



Serviço Público Federal

Ministério da Educação



Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Centro de Ciências Exatas e Tecnologia

Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências

Mestrado em Ensino de Ciências

**A ALFABETIZAÇÃO ECOLÓGICA A PARTIR DE UMA HORTA:
APROXIMANDO TEORIA E PRÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL**

Márcia Cristina Schneider

**Campo Grande- MS
2012**



Serviço Público Federal

Ministério da Educação



Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Centro de Ciências Exatas e Tecnologia

Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências

Mestrado em Ensino de Ciências

**A ALFABETIZAÇÃO ECOLÓGICA A PARTIR DE UMA HORTA:
APROXIMANDO TEORIA E PRÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul como requisito final para a conclusão do curso de Mestrado em Ensino de Ciências sob a orientação do Prof.^(a) Dra. Lenice Heloísa de Arruda Silva

Campo Grande - MS
2012

Schneider, Márcia Cristina

A alfabetização ecológica a partir de uma horta: Aproximando teoria e prática no Ensino Fundamental /Márcia Cristina Schneider:

2012

165 fls.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências)

Orientadora: Prof.^a. Dra. Lenice Heloísa de Arruda Silva.

1. Horta. 2. Alfabetização ecológica. 3. Sequência. Didática. 4. Anos iniciais do Ensino Fundamental. I. Título

MARCIA CRISTINA SCHNEIDER

**ALFABETIZAÇÃO ECOLÓGICA A PARTIR DE UMA HORTA:
APROXIMANDO TEORIA E PRÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul como requisito final para a conclusão do curso de Mestrado em Ensino de Ciências sob a orientação do Prof.(^a). Dra. Lenice Heloísa de Arruda Silva

Serviço Público Federal

Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Centro de Ciências Exatas e Tecnologia
Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências
Mestrado em Ensino de Ciências

**Campo Grande - MS
Ano 2012**

BANCA EXAMINADORA

Prof.^(a). Dra Lenice Heloísa de Arruda Silva (UFMS)
Orientadora

Prof. Dr. Rogério Silvestre (UFGD)
Examinador externo

Prof.^(a). Dra. Maria Celina Recena (UFMS)
Examinador Interna

Prof. (^a). Dr. Dario Xavier Pires (UFMS)
Suplente da banca

Dedico este trabalho ao meu pai Darci João Schneider (in memoriam), pai inteligente e muito especial, compartilhou todos os momentos bons e ruins incentivando-me a seguir em frente e a acreditar que sou capaz de vencer todos os obstáculos.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar ao pai, *Darci João Schneider (in memoriam)*, pelo apoio enorme e sempre me incentivando nos estudos, ficaria orgulhoso se soubesse que ingressei no mestrado, lastimo que ele não esteja vivo para estar presente para assistir minha apresentação, deveria ter estudado e acreditado em meu potencial quando ainda era adolescente quem sabe ele estaria com saúde em pé me aplaudindo pelas minhas metas alcançadas e tão almejadas por ele, por acreditar que sou capaz de vencer todos os obstáculos e pela excelente educação que meus pais me deram ao longo de toda a minha vida, pela dedicação e carinho de minha mãe Rosa Maria M. Schneider, que, mesmo passando por doença grave, também teve paciência, e me deu apoio incondicional e respeitou minha labuta para me oferecer o melhor.

Ao Marcos dos Santos, companheiro nas horas mais difíceis de minha vida, nos momentos de dissabores que não me deixou desistir de meus estudos, no momento em que meu pai e minha mãe estavam lutando diante de uma doença grave.

Aos meus irmãos pela compreensão, principalmente ao Fabio, a Lenice, pela orientação, pela troca de ideias e dedicação e apoio nos momentos mais árduos, pois estava num momento de dor e angústia diante das tempestades e provações da vida, minha orientadora estava sempre presente nos momentos de desespero, e isso me motivou a continuar minha trajetória e escrever com ímpeto e dedicação.

Ao Dr. Rogério e Dr. Celina, que participaram da minha “comissão de orientação” no início deste trabalho.

À Prof.^a MSc. Joana Prado Medeiros, ao professor Dr. Fabio de Oliveira Roque e ao Dr. Vito Comar, pelo carinho, atenção e pelas importantes contribuições para este estudo.

Aos meus amigos de mestrado pela união. À Sonia, Ilzo, Sabrina, Ademir e Rute Menino e minha sobrinha Naiadja T Schneider que sempre foram solícitas, obrigada pelo apoio neste trabalho e pelas críticas que recebi de alguns colegas. Agradeço pela contribuição incondicional das professoras e amigas de trabalho Prof.^a Edite e Alcira pela colaboração e dedicação.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências da UF ; pelo excelente e extraordinário trabalho motivando cada estudante a acreditar no seu potencial e por ampliarem, em diferentes enfoques, a minha visão de Educação.

Obrigada, amigos (as), pelos bons momentos que passamos juntos e pela nossa união no mestrado. Muito obrigada!

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo investigar se uma sequência didática, fundamentada no referencial histórico-cultural do desenvolvimento humano, realizada em dez etapas, tendo a horta como ambiente natural pode possibilitar aos estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental a apropriação de conceitos de Ecologia relativos a ecossistema, cadeia alimentar, fotossíntese, fluxo de energia e teia alimentar. Os dados dessa investigação fundamentaram-se em uma análise microgenética de um processo de ensino que envolveu a participação de vinte e oito estudantes do quinto ano do Ensino Fundamental de uma escola pública do município de Dourados/MS. Com base nessa análise, a coleta de informação para construção dos dados da investigação implicou registro em caderno de campo das observações, dos desenhos dos estudantes e gravações em vídeo das interações verbais ocorridas durante a sequência didática desenvolvida no processo de ensino. Esses registros foram transcritos e recortados em episódios para serem analisados. Através das análises identificou-se que os conhecimentos cotidianos dos estudantes se apresentavam carregados de equívocos sobre aqueles conceitos. Diante de tais dificuldades identificadas, os resultados obtidos neste trabalho apontam que após a elaboração e realização da sequência didática, os estudantes desenvolveram uma compreensão de conceitos básicos de Ecologia e reelaboraram seus conhecimentos cotidianos relativos a esses conceitos.

PALAVRAS-CHAVE: horta – alfabetização ecológica – sequência didática – anos iniciais do Ensino Fundamental

ABSTRACT

This study aimed to investigate whether a didactic sequence, based on historical and cultural framework of human development, held in ten steps, and the garden as a natural environment, can enable the students of the early years of elementary school appropriation of concepts of ecology on the ecosystem, food chain, photosynthesis, energy flow and food web. The data of this investigation were based on a microgenetic analysis of a teaching process that involved the participation of twenty-eight students of the fifth year of elementary school in a public school in the city of Dourados / MS. Based on this analysis, the collection of information for construction of research data led to record in field notebook of observations, the students' drawings and video recordings of verbal interactions occurring during the teaching sequence developed in the teaching process. These records were transcribed and cut into episodes to be analyzed. Through analyzes identified that knowledge of the students had daily loaded with misconceptions about those concepts. Faced with such difficulties identified, the present results indicate that after the elaboration and implementation of the didactic sequence, the students developed an understanding of basic concepts of ecology and reelaboraram their knowledge on such everyday concepts.

KEYWORDS: garden - ecological literacy - teaching sequence - early years of elementary school.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama simplificado de corrente de energia descrevendo três níveis tróficos...	29
Figura 2. Cadeia alimentar da floresta com níveis de transformação sucessiva de energia. A retroalimentação dos serviços é omitida.....	29
Figura 3. Resumo dos conceitos abordados na sequência didática.....	45
Figuras 4. Diário de Campo/Seres vivos e elementos não vivos. (Grupo da Josiane).....	72
Figuras 5. Diário de Campo/Seres vivos e elementos não vivos. (Grupo da Camila).....	73
Figuras 6. Diário de Campo/Seres vivos e elementos não vivos. (Grupo o Kawasaki).....	74
Figura 7. Grupo da Josiane e do João.....	89
Figura 8. Grupo do Kawasaki e do Grupo Camila.....	89
Figura 9. Diário de Campo, depois da Explicação sobre o Processo de Fotossíntese. Grupo da Josiane (5.1).....	92
Figura 10. Diário de campo produzido antes da explicação sobre o processo de fotossíntese. Grupo: Paulo. (5.2).....	92
Figura 11. Diário de campo produzido antes da explicação sobre o processo de fotossíntese. Grupo: Camila.(5.3).....	93
Figura 12. Diário de campo produzido antes da explicação sobre o processo de fotossíntese. Grupo: Kawasaki (5.4).....	93
Figura 13. Diário de Campo, depois da Explicação sobre o Processo de Fotossíntese. Grupo da Camila (5.5).....	109
Figura 14. Diário de Campo, depois da Explicação sobre o Processo de Fotossíntese. Grupo do Josiane (5.6).....	109
Figura 15. Diário de Campo, depois da Explicação sobre o Processo de Fotossíntese.Grupo da Camila (5.7).....	110
Figura 16. Cadeia alimentar. Grupo: Camila.....	116
Figura 17. Cadeia Alimentar .Grupo: Josiane.....	116
Figura 18. Cadeia Alimentar. Grupo: Kawasaki.....	117
Figura 19. Cadeia Alimentar. Grupo: João.....	117
Figura 20 (a). Símbolos.....	119
Figura 21 (b). Símbolos.....	119
Figura 22. Símbolos 2.....	121
Figura 23. Exemplo de uma Pirâmide trófica.....	130
Figura 24. Desenho da Teia Alimentar. Grupo do Kawasaki.....	138

Figura 25. Desenho da Teia Alimentar. Grupo do Camila.....	139
Figura 26. Desenho da Teia Alimentar. Grupo do João.....	139
Figura 27(a). Livrinho do Grupo 1 da Josiane.....	145
Figura 27(b). Livrinho do Grupo 1 da Josiane.....	145
Figura 27(c). Livrinho do Grupo 1 da Josiane.....	146
Figura 28(a). Livrinho do Grupo 2 da Camila.....	146
Figura 28(b). Livrinho do Grupo 2 da Camila.....	147
Figura 28(c). Livrinho do Grupo 2 da Camila.....	147
Figura 29(a). Livrinho do Grupo 3 do Kawasaki.....	148
Figura 29(b). Livrinho do Grupo 3 do Kawasaki.....	148
Figura 29(c). Livrinho do Grupo 3 do Kawasaki.....	149

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Episódios de ensino.....	45
Quadro 2. Recorte do Episódio de Ensino 01.....	61
Quadro 3. Recorte do Episódio de Ensino 03.....	77
Quadro 4. Recorte do Episódio de Ensino 4.....	85
Quadro 5. Recorde do Episódio de Ensino 5.....	97
Quadro 6. Recorde do Episódio de Ensino 6.....	111
Quadro 7. Aparelho Bucal e Hábito Alimentar.....	125
Quadro 8. Recorde do Episódio de Ensino 7.....	130
Quadro 9. Recorte do Episódio de Ensino 8 – Teia alimentar.....	135
Quadro 10. Recorte do Episódio de Ensino 9.....	141

LISTA DE ANEXOS

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	161
---	-----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
1. CAPÍTULO 1	20
1.1. A problemática e os propósitos do estudo	20
1.2. Ecossistema	22
1.3. Fotossíntese	24
1.4. Fluxo de Energia	26
1.5. Cadeia Alimentar	29
2. CAPÍTULO 2	31
2.1. Problemáticas do ensino dos conceitos ecológicos nos anos iniciais do Ensino Fundamental	31
2.2. Por que ensinar Ecologia no Ensino Fundamental tendo como referência o ambiente natural da horta	36
2.3. O papel do professor e a elaboração de conceitos pelo estudante em uma perspectiva histórico- cultural do desenvolvimento humano	39
2.4. Sequência didática.....	44
2.4.1. Etapa 1 – Orientação para exploração do ambiente natural e levantamento das concepções dos estudantes sobre ecossistema	46
2.4.2. Etapa 2 – Conceituando os elementos do ambiente – fatores bióticos e abióticos.	48
2.4.3. Etapa 3 - Os seres vivos que atuam como produtores na horta	48
2.4.4. Etapa 4- Influência do sol, da água, dos nutrientes sobre o crescimento e o desenvolvimento da planta.....	49
2.4.5. Etapa 5 - Introduzir os conceitos básicos de fotossíntese.....	49
2.4.6. Etapa 6 – Identificando os consumidores e decompositores na horta	50
2.4.7. Etapa 7 – Diagrama esquematizando a cadeia alimentar da comunidade estudada	50
2.4.8. Etapa 8 – Compreender como os elementos circulam entre os componentes do ecossistema.....	50
2.4.8.1...Atividade.....	51
2.4.9. Etapa 9- Montar uma teia alimentar com auxílio de diagramas.	52
2.4.10. Etapa 10 - Preservar a integridade dos grandes ciclos ecológicos em nossas hortas.....	53
3. CAPÍTULO 3	54
3.1. Metodologia da Investigação	54
3.2. Desenvolvimento da pesquisa	56

3.3.	Análises de dados.....	57
3.4.	Análise microgenética.....	58
4.	CAPÍTULO 4	60
4.1.	Apresentação, análise e discussão dos resultados obtidos	60
4.1.2.	Episódio de Ensino 1 – Exploração do ambiente natural e levantamento das concepções dos estudantes sobre esse ambiente	60
4.1.3.	Resultados: Diário de campo.	71
4.2.	Episódio de Ensino 2 – Apresentação de conceitos relativos aos elementos do ambiente: fatores bióticos e abióticos.....	75
4.3.	Episódio de ensino 3 – Apresentação dos seres vivos que atuam como produtores na horta	85
4.4.	Episódio de ensino 4 – Orientações sobre como o sol, a água, os nutrientes influenciam no crescimento e no desenvolvimento da planta	88
4.4.2.	Análise do diário de campo.....	89
4.4.2.1.	Texto extraído do diário de campo/Rúcula.	89
4.5.	Episódio de Ensino 5 – Introdução aos conceitos básicos de fotossíntese	92
4.5.2.	Introdução aos conceitos básicos de fotossíntese	96
4.6.	Episódio de Ensino 6 – Identificação dos consumidores e decompositores na horta	110
4.7.	Episódio de Ensino 7 – Construção de Diagrama esquematizando a cadeia alimentar da comunidade estudada.....	116
4.8.	Episódio de Ensino 8 – Proposta de compreendendo de como os elementos circulam entre os componentes do ecossistema	129
4.9.	Episódio de Ensino 9 – Análise do desenho da teia alimentar	134
4.10.	Episódio de ensino 10 – Preservando a integridade dos grandes ciclos ecológicos em nossas hortas	141
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	150
6.	REFERÊNCIAS	153
7.	ANEXOS	161

INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências atual tem como um de seus objetivos promover uma educação que possibilite ao estudante desenvolver uma consciência crítica no que diz respeito à Ciência e suas Tecnologias, em uma perspectiva que privilegie as relações destas com a Sociedade e o Meio Ambiente (SASSERON E CARVALHO, 2008). Isso porque com o agravamento dos problemas ambientais cresceu no mundo inteiro um movimento que passou a refletir criticamente essas relações, identificando-se a necessidade de uma mudança no ensino de Ciências, pois se a concepção da atividade científica se transforma, por conseguinte se transformará a relação que o indivíduo tem com o seu contexto social (CUNHA, 1998).

Nesse sentido, no ensino de Ciências, há que se considerar questões relacionadas a problemas ambientais tais como poluição atmosférica, uso de agrotóxicos, poluição das águas, etc., os quais são efeitos do desenvolvimento científico e tecnológico. Face a isso, buscar a vinculação dos conteúdos científicos com temas ambientais de relevância social é uma ação fundamental no sentido do desenvolvimento de uma educação crítica em relação ao ambiente (SANTOS, 2007).

Esta educação envolve uma alfabetização ecológica, a qual, segundo Capra (2006, p. 10) implica que a pessoa tenha no mínimo conhecimentos básicos de ecologia, de ecologia humana e dos conceitos de sustentabilidade, bem como dos meios necessários para a solução de problemas. Assim, de acordo com esse autor, é preciso ensinar às crianças, desde os anos iniciais de escolarização, as valiosas lições que o estudo dos ecossistemas pode proporcionar. Isso pode ser possível a partir da aprendizagem dos princípios básicos da Ecologia, pois ser ecologicamente alfabetizado significa entender os princípios de organização dos ecossistemas para saber aplicá-los nas comunidades humanas.

Nessa perspectiva, Orr (1998) reitera que uma pessoa ecologicamente alfabetizada possui conhecimentos necessários para compreender as relações estabelecidas entre os seres vivos e seu ambiente, as sociedades humanas e a natureza, e como elas poderiam ocorrer em bases sustentáveis, além da competência prática necessária para agir de modo consciente e responsável. Portanto é essencial que os estudantes desenvolvam uma compreensão básica de alguns conceitos de Ecologia. Segundo as ideias de Capra (2006, p. 14),

O padrão básico de organização da vida é o da rede ou teia; a matéria percorre ciclicamente a teia da vida; todos os ciclos ecológicos são sustentados

pelo fluxo constante de energia proveniente do Sol. Esses três fenômenos básicos – a teia da vida, os ciclos da natureza e o fluxo de energia – são exatamente os fenômenos que as crianças vivenciam, exploram e entendem por meio de experiências diretas com o mundo natural. (CAPRA, 2006, p. 14)

Com base nestas ideias compreende-se que o valor da Ecologia está em apontar os elementos básicos das relações da espécie humana e o meio. Desse modo, o estudo de Ecologia fornece os elementos essenciais para se trabalhar com educação ambiental. Mas, é importante ressaltar que, conforme Manzanal e Jiménez (1995, p.296), a educação ambiental tem seus próprios objetivos e que a aquisição de conhecimento não seria, por si só, suficiente para uma mudança duradoura de atitudes. Os autores acreditam que, se esse conhecimento for acompanhado por experiências em um ambiente de aprendizagem adequado, tornar-se-á possível gerar atitudes que orientem as decisões dos estudantes em favor do ambiente. Afirmam que uma das dificuldades que se encontra é na hora de selecionar o conjunto de princípios de Ecologia e um método de trabalho que favoreça a compreensão da interdependência entre os seres vivos e o meio.

Nessa linha de raciocínio, evidencia-se a necessidade de os professores dominarem os conceitos básicos de Ecologia para que compreendam os processos circunscritos a Ecossistema, concomitantemente devem entender conceitos relacionados a fluxo de energia, interações cadeia e teia homem-natureza, bem como devem desenvolver estratégias metodológicas que possibilitem a apropriação desses conceitos pelo estudante. Tal ideia se prende ao fato de que investigações sobre os processos envolvidos na aprendizagem de Ecologia e Cadeias Alimentares apontam estudantes com ideias ingênuas e crenças subjacentes em relação as suas dificuldades em dominar conceitos essenciais, tais como fotossíntese, respiração e energia. Essas dificuldades parecem perseverar apesar do ensino e da ênfase colocada por professores sobre a importância desses temas para a compreensão de Ecologia em geral (ADENIYI, 1985; ANDERSON, SHELDON e DUBAY, 1990; BARKER e CARR, 1989; BELL, 1985; GALLEGOS, JEREZANO e FLORES, 1994 *apud* EILAM, 2002).

Registre-se que usualmente a prática pedagógica em Ciências nos anos iniciais se traduz em aulas de Ciências que se apoiam com frequência em livros didáticos. Tal situação acaba comprometendo o processo de ensino-aprendizagem em Ciências. Conforme Fracalanza & Neto (2003), os livros didáticos de Ciências, utilizados na prática escolar como material de consulta e apoio pedagógico, introduzem ou reforçam equívocos,

estereótipos e mitificações em relação às concepções de Ciências, Ambiente, Tecnologia entre outras concepções de base intrínseca ao ensino de Ciências Naturais e, com isso, não atendem às diretrizes e orientações curriculares oficiais. Reforçando essa problemática, geralmente, os conceitos relativos à Ecologia, tais como ecossistema, cadeia alimentar e teia alimentar são tratados nos livros didáticos de forma superficial e fragmentada, resumidos às suas manifestações.

Diante do exposto, neste trabalho, cujo enfoque é Alfabetização Ecológica, tendo horta como ambiente natural, propõe-se o desenvolvimento de uma sequência didática, buscando, a partir dessa sequência a apropriação de conceitos de ecologia relativos a ecossistema, cadeia alimentar, teia alimentar, fotossíntese e fluxo de energia no ecossistema por parte de estudantes dos anos iniciais de escolarização.

A escolha da horta para aprendizagem de conceitos de ecologia se fez porque ela fornece uma conexão direta com o ambiente natural, o que permite o desenvolvimento de tais conceitos, a observação dos ciclos e dos fluxos dos ecossistemas. A horta é também local onde se pode aprender que, na natureza, o resíduo de uma espécie é o alimento de outra, onde se pode ver que a energia vem do Sol, onde se presencia o metabolismo, onde se percebem as redes.

Nestes termos, o objetivo deste trabalho é investigar se uma sequência didática, utilizando a horta, pode possibilitar ao estudante dos anos iniciais a apropriação de conceitos de Ecologia relativos a ecossistema, cadeia alimentar, teia alimentar, fotossíntese e fluxo de energia no ecossistema. Para tal investigação, faz-se necessário analisar o projeto político pedagógico da escola em que o estudo será efetuado, com vistas a identificar conceitos relativos a propostas de ação prática e transformadora a serem desenvolvidas pela comunidade escolar, visando a atender a realidade do bairro, assim como a de vários setores da sociedade.

Para a construção do referencial teórico-metodológico necessário ao desenvolvimento da investigação proposta, abordar-se-á, no primeiro capítulo, conceitos de Ecologia. O intuito, neste capítulo, é elucidar vários conceitos, mostrar sua complexidade, assim como verificar a articulação desses conceitos na prática pedagógica de professores e em livros didáticos destinados aos anos iniciais do Ensino Fundamental. Procura-se, ainda, justificar a importância da elaboração de uma sequência didática e da utilização da horta como ambiente natural para o ensino de conceitos de Ecologia. Também neste capítulo apresentam-se ideias de Vygotsky que fundamentam o referencial teórico-metodológico para a construção da sequência didática e da interpretação dos resultados obtidos na investigação.

No segundo capítulo, descreve-se a problemática do ensino em relação aos conceitos de Ecologia apresentados para os anos iniciais do Ensino Fundamental.

No terceiro capítulo, visualizam-se a metodologia e os referenciais teóricos que nortearam a construção e a análise dos dados obtidos no desenvolvimento da sequência didática, a caracterização do estudo, com descrição do trabalho, do público alvo, das técnicas e dos instrumentos de investigação. A elaboração dos instrumentos, o modo de recolhimento e o tratamento dos dados, assim como a justificativa dos procedimentos de análise dos dados recolhidos.

No quarto capítulo, são apresentados os dados coletados nas diferentes etapas da pesquisa e suas respectivas análises.

Nas considerações finais, aponta-se para perspectivas de novos estudos a partir dos desafios e das possibilidades em relação ao ensino de Ecologia que acontece nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

1. CAPÍTULO 1

1.1. A problemática e os propósitos do estudo

A Ecologia¹ é de interesse prático desde o início da história da humanidade. Na sociedade primitiva, todos os indivíduos necessitavam conhecer seu ambiente, ou seja, entender as forças da natureza, as plantas e animais ao seu redor para sobreviver. De acordo com Odum e Barret (1988), o início do processo de civilização de fato coincidiu com o uso do fogo e de outros instrumentos para modificar o ambiente. Esse processo histórico levou a humanidade a enfrentar problemas resultantes do seu próprio desenvolvimento, uma vez que o impacto ambiental multiplicou-se excepcionalmente e de forma nunca antes testemunhada.

Percebe-se o poder do homem em alterar o meio ambiente em que vive. Essa interferência, geralmente, tem provocado sérios desequilíbrios ecológicos, ameaçando o delicado equilíbrio da ecosfera, gerados pela poluição, desertificação, uso de pesticidas e agrotóxicos em geral, da promoção quase malévola dos transgênicos, da exaustão dos recursos naturais não renováveis, da contaminação tóxica e radioativa, efeito estufa e aquecimento global (ANGOTTI; AUTH, 2001).

Com o agravamento dos problemas ambientais cresceu no mundo inteiro um movimento que passou a refletir criticamente as relações ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, identificando-se a necessidade de uma mudança, especialmente no ensino de Ciências, pois se a concepção da atividade científica se transforma, por conseguinte, se transformará a relação que o indivíduo tem com o seu contexto social (CUNHA, 1998).

O ensino de Ciências atual tem como um de seus objetivos promover uma educação que possibilite ao estudante desenvolver uma aprendizagem significativa, problematizadora, desafiadora, instigante, construindo e reconstruindo o conhecimento no que diz respeito à Ciência e suas Tecnologias, em uma perspectiva que privilegie as relações destas com a Sociedade e o Meio Ambiente (SASSERON; CARVALHO, 2008). Nesse ensino há que se considerarem questões relacionadas a problemas ambientais, os quais são efeitos do desenvolvimento econômico. Buscar a vinculação dos conteúdos científicos com temas

¹

O biólogo americano Eugene Pleasants Odum (1913 – 2002) formulou o conceito de Ecologia ainda hoje adotado por muitos ecólogos: (...) *Ecologia é o estudo das “casas”, ou por extensão, “ambientes”*. Devido ao fato de que a Ecologia se ocupa especialmente da Biologia de grupos de organismos e com os processos funcionais, na terra, nos oceanos e nas águas doces, estará mais de acordo com a moderna ênfase definir a Ecologia como estudo e função da natureza. Deve ser perfeitamente compreendido que a Humanidade é parte da natureza, desde que estamos usando a palavra natureza para incluir todo o mundo vivente (1931, p.22).

ambientais de relevância não apenas social, mas, também, de entendimento da dinâmica dos ecossistemas naturais, é uma ação fundamental no sentido de preparar os estudantes para compreenderem o mundo e as mudanças que nele ocorrem e posicionar-se frente aos dilemas que surgem sempre que novos conhecimentos são incorporados ao modo de vida das sociedades (SANTOS, 2007).

Nesse sentido, os meios de comunicação de massa têm contribuído bastante para que a Ecologia seja relevante para a maioria das pessoas, mesmo quando elas não conhecem o significado exato do termo. De acordo com Townsend e Col (2006), não há dúvida de que a Ecologia é importante para se entender mais profundamente os problemas socioambientais, o que pode possibilitar o desenvolvimento de uma consciência crítica em relação ao ambiente e permitir uma boa qualidade de vida às gerações futuras.

Por isso Capra (2006, p.10) defende a alfabetização ecológica, a qual implica que a pessoa tenha no mínimo conhecimentos básicos de ecologia e dos conceitos de sustentabilidade, bem como dos meios necessários para a solução de problemas. Assim, de acordo com esse autor, é preciso ensinar às crianças, desde os anos iniciais de escolarização, as valiosas lições que o estudo dos ecossistemas pode proporcionar. Isso pode ser possível a partir da aprendizagem dos princípios básicos da Ecologia, pois ser ecologicamente alfabetizado significa entender os princípios de organização dos ecossistemas, e a forma na qual a sociedade humana se insere nessa organização. Podemos entender e não aplicar princípios de organização dos ecossistemas diretamente nas situações de interações humanas que têm sua própria realidade, dinâmicas e exigem outro tipo de leitura.

O padrão básico de organização da vida é o da rede ou teia; a matéria percorre ciclicamente a teia da vida; todos os ciclos ecológicos são sustentados pelo fluxo constante de energia proveniente do Sol. Esses três fenômenos básicos – a teia da vida, os ciclos da natureza e o fluxo de energia – são exatamente os fenômenos que as crianças vivenciam, exploram e entendem por meio de experiências diretas com o mundo natural (CAPRA, 2006, p. 14).

Orr (1998) reitera as ideias acima inferindo que uma pessoa ecologicamente alfabetizada possui conhecimentos necessários para compreender as relações estabelecidas entre os seres vivos e seu ambiente, as sociedades humanas e a natureza, e como elas poderiam ocorrer em bases sustentáveis, além da competência prática necessária para agir de modo consciente e responsável.

Portanto, é essencial que os estudantes desenvolvam uma compreensão básica de

alguns conceitos de ecologia, pois seu valor está em apontar os elementos básicos das relações da espécie humana e o meio, fornecendo elementos fundamentais para se trabalhar com educação ambiental. Assumindo com Capra (2006, *apud* Miranda *et al* 2010, p. 183), ao introduzir desde os anos iniciais de escolarização conceitos temas como ecossistema, interações tróficas (cadeia e teia alimentar), fluxo de energia, o professor pode auxiliar uma aprendizagem desses conceitos em níveis escolares futuros e a constituição/formação de atitudes condizentes com um “desenvolvimento sustentável em perspectivas apropriadas e justas, tanto nos aspectos ecológicos quanto nos econômicos e sociais”.

Por isso, a seguir tratamos mais pormenorizadamente dos conceitos de ecossistema, cadeia alimentar, fotossíntese, teia alimentar, e fluxo de energia.

1.2. Ecossistema

A partir do estudo sobre a história do conceito de ecossistema em ecologia, o ecólogo britânico Arthur G. Tansley (1935) aplicou pela primeira vez o termo de "Ecossistema", integrando nesse conceito os fatores físicos do meio e os fatores do hábitat mais amplo, para descrever o complexo de todos os organismos e o seu meio ambiente, mas a ideia de um complexo ecológico estava muito distante, sendo adaptada, depois, por ecologistas. Assim, houve um crescimento dos estudos sobre os vínculos complexos existente nos planos químico e físico e entre o meio inorgânico e as comunidades. Desde o início de sua caracterização o termo ecossistema vem obtendo diversas conceituações.

Desde o surgimento com Tansley, muito outros cientistas como Raymond Lindeman's (1942), G. Evelyn Hutchinson (1946), Howard T. Odum (1986) e Eugene Odum (1950) se debruçaram na análise ecológica e no aperfeiçoamento desse conceito. Townsend, Begon & Harper (2006) descrevem que, em 1953, com a publicação da obra de Odum *Fundamental of Ecology*, a qual se inicia com a apresentação do conceito de ecossistemas e de ciclos biogeoquímicos, a paisagem científica nesse campo modifica-se abruptamente.

Segundo Ricklefs (2003), o ecossistema é um sistema aberto composto por organismos vivos e pelo meio com o qual e no qual interagem, trocando material e energia. Nele existem os componentes bióticos, como plantas, animais, microorganismos, e componentes abióticos, como água, solo e outros. Os componentes bióticos e abióticos interagem para formar uma estrutura com várias funções vinculadas aos vários processos físicos e bióticos. Assim, os ecossistemas estão sempre estruturados no tempo e no espaço.

Por outro lado, Odum afirma que os ecossistemas podem ser concebidos e estudados

em seus vários tamanhos. Deve-se ressaltar que, desde que os principais componentes estejam presentes e operando conjuntamente para obter uma espécie de estabilidade funcional, mesmo que por um curto espaço de tempo, a entidade pode ser considerada como um ecossistema (ODUM, 1977 p.30-31).

Outra possibilidade para o conceito de ecossistema é apresentada por O'Neill, (2001) quando diz que

O ecossistema é um paradigma, isto é, uma conveniente abordagem para a organização do pensamento. Como qualquer paradigma, é um produto da mente humana e limitada capacidade de compreender a complexidade do mundo real. No caso dos sistemas ecológicos, é confrontado com centenas de milhares de populações interagindo. Os sistemas devem variar com o tempo através de formas complexas, são especialmente heterogêneos em todas as escalas (O'NEILL, 2001, p.2).

O conceito de ecossistema se ajusta às palavras do filósofo e historiador da ciência Kuhn (1994) que aponta “a quebra de um paradigma, tais como o progresso e o desenvolvimento do conhecimento, requerem explicações que o paradigma vigente não pode fornecer à ciência”. Estamos diante de duas posições contraditórias entre aqueles que procuram explicar a natureza através do estudo de suas partes e outros que procuram explicá-la, estudando o comportamento do sistema como um todo.

Capra (1982) traz a filosofia oriental para a discussão dos paradigmas e anuncia um ponto de mutação localizado em três grandes crises. A crise do esgotamento dos combustíveis fósseis, a crise da sociedade patriarcal e a crise de ideias e valores (p. 27-28).

Rohde (1996) reitera que, para modificarmos a situação em foco, a forma como nos encontramos em relação ao meio, é vital mudarmos o modo de agir, mas isso só conseguiremos se modificarmos nosso pensamento em relação ao meio ambiente. Isso nos levará a uma mudança de paradigma, que passará do econômico para o ambiental, buscando um presente e um futuro mais promissores. Um dos objetivos dessa nova abordagem é a sustentabilidade do planeta Terra.

Como se viu anteriormente, a Ecologia é geralmente definida como a interação dos organismos com o outro e com o ambiente em que eles ocorrem. Pode-se estudá-la em nível de indivíduo, população, comunidade, ecossistema e biosfera. Mas nada impede que a ecologia ultrapasse as barreiras do micro e do macro sistema.

O sistema funciona como um todo, significando que, ao invés de haver preocupação

principalmente com a espécie em particular, há que se concentrar nos principais aspectos funcionais do sistema (ODUM, 1977).

Odum (1986) reitera que o conceito de ecossistema deve ser amplo, tendo como principal função no pensamento ecológico realçar as relações obrigatórias, a interdependência e as relações causais, ou seja, reunir componentes para formar unidades funcionais. O autor lembra que ecossistema tem como característica universal a interação entre os componentes autótrofos e heterótrofos.

Coerentemente com a concepção desse autor, definimos ecossistema como um conjunto de fatores bióticos (organismos) e abióticos (condições ambientais) em que ocorre uma interação entre os organismos vivos e o ambiente físico com a formação de um fluxo de energia e uma ciclagem de materiais entre as partes vivas e não vivas (RICKLEFS, 2003).

São importantes as influências mútuas entre a parte física e os seres vivos de uma comunidade, a falta de elementos de uma dessas classes de fatores invalida a caracterização de um ecossistema.

1.3. Fotossíntese

O desenvolvimento do conhecimento do processo de fotossíntese nos anos iniciais do Ensino Fundamental é muito importante, pois se os estudantes têm esse conhecimento não compreenderão como ocorre a nutrição do vegetal. A falta deste conhecimento leva os estudantes a pensarem equivocadamente que as plantas conseguem obter seus alimentos do solo. Essa concepção equivocada vem de muito tempo, e elas precisam ser desmistificadas; antes de serem apresentados os conceitos que envolvem o processo fotossintético, seria essencial fazer um apanhado cronológico das descobertas realizadas por cada cientista, até os dias atuais.

Pode-se, por exemplo, citar as descobertas de Johann Baptist van Helmont, relatadas em 1648. Naquela época, a maioria das pessoas pensava que as plantas cresciam porque elas se alimentavam de materiais existentes no solo. Para testar essa ideia, o autor investigou o crescimento das plantas e sua experiência levou à conclusão de que, a massa do solo manteve-se inalterada, o que mostrava que as plantas não obtiveram o seu “alimento” do solo. (AMABIS & MARTHO, 1997).

Todos os sistemas ecológicos dependem da transformação de energia. Para a maioria dos sistemas, a fonte de energia em última instância é a luz do Sol. Assim, o termo fotossíntese significa, literalmente, “síntese usando a luz”. Os organismos fotossintéticos

captam e utilizam a energia solar para oxidar H₂O, liberando O₂ para reduzir CO₂, produzindo compostos orgânicos, primariamente açúcares. Essa energia estocada nas moléculas orgânicas é utilizada nos processos celulares da planta e serve como fonte de energia para todas as formas de vida.

Esse processo, que será explicado a seguir, é chamado de fotossíntese, cuja síntese conceitual/equação é a seguinte: $6 \text{CO}_2(\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{calor} \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq}) + 6 \text{O}_2(\text{g})$

Destaca-se que em muitos livros didáticos não se chama a atenção para a questão de que tal representação pode conduzir o aluno a pensar (equivocadamente) que parte do oxigênio sai do gás carbônico, quando se sabe que todo o oxigênio produzido provém da fotólise da água e em processos bem distintos, pois para produzir 6 O₂ são necessárias 12 H₂O. Nessa versão reforça-se a oposição entre esses dois processos, que estequiometricamente são inversos, mas biologicamente são complementares. Na abordagem, surge a necessidade de se incorporar novos conhecimentos que expliquem como ocorrem essas transformações químicas e qual o papel da energia nesses processos, o que nem sempre o professor de Ciências consegue responder (KAWASAKI e BIZZO, 2000, p. 27).

Tais reações químicas, que se realizam no interior das células, necessitam de uma energia de ativação, captada do Sol, através da clorofila e de outros compostos fotorreceptores. A energia que as células absorvem de seu meio ambiente é recuperada na forma de energia química, a qual é então transformada para realizar trabalho químico envolvido na biossíntese de componentes celulares (LEHNINGER, 1977, p. 10).

O tecido mais ativo em termos de fotossíntese é o mesófilo, células desse tecido foliar contêm muitos cloroplastos, organelas circundadas por uma dupla membrana, os quais possuem um pigmento verde especializado, a clorofila (TAIZ; ZEIGER, 2004).

O pigmento de fundamental relevância na absorção e na transformação da energia luminosa é a clorofila. Ela aparece verde para nossos olhos porque absorve luz nos comprimentos de onda referentes ao vermelho e ao azul na região visível do espectro; a luz nos comprimentos de onda correspondente ao verde é então refletida. Isso acontece porque nos cloroplastos ocorre a reação da mais fundamental importância para a vida das plantas e, indiretamente, para a vida dos animais: a fotossíntese. Os cloroplastos são geralmente discoidais e constituem-se nos mais importantes pigmentos fotossintéticos encontrados nos vegetais. No seu interior existe um conjunto bem organizado de membranas, as quais formam pilhas unidas entre si, que são chamadas de grana. Cada elemento da pilha, que tem o formato de uma moeda, é chamado de tilacóide. Todo esse conjunto de membranas

encontra-se mergulhado em um fluido gelatinoso que preenche o cloroplasto, chamado de estroma, onde há enzimas, DNA, pequenos ribossomos e amido. As moléculas de clorofila se localizam nos tilacóides, reunidas em grupos (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Nas células fotossintetizadoras, as moléculas de clorofila estão próximas a outros componentes celulares, especialmente os citocromos (moléculas de pigmento que contêm ferro e são ligadas a pequenas moléculas de proteína). Um citocromo captura o elétron energético que pertencia à molécula de clorofila, retém uma parte dessa energia e transfere o elétron a outro citocromo. Dessa forma a energia do fóton incidente é distribuída entre vários citocromos. Depois, o elétron envolvido pode ser novamente capturado por uma molécula de clorofila. Um citocromo, após absorver a energia de um elétron, pode cedê-la sob a forma de calor ou através da emissão de um fóton de baixa energia, ou ainda, se ele estiver próximo a uma molécula de ADP e a um grupo fosfato, para a formação de uma molécula de ATP.

As células fotossintéticas utilizam a energia solar como sua fonte principal de energia; as células heterotróficas utilizam a energia de moléculas orgânicas ricas em energia, altamente reduzidas, como a glicose, as quais são obtidas do meio ambiente. A maioria das células animais é heterotrófica. As células fotossintéticas e as células heterotróficas obtêm a energia do meio ambiente em formas diversas, transformando em energia química, largamente na forma de uma molécula específica, a adenosina-trifosfato (ATP). O ATP opera como o transportador principal de energia química das células de todas as espécies conhecidas (LEHNINGER, 1977, p.11).

A fotossíntese é um importante processo nutritivo que ocorre, desde os seres vivos mais simples, como as algas unicelulares e cianobactérias, até os organismos complexos, não se pode esquecer que o fator que limita indiretamente a fotossíntese, através do efeito no suprimento de CO₂, é a água. O CO₂ entra e a água, na forma de vapor, é perdida pelas folhas através dos poros dos estômatos na epiderme, os quais podem fechar se o suprimento de água for escasso, o que pode causar uma parada no fornecimento de CO₂ para a fotossíntese.

1.4. Fluxo de Energia

A existência da comunidade de um ecossistema está ligada à energia essencial à sobrevivência dos seres vivos a ela pertencentes.

De acordo com Townsend, Begon e Harper (2006, p. 409), Lindemann, em 1942,

lançou os fundamentos de uma ciência denominada energética ecológica. Nesta ciência buscava-se “quantificar o conceito de cadeias alimentares e teias alimentares ao considerar a eficiência de transferência entre níveis tróficos – da radiação incidente recebida por uma comunidade, passando por sua captação por plantas verdes em fotossíntese, até sua utilização subsequente por bactérias, fungos e animais”. Porém nessa ideia ainda não se considerava o conceito de termodinâmica para explicar fenômenos ecológicos e o seu funcionamento. Um dos mais fortes proponentes dessa abordagem foi Odum (1953), tendo como base as ideias de Lindeman. Em seu trabalho Odum busca relacionar as taxas de energia ou biomassa em níveis tróficos, retratando os ecossistemas como diagramas de fluxo de energia. Esses diagramas evidenciavam o princípio de que a energia passa de um elo para outro na cadeia alimentar, diminuindo por causa da respiração e do desvio de estoques alimentares não utilizados para as cadeias alimentares de base detritívora (RICKLEFS, 2003).

De acordo com Odum (1977, p.64), o fluxo de energia é unidirecional, constituindo-se um fenômeno universal da natureza. O autor descreve que a primeira lei da termodinâmica estabelece que a energia pode ser transformada de um tipo a outro, mas não pode ser criada nem destruída. São exemplos dessas transformações: luz em calor, energia potencial em cinética. A segunda lei da termodinâmica (entropia) dispõe que nenhum processo que implique transformação energética ocorra espontaneamente, a menos que haja degradação de energia de uma forma mais dispersa (ou desorganizada). Por isso, nenhuma transformação de energia é 100 % eficiente.

Essa energia entra no sistema biológico, através da energia radiante da luz solar, ou fótons. Somente em torno da metade do total de energia (principalmente na parte visível) é absorvida, pode ser convertida como fotossíntese bruta sob condições mais favoráveis. Depois, a respiração vegetal reduz sensivelmente – pelo menos em 20%, geralmente em aproximadamente 50% – o alimento disponível para os heterótrofos (ODUM, 1986, p.63). A luz solar representa a fonte de energia externa. Sem ela é impossível os ecossistemas e a biosfera conseguirem manter-se.

Nessa percepção a ecologia energética ocupa-se da forma como a energia transita no interior do sistema. Sendo as relações entre produtores e consumidores, predador e presa limitadas e regidas pelas mesmas leis básicas dos sistemas vivos e controladas pelo fluxo de energia.

Com base nisso ressalta-se que os ecossistemas são sistemas termodinâmicos abertos, que trocam continuamente energia e matéria com o ambiente. Dependemos do influxo

constante da energia concentrada. Assim, a energia entra no sistema biológico como a energia da luz, ou fótons; *a posteriori*, é transformada em energia química nas moléculas orgânicas por processos celulares, incluindo a fotossíntese e a respiração, só a energia não é suficiente, são indispensáveis os equipamentos físicos e bioquímicos habilitados a utilizar o potencial ordenador (ODUM, 1986).

A transferência de energia do produtor ao consumidor primário, por conseguinte, ao consumidor secundário, e, assim por diante, em uma teia alimentar deve seguir as leis da termodinâmica. O fluxo de energia é uma característica essencial de cada ecossistema. Ele depende de um fornecimento estável de energia, a fim de manter sua organização estrutural e toda a sua vida.

E com a civilização não é diferente, ela é apenas uma das extraordinárias proliferações naturais que dependem do influxo constante de energia concentrada. Se a civilização se tornasse um sistema fechado, em vista de sua incapacidade de obter e armazenar uma quantidade suficiente de energia de alta utilidade, logo tornar-se-ia desordenada, conforme preconiza a segunda Lei da termodinâmica (ODUM, 1986, p. 55).

Segundo Rickefs (2003, p.13), a vida é composta de moléculas que são raras ou inexistentes no mundo inanimado. Os organismos vivos existem fora de equilíbrio com o ambiente físico. Segundo o autor, o organismo deve procurar energia ou matéria para substituir suas perdas. Para fazer isso, ele deve gastar energia. Assim, a energia perdida como calor e movimento deve ser substituída pelo alimento metabolizado que o organismo captura e assimila a certo custo. O preço de manter um sistema vivo como um estado estacionário dinâmico é energia.

Odum (1986) retratou os ecossistemas como diagramas de fluxo de energia. Para cada nível trófico esse diagrama mostra uma caixa representando a biomassa de todos os organismos que compõem aquele nível trófico num determinado momento. Sobrepostas a essa caixa estão vias que representam o fluxo de energia através daquele nível trófico. Esses diagramas evidenciavam importante princípio de que a energia passa de um elo para outro na cadeia alimentar, diminuindo por causa da respiração e do desvio de estoques alimentares não utilizados para as cadeias alimentares de base detritívora. Odum tratou as relações alimentares como dois ou mais diagramas de fluxo de energia unidos em cadeias alimentares, como mostra a figura abaixo.

nessa abordagem com o conceito de nichos ecológicos e pirâmides de números. E. Birge e C. Juday, na década de 1930, ao medirem a reserva energética de lagos, desenvolveram a ideia da produção primária, isto é, a proporção na qual a energia é gerada pela fotossíntese.

A transferência de energia alimentar, desde a fonte nos autótrofos, através de uma série de organismos que consomem e são consumidos, chama-se cadeia alimentar ou cadeia trófica. Em cada transferência, uma proporção (muitas vezes até de 80% ou 90%) da energia potencial perde-se sob a forma de calor. Nesse sentido, quanto menor a cadeia alimentar, ou quanto mais próximo o organismo estiver do início da cadeia, maior será a energia disponível à população. As cadeias são de dois tipos básicos: a cadeia de pastagem, até os carnívoros e a cadeia de detritos e seus predadores. As cadeias alimentares não são sequenciais isoladas; estão interligadas (ODUM, 1986, p.77).

Os autótrofos são seres aptos a sintetizar seu próprio alimento, posto que são capazes de fixar energia luminosa e produzir alimento a partir de substâncias inorgânicas. Eles subdividem-se em:

a) Quimiossintetizantes – bactérias *quimiossintetizantes* sintetizam compostos orgânicos, na ausência de luz, a partir da energia liberada de uma reação inorgânica.

b) Fotossintetizantes – utilizam a energia solar como fonte de energia.

Sob o ponto de vista estrutural é conveniente reconhecer os elementos que compõem a cadeia alimentar. Os herbívoros ou consumidores primários se alimentam dos produtores e servem de alimento aos consumidores secundários, que servem de alimento aos consumidores terciários, e assim por diante. Os decompositores, que decompõem os elementos complexos do protoplasma morto, absorvem alguns dos produtos da decomposição e liberam substâncias simples utilizáveis pelos produtores, devolvendo ao solo os nutrientes minerais que serão reutilizados principalmente pelas plantas (ODUM, 1977).

Segundo Odum (1977), muitos organismos compartilham dos mesmos recursos alimentares, de forma que, em uma comunidade, várias cadeias alimentares formam uma rede alimentar. A rede alimentar mostra, então, o fluxo de energia dentro de uma comunidade. A matéria se mantém num ciclo interminável, seu fluxo de matéria é cíclico, pois a matéria é constantemente reaproveitada pelos seres vivos. A energia, entretanto, não segue um caminho cíclico. Ao passar pelos organismos a energia sofre várias transformações e parte dela é perdida.

2. CAPÍTULO 2

2.1. Problemáticas do ensino dos conceitos ecológicos nos anos iniciais do Ensino Fundamental

Consideramos, com Manzanal e Jiménez (1995), que os conceitos apresentados no capítulo anterior, apesar de muito complexos para serem ensinados nos anos iniciais de escolarização, se forem pedagogicamente elaborados ou, ainda, forem acompanhados por experiências em um ambiente de aprendizagem adequado, tornar-se-ão possíveis de gerar atitudes que orientem as decisões dos estudantes em favor do ambiente. Nesse sentido, os autores afirmam que uma das dificuldades que se encontra no ensino daqueles conceitos ocorre no momento de se selecionar o conjunto de princípios de ecologia e o método de trabalho que favoreça a compreensão da interdependência entre os seres vivos e o meio.

Nessa linha de raciocínio evidencia-se a necessidade de os professores dominarem os conceitos básicos de Ecologia para que compreendam os processos relacionados a Ecossistema. Paralelamente a isso precisam entender ainda o fluxo de energia, interações tróficas, bem como estratégias metodológicas que possibilitem aos estudantes a apropriação conceitual das relações homem-natureza. Essa ideia se prende ao fato de que investigações sobre os processos envolvidos na aprendizagem de Ecologia Trófica mostram que os estudantes têm ideias ingênuas e crenças subjacentes em relação as suas dificuldades com conceitos como fotossíntese, respiração e energia. Essas dificuldades parecem perseverar apesar do ensino e da ênfase colocada por professores na importância desses temas para a compreensão de ecologia em geral (ADENIYI, 1985; ANDERSON, SHELDON e DUBAY, 1990; BARKER e CARR, 1989; Bell, 1985; GALLEGOS, JEREZANO e FLORES, 1994 *apud* EILAM, 2002).

Possivelmente esse problema ocorra porque os professores que atuam nos anos iniciais são oriundos, em geral, de cursos de Pedagogia, e são responsáveis pelo ensino de diversas áreas do saber (Língua Portuguesa, Matemática, Geografia, História e Ciências). A amplitude dessa formação acaba por não garantir uma efetiva preparação desses profissionais com relação aos domínios dos conteúdos, por exemplo, de Ciências nos quais estão incluídos os conceitos de Ecologia. Explorando um pouco mais essa problemática, o estudo da Ecologia é um aspecto da ciência que tem sido negligenciado no Ensino Fundamental. De fato, o inconveniente mais sério é que, na maioria dos cursos de formação

inicial de professores, a preparação desse profissional é pensada predominantemente como uma questão de métodos pedagógicos. A atenção dedicada à questão crucial, que é a de capacitar o professor a dominar as áreas de conhecimento que integram o currículo nos anos iniciais é mínima. Essas lacunas reforçam-se, também, na formação dos futuros profissionais, cujos currículos carecem de bases epistemológicas para o trabalho com os conteúdos de Ecologia.

Ducatti-Silva (2005) reforça essa ideia ao discorrer que o curso de Pedagogia supervaloriza disciplinas que contemplam teorias educacionais e metodologias em detrimento dos conteúdos. Tal modelo formativo usualmente apresenta limitações quando o egresso necessita trabalhar conteúdos de Ciências Naturais no Ensino Fundamental. Desse modo, usualmente a prática pedagógica em Ciências dos professores nos anos iniciais, influenciada por sua formação incipiente, se traduz em aulas de Ciências que se apoiam com frequência em livros didáticos. Tal situação compromete ainda mais o processo de ensino-aprendizagem em Ciências e, por conseguinte, os conceitos ecológicos. Bonando (1994) afirma que os professores, por sua vez, justificam que o reduzido número de atividades em Ciências nesse nível de ensino (em que muitas vezes sequer existem) deve-se ao nível de escolaridade dos alunos, que, por estarem ainda em fase de alfabetização, nem sempre necessitam aprender sobre este componente curricular.

É preciso salientar também que um trabalho de ensino-aprendizagem como o apresentado acima remete ao que prepondera Moraes (1997) em termos de conteúdos. A escola continua apresentando propostas voltadas para a aquisição de noções que enfatizam a transmissão, o conhecimento acumulado, o caráter abstrato e teórico do saber e a verbalização dele decorrente. Conteúdo e produto são mais importantes do que o processo de construção do conhecimento. As aulas são expositivas e compartimentadas em suas carteiras enfileiradas.

Os professores com as dificuldades que tornam os saberes de sua prática difíceis de serem gerenciados ensinam Ecologia nas escolas apresentando para o estudante um conjunto de conceitos com definição pronta, como, por exemplo: o que é ecossistema. O estudante, muitas vezes, apenas “decora” e reproduz verbalmente essas definições, mas não consegue se utilizar dessas informações para analisar fatos, fenômenos com os quais lida na prática, ou seja, não se apropria dos conceitos de Ecologia, sob essa prática no ensino.

Os depoimentos de docentes sobre o ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental apontam que esse tipo de ensino é teórico, memorístico e pouco eficaz, considerando-se que o universo das informações se estendeu e se ampliou. Neles observa-se

também a reafirmação da distância que existe entre o que se pretende fazer e o que realmente se faz. Alguns fatores que impedem um ensino de melhor qualidade são, por exemplo, a falta de material didático, o pouco tempo disponível para o ensino de Ciências (FRACALANZA, 1986). Raramente aparece citada a insegurança diante dos conteúdos de “Ecologia”, resultado de uma formação insatisfatória nos cursos onde os professores são graduados. Assim, o ensino de Ecologia nos anos iniciais continua reduzido e fragmentado, e o professor fica “bitolado”. Em sala de aula ele só fornece modelos conceituais citados por autores de livros didáticos: por exemplo, conceitos relativos a cadeia alimentar e teia alimentar.

Em publicações de livros didáticos para os anos iniciais do Ensino Fundamental têm ocorrido erros conceituais, ilustrações inadequadas, má distribuição dos conteúdos sobretudo nos livros mais utilizados nas escolas (FRACALANZA e NETO, 2006; KRASILCHIK, 1987).

Apesar disso, na maioria das vezes, a prática pedagógica em Ciências nos anos iniciais se traduz em aulas que se apoiam com frequência em livros didáticos. Tal situação acaba comprometendo o processo de ensino-aprendizagem em Ciências, pois, conforme Fracalanza e Neto (2006), os livros didáticos de Ciências utilizados na prática escolar, como material de consulta e apoio pedagógico, introduzem ou reforçam equívocos, estereótipos e mitificações em relação às concepções de Ciências, Ambiente, Tecnologia entre outras concepções de base intrínsecas ao ensino de Ciências Naturais e, com isso, não atendem às diretrizes e às orientações curriculares oficiais.

Reforçando essa problemática, geralmente os conceitos relativos à Ecologia, tais como ecossistema, cadeia e teia alimentar são abordados nos livros didáticos de forma superficial, fragmentada e resumidos às suas manifestações simplistas.

Tendo em vista essas considerações, procurou-se identificar como os conteúdos de Ecologia são apresentados e abordados no livro didático mais utilizado nos anos iniciais do Ensino Fundamental e, também, observar se constava a contextualização dos conteúdos no que se refere às relações entre CTS-A (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente).

Analisou-se uma coleção utilizada no quinto ano e percebeu-se que no livro de Ciências havia exemplos dos diferentes hábitos alimentares como, por exemplo, herbívoros, carnívoros ou onívoros. Entende-se que para compreender a cadeia alimentar é muito importante o estudo sobre os insetos, suas peças bucais e sobre o modo como se alimentam, no livro não constava nenhum exemplo. De acordo com essa análise considerou-se que o estudante não conseguiria montar uma cadeia alimentar usando insetos existentes em seu

ambiente, ficaria restrito aos exemplos do livro didático, o que tornava um obstáculo para a construção de novas concepções.

Ainda sobre o livro analisado, observou-se que o autor demonstra, por meio de um desenho marcado com setas, a sequência de alimentação em que um organismo serve de alimento para o outro, envolvendo o produtor, o consumidor e o decompositor; contudo, não há exemplificação de como essa energia flui nos ecossistemas. Isso aponta para o fato de que o estudante pode compreender que as setas servem somente para ligar um elemento ao outro e concluir que um “come o outro”.

Ademais o livro utilizado nos anos iniciais não traz nenhum exemplo de pirâmide de energia que mostre como os diversos níveis tróficos estão ocupados. Quando o autor explica o que é ecossistema, não deixa claro como é o funcionamento de uma comunidade e como se deve preservar a integridade dos grandes ciclos ecológicos.

Sob esse ponto de vista, o livro didático, apresentando uma visão fragmentada e desarticulada do conhecimento científico, é o recurso que acaba orientando as práticas pedagógicas dos professores, os quais, mesmo com a falta/deficiência de embasamento conceitual, por exemplo, acerca de Ecologia, procura adaptar os conteúdos estampados nesse material didático para atender os tópicos curriculares, o que constitui prejuízo grande para a almejada alfabetização ecológica. Acrescente-se, ainda, que em outros livros do mesmo autor sob análise são apontados os ternários para que os professores utilizem como modelos de ecossistema terrestres. Tais modelos, não parecem ser uma boa opção, um bom exemplo de ecossistema. Melhor seria orientar o professor a utilizar o ambiente natural, por exemplo, a horta escolar e o jardim, pois neles os estudantes podem perceber os ciclos da natureza.

Observa-se que os livros escolares também não modificaram o habitual enfoque ambiental fragmentado e antropocêntrico, sem localização espaço-temporal. Tampouco substituíram um tratamento metodológico que concebe o aluno como ser passivo, depositário de informações desconexas e descontextualizadas da realidade (FRACALANZA & NETO, 2003, p.5). É importante que os livros didáticos apresentem estratégias didáticas mais inovadoras, norteadas pelos princípios ecológicos conceituados na teoria dos sistemas vivos.

Diante desses fatores citados, Ponte (1998) reitera que os docentes só poderão exercer o seu papel com competência e qualidade quando tiverem uma formação adequada para lecionar as disciplinas ou os saberes de que estarão incumbidos. E, para que isso ocorra, necessitarão de um conjunto básico de conhecimentos e capacidades profissionais orientados para a sua prática letiva.

Tendo em vista tais considerações, neste trabalho, cujo enfoque é a Alfabetização Ecológica, tem-se o intuito de contribuir para a melhoria da prática pedagógica em Ciências, possibilitando aos professores que atuam nos anos iniciais uma forma de abordar conceitos ecológicos relativos a ecossistema, cadeia alimentar e teia alimentar e fluxo de energia, por meio do material didático elaborado e avaliado. Para tal, propõe-se o desenvolvimento de uma sequência didática, utilizando o ambiente natural da horta escolar.

Cabe explicitar que uma sequência didática, de acordo com Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004, p. 97), é definida como “um conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática”. São instrumentos que podem guiar professores, propiciando intervenções sociais, ações recíprocas dos membros dos grupos e intervenções formalizadas nas instituições escolares. Tão necessárias para a organização da aprendizagem em geral e para o progresso de apropriação de gêneros em particular. Assim, esse recurso pode possibilitar o trabalho pedagógico de maneira organizada, uma série de conteúdos, seguindo etapas, para que o estudante adquira uma visão mais integrada dos conceitos básicos de Ecologia.

A escolha da horta como local para aprendizagem de conceitos de Ecologia se fez porque ela fornece uma conexão direta com o ambiente natural para desenvolver tais conceitos e onde se podem observar os ciclos e os fluxos dos ecossistemas, evidenciando que na natureza o resíduo de uma espécie é o alimento de outra, onde se vê que a energia vem do Sol, presencia-se o metabolismo, percebem-se as redes (CAPRA, 2006).

Nesse sentido é que a horta escolar pode oferecer diversas possibilidades para auxiliar o processo ensino-aprendizagem das Ciências Naturais. Pode ser, também, um eixo organizador que permite estudar e integrar sistematicamente ciclos, processos, dinâmica de fenômenos naturais e relações entre os elementos que compõem o sistema. Além disso, pode possibilitar o tratamento de problemas reais que se originam, desenvolvem e reformulam naturalmente, sem necessidade de apresentação de situações problemáticas artificiais (WEISSMANN, 1998, p. 157).

Nesses termos, este trabalho tem como objetivo norteador investigar se uma sequência didática, utilizando o ambiente natural da horta, pode possibilitar a apropriação de conceitos ecológicos relativos a ecossistema, cadeia alimentar e teia alimentar e fluxo de energia por parte de estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Para melhor explicitar a importância do uso do ambiente natural da horta para aprendizagem de conceitos ecológicos, a seguir aprofunda-se um pouco mais a discussão sobre essa questão.

2.2. Por que ensinar Ecologia no Ensino Fundamental tendo como referência o ambiente natural da horta

A horta, um pequeno jardim, é um microcosmo de todo o mundo natural e, a partir dele, pode-se re-conceituar o currículo escolar. Ao construí-lo e ao cultivá-lo pode-se aprender conceitos básicos de ecologia.

A vivência de uma situação concreta como a da elaboração de uma horta, permite, ainda, o surgimento de problemas e discussões que demandam a utilização de outras áreas de conhecimento, o que faz da interdisciplinaridade algo espontâneo. Do mesmo modo, temas considerados pelos Parâmetros Curriculares Nacionais como transversais estariam naturalmente inseridos nesse contexto.

O ambiente natural da horta no contexto escolar pode ser um espaço que possibilite aos estudantes uma alfabetização ecológica, caso não seja compreendido apenas como um local onde se produzem alimentos sem o uso de agrotóxicos para a merenda escolar e/ou para gerar renda complementar à comunidade da escola.

Segundo Capra (2006), a horta é essencial para ser usada como o *locus* onde se observam os ciclos e fluxos dos ecossistemas, onde se aprende que na natureza o resíduo de uma espécie é o alimento de outra, onde se vê que a energia vem do sol, onde se presencia o metabolismo, se percebem as redes. O mesmo autor argumenta que ensinar os conceitos básicos de Ecologia na horta é aprender no mundo real em sua plenitude; é permitir o sair da letargia e o trazer benefícios para o desenvolvimento de cada estudante da comunidade escolar. É uma das melhores formas de tornar as crianças ecologicamente alfabetizadas e, desse modo, aptas a contribuir para a construção de um futuro sustentável, e esse deve ser nosso primeiro imperativo.

Orr (1998) contribui com essas ideias ao expor que uma pessoa ecologicamente alfabetizada seria aquela que possui o senso estético de encantamento com o mundo natural e com a teia da vida, e a condição essencial para a Alfabetização Ecológica é a necessidade da experiência direta com a natureza, também conhecida como educação ao ar livre, que corresponde a uma estratégia pedagógica na qual se procura aprender através do contato com a natureza.

Os estudantes nos anos iniciais do Ensino Fundamental têm uma relação prazerosa com os conhecimentos relacionados aos fenômenos da natureza e aos da sociedade e sentem grande satisfação ao formular questões sobre o assunto, fazer explorações e descobertas. Contudo, esse prazer nem sempre é despertado e os estudantes nos anos iniciais do Ensino

Fundamental têm grande dificuldade de compreender a maioria dos conceitos científicos que estudam no ensino dessa área e, com isso, para muitos estudantes, aprender Ciências é decorar nomes e descrições de fenômenos.

Nesse sentido, Barlow (2006) aponta que estudar Ecologia em uma horta é uma dinâmica de aula capaz de estimular o interesse dos estudantes. Defende, então, que é preciso “*aprender no mundo real*”. O professor pode explorar e aumentar a curiosidade e criatividade dos alunos com o uso da horta para perceber o meio e quais as interferências do homem nos impactos ambientais e sobre a diversidade ecológica.

O ensino de Ecologia possui um caráter amplo e complexo, pois envolve diversos campos do saber. Tal aspecto exige uma abordagem cada vez menos fragmentada, carecendo da utilização de métodos interdisciplinares com uma visão sistêmica e holística. Ensinar Ecologia na horta sob essa visão, ou seja, educar para a sustentabilidade, possibilita a sensibilização para a necessidade de se proteger o meio ambiente, cria oportunidade para se compreender melhor as relações do indivíduo com a natureza, cria um ambiente dinâmico de aprendizagem e promove a cooperação através de atividades de grupo.

A horta, quando faz parte do currículo da escola, fornece uma conexão direta com o ambiente natural, ela oferece um poderoso arcabouço para a abordagem sistêmica da reforma escolar que hoje está sendo amplamente discutida pelos educadores, a horta vem mostrando resultados satisfatórios, onde a relação homem/meio ambiente se estreita a partir de uma atividade que envolve o exercício da cidadania e a aquisição de conhecimentos nas áreas de Ecologia (CAPRA, 2003).

Ressalta-se que é cada vez mais importante ensinar Ecologia nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Entende – se que as crianças são capazes de aprender os conceitos básicos de Ecologia se lhes forem ensinados. A justificativa para o ensino de Ecologia para as crianças é baseada nas seguintes premissas: i) as crianças estabelecem contato com a natureza, pois muitas delas perderam essa possibilidade, ii) muitas famílias residem em edifícios ou em casas cujos quintais são totalmente cimentados, iii) são relativamente escassas aulas de ecologia em ambientes naturais. Isso é lastimável, porque a partir dessa perspectiva as crianças relacionam o novo com o que já é do seu cotidiano. Assim, o melhor lugar é a horta que é semelhante ao que eles já sabem, aprendem melhor através de experiências concreta. É preciso dar-lhes oportunidade de explorar as plantas em seus ambientes locais, as crianças necessitam ser imersas no ambiente ao ar livre e aprender sobre ele.

Entretanto, de modo geral, as ações envolvendo o uso de hortas no ensino de

Ecologia não estão presentes na maioria das atividades pedagógicas de escolas públicas municipais e estaduais. Seu uso se caracteriza pelo cultivo convencional de hortaliças, plantas medicinais, plantas ornamentais e outros. Vasconcellos (1998) reitera essas ideias apontando que a educação ambiental no país, na prática, está constantemente em função de atividades pontuais e específicas.

Oportunamente destacam-se aqui experiências da pesquisadora responsável por este trabalho em projetos realizados em escolas públicas nas quais atuou como professora efetiva da Rede de Ensino Estadual e Municipal. Uma dessas experiências está relacionada à crença de que a questão ecológica restringe-se a ações de preservação do ambiente. No entanto, essas ações promovidas pelas escolas são quase sempre incipientes, restringindo-se, muitas vezes, a reciclagem, a plantio de árvores, a jardinagem, a semana do meio ambiente, e, também, a implantação de uma horta escolar, visando apenas montagem dos canteiros, sementeira, rega, colheita – o ponto alto da atividade. O produto da colheita é utilizado na merenda da escola ou levado pelos estudantes, em pequenas porções, para o uso de sua família. Algumas dessas atividades não propõem discussões além das que extrapolem as técnicas de plantio, como também não se tornam temas-geradores de questionamentos em torno do consumismo e da lógica produtiva do mercado. Cabe salientar que há escolas que também propiciam condições para professores e estudantes aprenderem Ecologia fora do espaço escolar para observarem curiosidades e familiarizarem-se com belezas da natureza em jardins, com objetivo de alfabetizá-los ecologicamente. Em alguns casos, quando são proporcionadas essas visitas, os estudantes acham que é apenas um “passeio fora da sala de aula”.

Assim, o que se observou, ao longo dos anos nas escolas, é que as ações empreendidas não têm levado a uma mudança acentuada de consciência sobre esses assuntos, pelo menos não de forma a alterar sensivelmente os problemas do país. Além disso, a forma como os conteúdos são apresentados em sala de aula contribui para um ensino deficiente em Ciências e desinteressante para o estudante.

Acredita-se que essas situações podem ser ocasionadas, em parte, pelas dificuldades de os professores trazerem em suas práticas pedagógicas conceitos relativos às interações tróficas nos ecossistemas, exemplificando-os no ambiente natural. Acredita-se, também, que o ensino e a aprendizagem de Ecologia, seja ela de construída de horta tradicional, ou em forma de mandala, é um recurso didático valioso para o ensino dos conteúdos de Ecologia.

Por isso, nesse trabalho, é que se propõe o desenvolvimento de uma sequência didática, utilizando o ambiente natural da horta, com o intuito de auxiliar professores de

Ciências no ensino de conceitos ecológicos. No desenvolvimento desta proposta, investigar-se-á, à luz do referencial de uma perspectiva histórico-cultural do desenvolvimento humano, fundamentado nas ideias de Vygotsky, o como uma sequência didática, utilizando-se o ambiente natural da horta, pode possibilitar a apropriação de conceitos ecológicos relativos a ecossistema, cadeia alimentar e teia alimentar e fluxo de energia por parte de estudantes dos anos iniciais do Ensino fundamental. Com base nesse referencial, pretende-se abordar na sequência didática uma articulação entre os conceitos espontâneos/cotidianos, trazidos pelos estudantes, e os científicos, veiculados na escola, de maneira que os conceitos espontâneos/cotidianos possam inserir-se em uma visão mais abrangente do real e os conceitos científicos tornem-se mais concretos, calcados nos conceitos espontâneos gerados na própria vivência dos estudantes. Para melhor explicitar o referencial teórico, apresentam-se a seguir alguns de seus aspectos.

2.3. O papel do professor e a elaboração de conceitos pelo estudante em uma perspectiva histórico-cultural do desenvolvimento humano

A presente investigação se fundamenta em uma perspectiva histórico-cultural do desenvolvimento humano, para análise e reflexões da pesquisa na abordagem histórico-cultural, teoria criada por um grupo de psicólogos soviéticos, liderado por L. S. Vygotsky (1896-1934) cujo princípio orientador é a dimensão sócio-histórica do psiquismo. A obra desse autor, no contexto da escola do Ensino Fundamental, é apropriada porque, por meio da mediação, o professor nesse contexto é o sujeito mais capaz, ou aquele que pode possibilitar a apropriação dos conceitos científicos/sistematizados, o aprendizado destes. Os estudos do referido autor também podem esclarecer muitas dúvidas dos professores no sentido de entenderem como seus estudantes constroem seus conceitos, assim como podem subsidiar a organização de um ensino capaz de promover o desenvolvimento desses conceitos.

Conferindo à escola uma importante função na formação dos sujeitos, o ensino torna-se mais efetivo a partir da perspectiva sócio-histórica. Perspectiva esta que, ao explicitar as dificuldades, propõe soluções que, se efetuadas sob a orientação dessa teoria, permitirão o sucesso do trabalho pedagógico. O papel desempenhado pela cultura e pela linguagem no desenvolvimento humano é um aspecto essencial na obra de Vygotsky. O desenvolvimento da conceitualização na criança transcorre no processo de incorporação da experiência geral da humanidade, mediada pela prática social, pela palavra (também ela uma prática social), na interação com o(s) outro(s) (FONTANA, 1996, p.14).

Essencial para o desenvolvimento cognitivo é a interação social entre o estudante e um adulto experiente, ou seja, o professor. Sendo assim, é na interação social com pessoas importantes na vida da criança, os pais e outros adultos, que a criança aprende padrões de fala, linguagem escrita e conhecimentos simbólicos que afetam a construção do conhecimento, esse processo é nomeado de internalização. Nesse sentido, a linguagem segue a direção social-individual, ou seja, acontece entre pessoas e, depois, internamente (no indivíduo). A partir daí, a linguagem afeta todos os processos intersujeitos e intrassujeitos.

“A internalização de formas culturais de comportamento envolve a reconstrução da atividade psicológica tendo como base as operações com signos” (VYGOSTSKY, 1984, p. 64-65).

O estudante não é uma “tabula rasa”; portanto, a aprendizagem não se dá por simples aquisição dos conceitos científicos transmitidos de forma simples e direta. Os conceitos científicos constituem um processo social que se faz no diálogo, na negociação de significados entre sujeitos.

Na visão de Fontana (1996), no contexto escolar as atividades que envolvem a elaboração de conceitos sistematizados são dispostas para a criança de maneira discursiva e lógico-verbal, o que significa que a relação entre a criança e o conceito é sempre mediada por outro conceito. Ou seja, o processo de elaboração conceitual efetiva-se por uma articulação dialética entre os conceitos espontâneos/cotidianos e os conceitos sistematizados.

Convém ressaltar que Vygotsky (1996) descreve dois tipos de conceitos: os cotidianos e os e os científicos. Nessa classificação ele leva em conta não só o conteúdo dos conceitos, mas o percurso de sua formação e os processos mentais envolvidos. Os chamados conceitos cotidianos são aqueles que partem de vivências, situações concretas, observações do mundo, dos questionamentos dirigidos aos adultos ou a pessoas mais experientes, podendo alcançar um nível de abstração, “generalização de coisas”. O conceito cotidiano é considerado denotativo, pois se define a partir de propriedades perceptivas, funcionais ou contextuais de seu referente, da coisa em si.

A análise de Vygotsky (1998) de conceitos cotidianos e científicos fornece uma base para examinar como as crianças aprendem antes de entrarem para a escola e como esse conhecimento se relaciona com os conceitos espontâneos, os conceitos espontâneos são conceitos cotidianos, são a base vivencial e cultural necessária para a formação de conceitos científicos. Esses conceitos são adquiridos pela criança fora do contexto de instrução. São, em sua maioria, retirados de adultos, mas eles nunca foram apresentados à criança de forma sistemática e não foram feitas tentativas para ela conectá-los com outro conceito.

Mais uma vez, enfatiza-se que eles não são estáticos e nem se relacionam com a lista de palavras ou significados, mas são categorias dinamicamente constituídas num contexto social. Os próprios alunos formam seus conceitos sobre as coisas. O papel do professor mediador é favorecer a apropriação e a elaboração de conceitos científicos e conceitos cotidianos, a explicitação dos processos e procedimentos de construção do conhecimento em sala de aula.

Vygotsky (1993) enfatiza que foi quando o homem criou os instrumentos é que se deu início à sociedade, havendo assim o desenvolvimento da linguagem que foi um passo relevante para humanidade, pois ela é o instrumento de mediação entre o indivíduo e a sociedade. Aponta que não é apenas através da fala que o indivíduo se comunica com a sociedade, mas também através da linguagem escrita que é um processo muito mais complexo. Ressalta que o contexto em que a criança está inserida é de suma importância para seu desenvolvimento.

Para Vygotsky (2001), a linguagem é ferramenta básica na apreensão do saber, instrumento simbólico básico do ser humano e age sobre o pensamento, modificando-o e possibilitando o desenvolvimento da estrutura das funções psicológicas superiores.

Os mecanismos semióticos mediam o funcionamento social e individual. Semiótica significa “a língua”, escrita, esquemas, desenhos, e todos os tipos de signos convencionais, essas ferramentas são centrais para a apropriação do conhecimento, através da atividade de representação pelo indivíduo em desenvolvimento. Nos anos iniciais, o ensino deve ser pensado, não só em termos de transmissão de conhecimento, mas de transação e de transformação.

Considerando-se a importância do social no desenvolvimento dos indivíduos, Vygotsky (1978) desenvolveu o conceito de zona de desenvolvimento proximal (ZDP), que foi definido como a distância entre o nível de desenvolvimento real, determinado através de independentes resoluções de problemas e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através de solução de problemas sob a orientação de adultos ou em colaboração com pares mais capazes (p.86).

Para trabalhar com a criança na zona de desenvolvimento proximal, é necessário trabalhar com o mundo interno da criança, promovendo o crescimento dela.

A abordagem de Vygotsky (1978), na prática educacional, requer que o professor reconheça a ideia da "zona de desenvolvimento proximal" e estimule o trabalho colaborativo, de forma a potencializar o desenvolvimento cognitivo dos alunos.

Na concepção histórico-cultural de Vygotsky (1998), o homem constrói o

conhecimento a partir da interação mediada pelo cultural, pelo outro sujeito. Nessa direção, Vygotsky introduz um conceito que irá ocupar uma posição especial nos debates atuais sobre a relação entre desenvolvimento e aprendizagem da criança: o conceito de “zona de desenvolvimento real” e “desenvolvimento potencial”.

O desenvolvimento real indica o nível de desenvolvimento das funções mentais da criança, caracterizado pelo que ela consegue realizar por si própria, sem auxílio de adultos ou de crianças mais experientes. O desenvolvimento potencial é tudo aquilo que a criança ainda não consegue realizar de forma independente, mas que realiza quando em colaboração com outras pessoas mais experientes. A zona de desenvolvimento proximal indica a distância entre o desenvolvimento real e o desenvolvimento potencial. Para a criança atingir o desenvolvimento potencial é necessário que se instaure um processo de colaboração e ajuda mútua com outros sujeitos, através de ações partilhadas na zona de desenvolvimento proximal.

Para Vygotsky (1991, 1993), a aprendizagem é um momento necessário e universal para que se desenvolvam na criança características humanas formadas historicamente. O professor contribui para a aprendizagem e, conseqüentemente, para o desenvolvimento do estudante.

Ele tem uma função mediadora que é realizada a partir de ações conscientes e dirigidas para um fim específico de propiciar a instrumentalização básica do aluno de modo que permita que este conheça, de forma crítica a realidade social e que, a partir deste conhecimento, haja a promoção do desenvolvimento individual (FACCI, 2004, p. 26).

O processo de desenvolvimento segue o processo de aprendizagem e este é responsável por criar a zona de desenvolvimento proximal (ZDP). Vygotsky (1991, 1993) enfatiza que é intervindo na ZDP que o professor provoca o desenvolvimento, pois ajuda o estudante a efetivar aprendizagem.

A ZDP permite-nos delinear o futuro imediato das crianças e seu estado dinâmico de desenvolvimento, propiciando o acesso não somente ao que já foi alcançado, como também àquilo que está em processo de maturação.

O conceito de mediação é uma contribuição fundamental da teoria de Vygotsky, significa a ação que se interpõe entre o sujeito e o objeto de conhecimento. É pela mediação dos recursos sociais que o indivíduo conhece o mundo e constrói sua representação real.

No campo mais específico das práticas pedagógicas, entende-se que tal

conhecimento permitirá uma revisão e uma reformulação total dos processos de planejamento, desenvolvimento e avaliação das práticas pedagógicas escolares, tradicionalmente concebidas e organizadas a partir da identificação do nível de desenvolvimento real dos estudantes, daquilo que eles sabem fazer, do seu desenvolvimento retrospectivo (a criança consegue resolver algo sem ajuda), do produto do seu desenvolvimento e de sua aprendizagem, sem tomar em consideração seu desenvolvimento prospectivo (precisa de auxílio).

Baseada nos princípios de Vygotsky, é relevante a ideia de mediação social. Para isso é vital que haja uma escola em que as pessoas possam dialogar, esclarecer dúvidas, discutir, experimentar, questionar e compartilhar saberes. Uma escola em que haja espaço para as transformações, para as diferenças, para os erros, para as contradições, para a colaboração mútua e para a criatividade.

A internalização das formas culturais de comportamento ocorre ao longo da existência do sujeito, transformando processos interpessoais em intrapessoais. O contexto social não atua apenas como influenciador nos processos subjetivos, ele está na gênese da atividade individual.

Vygotsky auxilia na reflexão sobre as concepções de professores sobre o aspecto da prática pedagógica na medida em que se refere ao psiquismo como um sistema organizado, cujo caráter é sócio-histórico. Seus estudos revelam que a subjetividade constitui-se na intersubjetividade. Ao discutir sobre o papel constituído do outro na “personalidade”, Vygotsky afirma que qualquer função é uma relação social entre duas pessoas. Meio de influência sobre si – inicialmente – meio de influência sobre os outros e dos outros sobre a personalidade (VYGOTSKY, 2000, p. 25).

O interesse em elaborar um projeto que relacione a teoria histórico-cultural de Vygotsky com o ensino de Ciências encontra-se na preocupação com o atual ensino dessa Disciplina. Na maioria dos casos, ele tem tomado a dimensão de mero componente curricular dentro de um programa de formação profissional. Isso por acreditar que a Ciência tem uma importância fundamental no processo de formação social e cultural dos indivíduos, podendo ultrapassar o limite de informação para atingir o de formação.

Ver o ensino de Ciências na perspectiva interacionista da teoria de Vygotsky, proporcionando uma ênfase no seu aspecto social, possibilitando uma aproximação entre os conceitos espontâneos (adquiridos no cotidiano) e os de natureza científica (adquiridos em ambiente escolar) é o desafio principal. A escolha por essa teoria justifica-se por ela oferecer um sistema de referência capaz de contribuir para a melhoria do ensino sem implicar

recursos não existentes na escola. Na aprendizagem escolar, ela tem sido de grande valia para todos aqueles que buscam alternativas para melhorar o ensino de Ciências.

As proposições de Vygotsky podem orientar as ações docentes no cotidiano de sala de aula tais, pois ela trata de uma mudança na maneira de o professor ensinar.

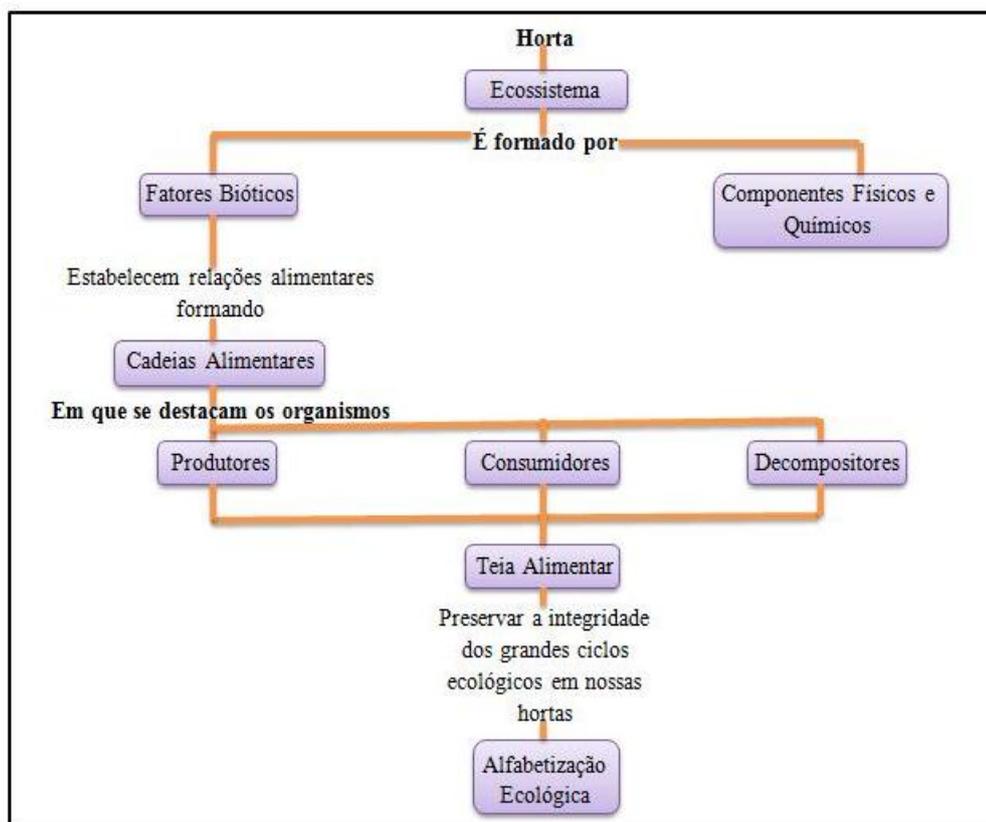
É importante ressaltar a importância do conhecimento do Enfoque Histórico Cultural, porque é inegável que, com a falta de uma fundamentação pedagógica, o professor fica sem embasamento para estruturar suas aulas. É imprescindível destacar o papel do professor no processo de construção do conhecimento, pois ele é um elo entre aluno e o conhecimento, atua na zona de desenvolvimento proximal, no qual sua intervenção é direta e sistematizada, pois é ele que deve auxiliar a criança a avançar.

Por isso, no intuito de contribuir para a melhoria da prática pedagógica em Ciências, possibilitando aos professores que atuam nos anos iniciais uma forma de abordar conceitos ecológicos, neste trabalho, cujo enfoque é Alfabetização Ecológica, tendo a horta como ambiente natural propõe-se desenvolver uma sequência didática para promover a apropriação de conceitos de Ecologia relativos a ecossistema, cadeia alimentar e teia alimentar e fluxo de energia no ecossistema por parte de alunos dos anos iniciais de escolarização. Cabe explicitar que uma sequência didática, de acordo com Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004, p. 97), é definida como “um conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática”. São instrumentos que podem guiar professores, propiciando intervenções sociais, ações recíprocas dos membros dos grupos e intervenções formalizadas nas instituições escolares tão necessárias para a organização da aprendizagem em geral e para o progresso de apropriação de gêneros em particular. Assim, esse recurso possibilitará um trabalho organizado de modo sistemático, em torno de uma série de conteúdos, desenvolvidos em etapas, para que o estudante adquira uma visão mais integrada dos conceitos básicos de Ecologia.

O trabalho será realizado pelo viés da abordagem histórico-cultural; o aluno e o docente serão vistos como participantes de um processo coletivo de elaboração (construção e reconstrução) de saberes, pela interlocução, e que é sustentado pelo diálogo entre os sujeitos (VYGOTSKY, 2001).

2.4. Sequência didática

A seguir apresenta-se a estrutura da sequência didática e os passos a serem seguidos no processo de investigação.

Figura 3. Resumo dos conceitos abordados na sequência didática**Quadro 1.** Episódios de ensino.

Episódio de ensino	Descrição	Objetivo
1	Orientação para exploração do ambiente natural e levantamento das concepções dos estudantes sobre esse ambiente	Reconhecer os fatores bióticos e abióticos dentro de um ecossistema
2	Conceituação dos elementos do ambiente: fatores bióticos e abióticos	Introduzir os conceitos de ecossistema reconhecer que os componentes de um ecossistema interagem uns com os outros.
3	Apresentação dos seres vivos que atuam como produtores na horta	Identificar as primeiras noções em relação aos seres vivos que atuam como produtores
4	Influência do sol, da água, do ar e dos nutrientes sobre o crescimento e o desenvolvimento da planta.	Perceber se a luz influencia no crescimento e no desenvolvimento de uma planta
5	Introdução dos conceitos básicos de fotossíntese	Introduzir os conceitos básicos de fotossíntese

6	Identificação dos consumidores e decompositores na horta	Verificar a capacidade de identificar os componentes de uma cadeia alimentar
7	Apresentação de diagrama em que se visualiza esquema da cadeia alimentar da comunidade estudada	Construir um modelo simples de ecossistema utilizando símbolos (diagrama) ou desenho
8	Exposição visando à compreensão de como os elementos circulam entre os componentes do ecossistema	Instigar a compreensão de que os nutrientes são reciclados através de um ecossistema, mas que energia está sendo constantemente utilizada.
9	Montagem de uma teia alimentar com auxílio de diagramas	Construir uma teia alimentar
10	Preservação da integridade dos grandes ciclos ecológicos em nossas hortas.	<p>Ensinar e aprender os princípios básicos da ecologia para nos tornarmos “ecologicamente alfabetizados”, e conhecer as diversas redes de interações que constituem a teia da vida.</p> <p>Construir um futuro sustentável que permita preservar e, se possível, restaurar a integridade dos sistemas naturais.</p>

No próximo item apresenta-se a sequência didática (SD) para o desenvolvimento dos conceitos de Ecologia relativos a ecossistema, fatores bióticos e abióticos, cadeia alimentar, pirâmide, teia alimentar, fotossíntese e fluxo de energia. Essa sequência terá como tema gerador o ambiente natural da horta e será desenvolvida com estudantes do quinto ano do Ensino Fundamental, com o intuito de que eles se apropriem de tais conceitos. Para tal, o desenvolvimento da sequência didática implicará as seguintes etapas:

2.4.1. Etapa 1 – Orientação para exploração do ambiente natural e levantamento das concepções dos estudantes sobre ecossistema

Em sala de aula os estudantes serão orientados sobre a visita que farão à horta da escola para observarem o ambiente natural e o que compõe esse ambiente. Para a visita os

estudantes deverão registrar suas observações, assim como suas respostas a perguntas da professora relativas a quais seres são encontrados naquele ambiente, a quais seres são considerados seres vivos e relativas a outros componentes do ambiente. As observações e as respostas dos estudantes a essas questões servirão para o levantamento sobre suas concepções sobre ecossistema. Essa ideia se apoia no pensamento de Vygotsky (2001), o qual considera que o aprendizado das crianças começa muito antes de elas frequentarem a escola, que qualquer situação de aprendizagem com a qual a criança se defronta na escola tem sempre uma história prévia.

Nessa perspectiva, o desenvolvimento e a aprendizagem estão inter-relacionados desde o nascimento da criança, percebe-se que os estudantes já dominam uma série de conhecimentos sobre o mundo que os cercam, isto ficou evidente nos diálogos entre eles. Assim, não se pode considerar o estudante como “um ser vazio”, posto que ele já possui conhecimentos antes de entrar na escola, denominados por Vygotsky (1991) de conhecimentos cotidianos, e devem ser levados em conta quando o professor inicia o processo de construção do conhecimento escolar através da mediação, denominado de conhecimento científico. Nesses termos, conforme Oliveira (1997), o processo ensino-aprendizado deve ter início a partir daquilo que os estudantes já sabem (Zona de Desenvolvimento Real - ZDR) e deve chegar aos objetivos estabelecidos pela escola, atingindo as etapas não consolidadas (Zona de Desenvolvimento Proximal - ZDP).

Prosseguindo nessa etapa, após as orientações, os estudantes serão acompanhados pela professora/pesquisadora ao ambiente natural da horta, onde será feito o levantamento das concepções dos estudantes sobre ecossistema, para se identificar quais conhecimentos que estudantes possuem sobre os fatores bióticos e abióticos. É conveniente que se tenha noção daquilo que o estudante já sabe. Isso possibilita o desenvolvimento de um trabalho pedagógico adequado.

Ao término desta etapa, o diário de campo será recolhido e analisado para que se compreendam os avanços vivenciados pelos estudantes durante a aula de campo.

Dessa forma evita-se a aprendizagem com ênfase na memorização de uma coleção de fatos e na descrição de fenômenos DELIZOICOV, D. (1991). A aplicação dessa SD na horta será um passo a favor do ensino que se propõe a efetivar. A partir da análise dos dados dessa etapa, referente às concepções dos estudantes sobre o ambiente, desenvolver-se-á a etapa dois, que será apresentada a seguir.

2.4.2. Etapa 2 – Conceituando os elementos do ambiente – fatores bióticos e abióticos

Essa etapa tem como objetivo conhecer o que os estudantes já sabem sobre o tema em estudo. Essa atividade será feita na sala de aula: a professora/pesquisadora colocará os estudantes em círculos e apresentará as respostas dadas por eles no quadro; discutirá com eles os conceitos explicitados no início e, com base neles, apresentará conceitos de ecossistema. O objetivo é explorar os conhecimentos dos estudantes e, por meio de situações problemas, proporcionar o confronto dessas ideias com o saber científico sistematizado, provocando modificação às representações trazidas pelos estudantes. Para Vygotsky (2010), o estudante não é um "quadro branco" ou uma "tabula rasa", um ser passivo, mas um sujeito que realiza uma atividade organizadora na sua interação com o mundo, sujeito capaz inclusive de renovar sua própria cultura. O indivíduo ao mesmo tempo em que internaliza as formas culturais, transforma-as e intervém em seu meio e nessa relação dialética com o mundo o sujeito se constitui e se liberta (REGO, 1995). Na etapa três, verificar-se-á se os estudantes conceituam os elementos que compõem o ambiente.

2.4.3. Etapa 3 - Os seres vivos que atuam como produtores na horta

Na etapa anterior os estudantes tiveram conhecimento acerca da parte viva e não viva que compõe o ambiente. Na etapa a seguir eles receberão informações em torno dos conceitos de produtores.

A professora/pesquisadora conduzirá os estudantes até à horta, ambiente natural. Eles serão distribuídos em grupos, formados por quatro pessoas, e, por meio de uma interação discursiva, passar-se-á à coleta das informações sobre o assunto, com vistas a se identificarem as primeiras noções em relação aos seres vivos que compõem uma cadeia alimentar. Os estudantes deverão identificar na horta quais são os seres vivos que têm a cor verde, que dependem do sol para sobreviver, que retiram os nutrientes do solo e que não podem viver sem água. Após verificarem os componentes que têm esses atributos, os estudantes deverão anotar no caderno. O intuito dessa etapa será o de observar se os estudantes conseguirão identificar os produtores que compõem uma cadeia alimentar, o de promover o aprofundamento, a revisão de conceitos, o esclarecimento, *in loco*/na horta, de contradições, a reavaliação de termos de uso diário.

2.4.4. Etapa 4- Influência do sol, da água, dos nutrientes sobre o crescimento e o desenvolvimento da planta.

Para essa etapa os estudantes serão divididos aleatoriamente em cinco grupos e irão observar o crescimento de rúcula plantada em dois canteiros: um, situado na sombra; e outro, exposto sob grande incidência de sol. No desenvolvimento dessa prática, serão obedecidos os seguintes passos: preparo do solo, construção de dois canteiros para o cultivo das rúculas, uso de adubo orgânico e controle manual de plantas. O professora/pesquisadora orientará os estudantes para que prestem atenção na influência do sol, da água, dos nutrientes sobre o crescimento e o desenvolvimento dos vegetais. No decorrer de vinte dias, os estudantes farão observação, análise e registro acerca do desenvolvimento do processo de cultivo das rúculas nos dois canteiros.

O objetivo é verificar se os estudantes compreendem que os vegetais são seres capazes de produzir seu próprio alimento, que dependem diretamente do sol para seu crescimento e desenvolvimento.

A sexta intervenção será realizada após transcorridos aproximadamente vinte dias, será o momento do relato das atividades efetuadas pelos grupos.

2.4.5. Etapa 5 - Introduzir os conceitos básicos de fotossíntese

Através de algumas intervenções, na etapa 5, mostrar-se-ão aos estudantes o como os vegetais são capazes de produzir seu próprio alimento e o porquê eles utilizam a luz solar para transformar água e gás carbônico em alimento.

Os estudantes irão primeiramente sentar-se em círculos em sala de aula e expor a experiência adquirida na etapa anterior. A professora/pesquisadora dará oportunidade para que os estudantes troquem ideias, exponham seus conhecimentos e suas dúvidas. Nesse papel, a professora/pesquisadora incentivará a participação de todos, organizará as falas, fará intervenções, transformando o discurso oral num texto escrito. Far-se-ão algumas perguntas como, por exemplo: Quais os elementos de que a planta necessita para crescer? Com que finalidade as plantas utilizam a luz solar? De que forma as plantas se alimentam?

A partir de questões abertas, o objetivo será identificar se haverá mudança, evolução ou ampliação dos conceitos por parte dos sujeitos pesquisados. O resultado dessas questões serão apresentados no capítulo de análise de dados.

2.4.6. Etapa 6 – Identificando os consumidores e decompositores na horta

Para a realização das atividades relativas a essa etapa, a sexta, será solicitado aos estudantes que formem grupos e que se dirijam à horta. Na horta os estudantes deverão identificar e relacionar em seus diários de campo os seres vivos que são incapazes de produzir seu alimento e que estão constantemente à procura das fontes de nutrientes provenientes do exterior; os seres vivos que se alimentam dos restos alimentares dos demais seres vivos, que atuam sobre os cadáveres dos insetos e sobre plantas. Após o retorno para a sala de aula, a professora/pesquisadora conversará com os estudantes sobre o que eles já conheciam e entendiam sobre os consumidores e os decompositores.

2.4.7. Etapa 7 – Diagrama esquematizando a cadeia alimentar da comunidade estudada

De posse das informações até aqui coletadas, a professora/pesquisadora fará uma revisão oral para sanar qualquer dúvida que persista. Encaminhará os estudantes até à horta e solicitará que eles, em grupo de quatro, desenhem, em seus cadernos, um diagrama esquematizando a cadeia alimentar da comunidade estudada.

Esses desenhos serão analisados em sala de aula. Cada grupo irá mostrá-los e esse exercício terá por finalidade o fornecimento de conhecimento direto sobre os principais tipos de organismos que compõem a cadeia alimentar e sobre qual a relação que se estabelece entre os produtores, os consumidores e os decompositores.

Na próxima etapa os estudantes irão construir a pirâmide energética.

2.4.8. Etapa 8 – Compreender como os elementos circulam entre os componentes do ecossistema

Em sala de aula serão revistos os seguintes conceitos: O que é um produtor? O que é um consumidor? O que é um decompositor? Quais são os diferentes tipos de consumidores? Estes conceitos são componentes dos níveis tróficos. Segundo Odum (1988), níveis tróficos são categorias nas quais os organismos se enquadram de acordo com a sua nutrição. Para o autor, se você colocar cada nível em cima uns dos outros você começará uma pirâmide. Essa

pirâmide é chamada de “pirâmide trófica.”.

2.4.8.1. Atividade

Após os estudantes terem construído uma cadeia alimentar com os componentes da horta, far-se-á uma pirâmide. Eles identificarão os diferentes níveis. Para a montagem da pirâmide de energia usando os componentes da horta, escolher-se-á um estudante de um dos grupos para retirar da horta um elemento. Em seguida, irão sendo formuladas diferentes questões aos estudantes. Por exemplo:

- O que acontecerá acima do nível trófico se este componente faltar?
(Resposta esperada: Eles não terão comida.)

- O que acontecerá abaixo da pirâmide?

(Resposta esperada: Não haverá mais nada para comer.)

- O que acontecerá caso se tire a parte da pirâmide referente aos produtores?

(Resposta esperada: A pirâmide poderá desmoronar, porque não há nada para apoiar os níveis mais elevados, porque nenhum organismo poderá sobreviver sem energia.)

- O que poderá ocorrer, caso se retirem o alimento dos consumidores?

(Resposta esperada: Nenhum dos consumidores vai sobreviver.)

- O que acontecerá, se o consumidor primário for removido?

(Resposta esperada: Não haverá ninguém para consumir a planta)

- O que acontecerá com a planta?

(Resposta esperada: Aumentará a sua população, porque não haverá mais nada para controlá-la.)

- Quais dos níveis tróficos são mais importantes na pirâmide?

(Resposta esperada: os produtores)

Na sequência, a professora/pesquisadora irá explicar que os níveis tróficos estão na forma de pirâmide, porque nem toda a energia em um nível vai para o próximo, apenas cerca de 10 % atinge o próximo, o restante da energia é perdida antes que ela se mova para o próximo nível.

A quantidade de energia que um nível trófico recebe é sempre maior do que aquela que irá ser transferida para o nível seguinte. Isso é devido a dois fatores: parte da energia adquirida pelos organismos de um determinado nível trófico será utilizada para a manutenção de seu metabolismo. Todos os seres vivos obtêm energia a partir de seus alimentos de forma que eles podem se mover e crescer. Grande parte da energia adquirida será perdida na forma de calor, o qual irradia do corpo dos organismos, e não pode ser transferida a outro nível. Ao organismo se alimentar do nível trófico anterior, grande parte da energia contida no alimento não pode ser aproveitada, sendo perdida nos restos de substâncias eliminadas com as fezes e outros resíduos.

Após esses esclarecimentos, a professora/pesquisadora fará a seguinte questão aos estudantes: de onde a planta obtém alimento e para onde essa energia vai?

A resposta esperada é a que se segue: as plantas capturam a energia do sol e a usam para formar moléculas orgânicas essenciais à vida. Esse processo, a fotossíntese, requer o pigmento verde clorofila, que está presente nas folhas. As moléculas orgânicas formadas durante a fotossíntese fornecem não apenas a energia que ativa os sistemas vivos, mas também as grandes moléculas estruturais que compõem os organismos vivos.

A professora/pesquisadora explicará que usamos a energia em todas as atividades que são realizadas no dia a dia, e que essa energia não pode se passada para outro nível trófico, pois não está mais disponível. Com os movimentos que realizamos, essa energia é perdida em todo o caminho até chegar em cima. A maior parte da energia dos produtores nunca chega aos consumidores do topo.

Na próxima etapa os estudantes irão construir uma teia alimentar.

2.4.9. Etapa 9- Montar uma teia alimentar com auxílio de diagramas.

Na etapa nove, os estudantes vão receber cartolinas e se reunirão em grupo (cinco pessoas) para realizar a atividade a ser proposta. Os estudantes irão desenhar uma teia alimentar com auxílio de diagramas. Os estudantes farão em grupo uma avaliação, ao tentar construir o diagrama. Se os componentes da equipe encontrarem dificuldades em desenvolver essa atividade, deverão discutir com o grupo. O objetivo dessa atividade é a equipe perceba a evolução conceitual sobre os assuntos abordados. A elaboração de uma teia alimentar com auxílio do diagrama permitirá a visualização da estrutura cognitiva dos estudantes, dessa forma, será possível avaliar a evolução conceitual dos estudantes e refletir

se a sequência didática foi ou não bem sucedida.

2.4.10. Etapa 10 - Preservar a integridade dos grandes ciclos ecológicos em nossas hortas

Nessa última etapa, cadeiras serão levadas para a horta para que os estudantes se acomodem. Os estudantes serão reunidos em volta da horta, num grande círculo. Serão efetuadas observações para se verificar o como os estudantes farão para preservar a integridade do ciclo ecológico da horta. Para análise das respostas, recorrer-se-á a vídeo gravação.

Perguntar-se-á aos estudantes se o solo da horta é fértil e o porquê ele é considerado um solo vivo. Após apresentadas as respostas, serão dadas explicações informando aos estudantes que o solo contém bilhões de organismos vivos por centímetro cúbico e que essas bactérias do solo executam várias transformações químicas que são essenciais para a manutenção da vida na terra.

Perguntar-se-á aos grupos o porquê se deve preservar o meio, a integridade dos grandes ciclos ecológicos em nossa horta. Para facilitar a compreensão, haverá uma nova intervenção em que se questionará sobre o porquê é importante plantar diferentes variedades de hortaliças e sobre a importância ou não do uso de estrumes na horta, objeto de análise.

A seguir, far-se-á nova intervenção em que se explicará aos estudantes que, há cerca de quatro décadas, essa prática milenar de agricultura orgânica mudou drasticamente com a introdução maciça de fertilizantes químicos e pesticidas (CAPRA, 2003). A professora/pesquisadora levantará mais uma questão: caso fossem usados produtos químicos na horta, poderia haver problemas para a saúde das pessoas e para o solo? Os estudantes deverão discutir a pergunta com a equipe e escolher um elemento do grupo para responder à questão.

Nessa intervenção a professora/pesquisadora dará explicações sobre o fato de que muitos agricultores estão se dando conta dos perigos da agricultura química e voltando a usar métodos orgânicos, ecológicos. Em seguida efetuará questionamentos sobre o porquê isso está acontecendo, sobre como se pode manter a horta em equilíbrio ecológico. O estudante deverá dar sugestões de como se pode cuidar da horta sem degradá-la. Ao término dessa atividade, será realizada a análise das filmagens.

3. CAPÍTULO 3

3.1. Metodologia da Investigação

A investigação proposta neste trabalho se orienta por uma abordagem qualitativa, tendo em vista que esta, conforme Ludke e André (1986 a, p.11-13), tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento. Essa perspectiva supõe o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação investigada, possibilitando sua inserção no contexto de investigação, para melhor compreendê-lo.

O desenvolvimento da investigação implicou a participação de uma professora, a pesquisadora, e de vinte e oito estudantes do quinto ano do Ensino Fundamental, com idade de 10 a 11 anos, de uma escola pública, localizada em um município do Estado de Mato Grosso do Sul. A escolha do quinto ano (antiga quarta série) se deu por conta da abordagem do conteúdo de Ecologia estar presente na ementa curricular e nos livros didáticos desse nível escolar, e, também, porque a escola onde foi realizada a investigação já vem desenvolvendo projetos na área de meio ambiente e possui uma pequena horta para uso da merenda escolar. Outro fator que determinou a escolha dessa escola se deu pelo fato de a professora/pesquisadora ser membro do corpo docente da instituição, o que possibilitou a maior disponibilidade de espaço e tempo na escola para realização da investigação.

Para sua realização, com a permissão da direção e da coordenação pedagógica, efetuou-se primeiramente uma visita à sala de aula para breve diagnóstico da turma do quinto ano, com o objetivo de se verificar se os estudantes haviam estudado em anos anteriores conteúdos relativos a ecossistema, cadeia alimentar, teia alimentar, fotossíntese, fluxo de energia. Posteriormente procedeu-se ao desenvolvimento da sequência didática proposta.

Os dados foram coletados a partir dos seguintes documentos: videogravações, registros escritos e desenhos dos estudantes, registros escritos da professora/pesquisadora no diário de campo. As informações que serviram de base para a construção dos dados foram os registros das aulas efetuados, tanto em sala de aula, quanto no ambiente natural da horta, durante o desenvolvimento da sequência didática.

Esses registros foram feitos no diário de campo e em videogravação, para a qual foi utilizada uma filmadora cedida pela escola e cinco fitas VHS. Vale ressaltar que o uso do

recurso do vídeo permite que o professor/pesquisador levante muitos dados para a pesquisa; contudo, como qualquer instrumento metodológico adotado, apresenta suas limitações. No que diz respeito ao diário de campo, entende-se que ele pode trazer riqueza de dados, registro de detalhes, aspectos e expressões que a filmadora não consegue captar, além de permitir marcar impressões pessoais da professora/pesquisadora sobre o momento, os quais foram importantes no contexto geral da pesquisa. Procurou-se fazer anotações sempre que possível durante as observações ou, logo após, para não se perderem detalhes relevantes. Por meio da filmadora, procurou-se registrar a dinâmica das ações e das atividades desenvolvidas durante a sequência didática, assim como as falas dos estudantes, isto é, as interações discursivas ocorridas entre a professora/pesquisadora e os estudantes, tanto na sala de aula, quanto no ambiente da horta. As atividades propostas e realizadas pelos estudantes constituíram também fonte de informações para a construção dos dados da pesquisa.

Essa construção implicou várias releituras das transcrições relativas às observações e aos registros do diário de campo, da filmadora e das atividades realizadas pelos grupos escolhidos para análise. Tais fontes de dados foram, por sua vez, recortadas e submetidas à análise do conteúdo neles expressos, para se extrair descrições e interações desenvolvidas durante a investigação.

Dada a variedade de instrumentos, os dados deles obtidos foram analisados separadamente e só ao final foram agrupados. Após análise, os resultados foram apresentados em dez episódios.

Sob esse viés, vale lembrar Vygotsky (2000^a) que apresenta alguns princípios metodológicos para análise dos processos humanos, sugerindo o estudo da história de sua constituição. Segundo ele, “numa pesquisa, abranger o processo de desenvolvimento de uma determinada coisa (...) significa, fundamentalmente, descobrir sua natureza, sua essência”. Nesse sentido, ele defende um estudo de processos e não de produtos ou objetos, “uma vez que é somente em movimento que um corpo mostra o que é”. Defende, também, que, numa análise objetiva dos fenômenos, mais do que a enumeração de características externas de um processo, deve-se procurar revelar as relações dinâmico-causais reais. Ou seja, no estudo de um processo, deve-se privilegiar uma análise explicativa e não descritiva (VYGOTSKY, 2000a, p.86).

3.2. Desenvolvimento da pesquisa

Durante o desenvolvimento da pesquisa, houve alguns percalços como intempéries (chuvas) que dificultaram a saída dos estudantes até a horta; problemas com a filmadora no momento de filmar as interações discursivas; perda de alguns dados em alguns episódios; agitação e timidez dos estudantes diante da filmadora, o que provocou, em alguns momentos, desatenção às explicações da professora/pesquisadora.

Outro fato que interferiu no desenrolar da pesquisa, provocando atraso na conclusão das diferentes etapas, foi, por exemplo, a preparação dos estudantes para a Prova Brasil – o resultado da Prova Brasil, uma avaliação que, desde 2005, vem sendo desenvolvida pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira (Inep/MEC) e aplicada a cada dois anos em instituições de ensino público de áreas urbanas (5º e 9º anos do Ensino Fundamental), revelou que a escola não havia obtido um índice satisfatório nas avaliações de Matemática e Língua Portuguesa. Isso fez com que a equipe pedagógica da escola não permitisse a realização da pesquisa nos horários das referidas aulas. Considerando que as aulas de Ciências só eram ministradas duas vezes por semana, e que, em razão da preparação para a Prova Brasil elas não estavam ocorrendo, a recomendação foi que se usassem somente as aulas de Educação Física e de Artes para o desenvolvimento da pesquisa.

Registre-se que, ao contrário de outras escolas do município de Dourados, a escola onde a pesquisa foi realizada se destaca por apresentar uma horta e projetos voltados para a área de meio ambiente; contudo, percebe-se que o ensino de Ciências é ainda negligenciado, conseqüentemente deficiente. Vale lembrar as palavras de (Harlen, 1989) quando diz que é nos anos iniciais do Ensino Fundamental que as ideias das crianças sobre o mundo que as rodeia são construídas, independentemente do fato de as crianças serem ensinadas formalmente ou não. Não ensinar ciências nessa idade significa ignorar esse processo, abandonando a criança ao seu próprio pensamento, privando-a de um contato mais sistematizado com a realidade e da possibilidade de troca de pontos de vista com outras pessoas. As atitudes das crianças perante a ciência formam-se antes das correspondentes a outros domínios; sem a experiência sistemática da atividade científica na escola, as crianças desenvolverão posturas ditadas por outras esferas sociais não comprometidas nem com a ciência nem com a criança.

Ao se analisarem os planejamentos das professoras, principalmente os da professora/regente, observou-se que elas já haviam desenvolvido em suas aulas o conteúdo básico de Ecologia no terceiro, no quarto e no quinto anos.

Diante disso, a pesquisa proposta foi desenvolvida da seguinte maneira: primeiro – apresentação de vídeos e anotações preliminares sobre o objetivo da pesquisa; segundo – transcrição das videograções, anotações de eventos acontecidos, identificação e escolha dos eventos a serem analisados, repetição da apresentação dos vídeos, anotações, observações do diário de campo (MEIRA, 1994). Procurou-se ver e rever as filmagens e transcrever alguns episódios, diálogos oriundos da reprodução escrita das imagens vistas. Terceiro, fez-se a escolha de episódios da sequência didática que fossem mais significativos para análise, objetivando a coleta de informações detalhadas a respeito dos níveis de organização do pensamento que atuaram neste processo de construção conceitual.

Obtiveram-se, como produto da coleta de dados, cinco fitas com as filmagens gravadas, cada uma correspondente a duas etapas da sequência didática observada. Pontue-se que aconteceram alguns percalços durante as filmagens – houve dificuldade na utilização dos dados por se tratar de uma atividade realizada em grupo, em que os estudantes comunicavam-se todos ao mesmo tempo, o que dificultou o registro das verbalizações; contudo, foi possível utilizar o diário de campo em que a professora/pesquisadora fez anotações minuciosas. As sessões foram previamente agendadas com a professora regente. Para o dia da visita da professora/pesquisadora, foram utilizadas as aulas de Educação Física e de Arte que eram ministradas duas vezes por semana.

3.3. Análises de dados

Selecionaram-se alguns episódios gravados que fossem mais significativos para análise e transcrição dos dados coletados. Recortaram-se episódios de cada fita, que apresentassem as interações entre estudante e estudante, entre professor e estudante, os quais foram regravados em um único CD, como unidade de análise.

Os episódios foram organizados a partir da ordem estabelecida para o desenvolvimento das etapas da sequência didática. Eles foram nominados da seguinte maneira:

Episódio 1 – Orientação para exploração do ambiente natural e levantamento das concepções dos estudantes sobre esse ambiente

Episódio 2 – Conceituação dos elementos do ambiente – fatores bióticos e abióticos

Episódio 3 – Apresentação dos seres vivos que atuam como produtores na horta

Episódio 4 – Orientação sobre a influência do sol, da água, do ar e dos nutrientes sobre o crescimento e o desenvolvimento da planta.

Episódio 5 – Introdução dos conceitos básicos de fotossíntese

Episódio 6 – Identificação dos consumidores e decompositores na horta

Episódio 7 – Apresentação de Diagrama em que se esquematiza a cadeia alimentar da comunidade estudada

Episódio 8 – Exposição visando à compreensão de como os elementos circulam entre os componentes do ecossistema

Episódio 9 – Montagem de uma teia alimentar com auxílio de diagramas

Episódio 10 – Orientação sobre a preservação da integridade dos grandes ciclos ecológicos em nossas hortas.

3.4. Análise microgenética

A análise e a discussão dos dados foram realizadas com base na análise microgenética (Wertsch, 1987). Tal estudo exige do pesquisador, na construção de dados, cautela a detalhes, ao recorte de episódios interativos, a indícios e à valorização de situações singulares, na busca da inter-relação com condições macrosociais. Exige que se relacionem micro-eventos e contexto cultural, com base numa compreensão genético-histórica, o que resulta num relato detalhado dos acontecimentos (Góes, 2000). Tendo em vista essas ideias, adotou-se como referência metodológica uma abordagem da análise microgenética, procurando centralizar o entrelaçamento das dimensões cultural, histórica e semiótica no estudo do funcionamento humano. Essa análise e discussão dos resultados obtidos, segundo Góes (2000c), privilegiam uma maneira de construção de dados que requer a atenção a detalhes e ao recorte de episódios interativos. Nesse sentido, a análise dos dados se orienta para o funcionamento dos sujeitos focais, para as relações intersubjetivas e para as condições sociais da situação investigada.

Escolheu-se a análise microgenética por ser ela caracterizada pelo seu vínculo com a abordagem histórico-cultural, visando à investigação de processos cognitivos construídos nas interações. Para o tratamento dos dados, levou-se em consideração a intenção de se analisar as falas, os gestos e o comportamento dos estudantes e da professora/pesquisadora em situações mediadas pelo ensino-aprendizagem que, de acordo com Goés (2000), é uma perspectiva de investigação da constituição de sujeitos no âmbito dos processos

intersubjetivos e das práticas sociais. Esse tipo de análise proporciona um rico estudo e detalhamento dos dados obtidos.

Tal abordagem tem como peculiaridade permitir a discussão sobre o como e o porquê acontece a transição do inter para o intra-subjetivo, no desenvolvimento do ser humano (Wertsch, 1987).

Nesse contexto, a referida autora argumenta que a análise microgenética pode ser caracterizada como uma forma de conhecer que é orientada para minúcias, para detalhes e ocorrências residuais, tais como indícios, pistas, signos de aspectos relevantes de um processo em curso; que elege episódios típicos ou atípicos (não apenas situações prototípicas), os quais permitem interpretar o fenômeno de interesse; que é centrada na intersubjetividade e no funcionamento enunciativo-discursivo dos sujeitos; e que se guia por uma visão inicial e interpretativo-conjetural (GÓES, 2000c, p.21).

Para dar visibilidade a esse processo de apropriação de conhecimentos, buscar-se-ão pistas, indícios, nos enunciados, falas, entonações e gestos dos estudantes.

4. CAPÍTULO 4

4.1. Apresentação, análise e discussão dos resultados obtidos

Nos episódios que serão apresentados e analisados a seguir procurou-se focalizar pistas, indícios de como a sequência didática, no ambiente natural da horta, pode possibilitar a apropriação de conceitos ecológicos por parte de estudantes do quinto ano do Ensino Fundamental. Para facilitar as análises dos episódios numeram-se os turnos de falas da professora/pesquisadora e os dos estudantes participantes, conforme já explicitado na metodologia.

4.1.2. Episódio de Ensino 1 – Exploração do ambiente natural e levantamento das concepções dos estudantes sobre esse ambiente

Primeiramente, na sala de aula, a professora/pesquisadora orientou os estudantes sobre como efetuar a exploração do ambiente natural. Os estudantes saíram em fila da sala de aula e foram até a horta com vistas a anotarem, nos diários de campo, o que visualizavam.

Neste primeiro episódio o intuito era verificar os conhecimentos que os estudantes possuíam sobre o tema ecossistema. Assim, antes de os estudantes entrarem na horta, a professora/pesquisadora propôs que eles identificassem os seres vivos e os elementos não vivos que encontrassem no ambiente natural e notassem as informações em seus respectivos cadernos de campo. Tal ação se respaldou nos princípios teórico-metodológicos adotados nesta investigação, fundamentados no pensamento de Vygotsky o qual considera que o “aprendizado das crianças começa muito antes de elas frequentarem a escola. Qualquer situação de aprendizagem com a qual a criança se defronta na escola tem sempre uma história prévia” (2010, p. 94).

Nesse sentido, não se pode considerar o aluno como “um ser vazio”, o aluno possui conhecimentos ao entrar na escola, denominados por Vygotsky (1991) de conhecimentos cotidianos que devem ser levados em conta quando o professor inicia o processo de construção do conhecimento escolar, através da mediação, denominado de conhecimento científico.

Oliveira (1997) comenta que o processo ensino-aprendizado deve iniciar daquilo que os alunos já sabem (Zona de Desenvolvimento Real - ZDR) e chegar aos objetivos

estabelecidos pela escola, atingindo as etapas não consolidadas (Zona de Desenvolvimento Proximal - ZDP).

Assim, a primeira etapa desenvolvida pelo grupo foi caracterizada por uma investigação realizada durante a caminhada dentro da horta, momento em que os estudantes iam anotando no diário de campo aquilo que eles observavam no ambiente natural e o que entendiam que compunha esse ambiente, conforme os conhecimentos que possuíam sobre os seres vivos e os elementos não vivos (fatores bióticos e abióticos).

Os estudantes, em grupos, percorriam a horta; a professora/pesquisadora e a professora/regente os acompanhavam e passeavam entre eles observando o que cada um deles conversava um com o outro. A professora /pesquisadora fazia anotações, no diário de campo, acerca das ações dos estudantes e, no decorrer da conversa entre os estudantes, não fazia inferências.

Abaixo, transcrevem-se trechos do Episódio de Ensino 1, referentes ao levantamento das concepções dos estudantes sobre ecossistema, para se identificarem quais os conhecimentos que os estudantes possuíam sobre os fatores bióticos e abióticos.

Quadro 2. Recorte do Episódio de Ensino 01

(1) Professora/Pesquisadora: Observem o ambiente natural e o que compõem esse ambiente. No diário de campo quero que os grupos registrem todas as observações e identifiquem os seres vivos e elementos não vivos. Para que não haja confusão faça uma barra separando os seres vivos dos elementos não vivos ao realizar as anotações.

[A professora/pesquisadora estava dando orientação para os estudantes realizarem a primeira etapa da sequência didática]

[Neste episódio ocorrido na horta não fizemos nenhuma interferência na interação discursiva entre os grupos, enquanto procuravam na horta os seres vivos e os elementos não vivos, apenas anotamos o que ocorria no diário de campo e filmamos observando o que os alunos já sabiam sobre o tema em estudo, e com base nestes, iniciamos no segundo episódio de ensino o conceito de ecossistema - fatores bióticos e abióticos]

(2) Camila: “Alface” [Ficou em dúvida na hora de classificar o elemento encontrado na horta]

(3) João: “Esse outro ai vai explicar para nós”

(4) **João:** “Chega ai Japa” [E o menino se aproximou dos colegas]

(4) **João:** “Chega Japa, explica ai”

(5) **Kawasai:** “Isso são seres vivos!”

(6) **Jeferson** “Alface é um ser vivo!”

[“Ele apenas repetiu o que o colega disse, falou para o grupo como se soubesse a resposta”]

(7) **João:** “Anota ai”

(8) **Camila:** “E o Hortelã?” [Ela perguntou ao grupo]

(9) **Kawasai:** “Seres vivos” [responde com muita convicção]

(10) **Todos do grupo:** “Pimenta!” [Todos respondem em coro e não perguntam mais a Kawasai, como se tivesse se apropriado do conceito]

“São seres vivos!” [em coro]

(11) **João:** “Eita! tem mais seres vivos que não vivos na horta” [Olha com muito espanto]

(12) **João:** “-O plástico é um ser morto! ”[No caminho ele encontrou um plástico]

(13) **Camila:** “Vamos procurar mais coisa” [Eufórica]

(14) **Camila:** “Já sei beterraba são seres vivos”

(15) **João:** “Já coloquei!”

[Escreveram no diário de campo]

(16) **Kawasai:** “Formiga também é um ser vivo!”

(17) **Camila e Jeferson:** “Vamos pra lá achamos altas coisas”

(18) **João:** “Peguei um bicho, o que será isso?”

(19) **Kawasai:** “Que bicho é esse? Ele tá morto... humm... e seco

”[Neste momento eles ficam abaixados analisando minuciosamente o que encontraram]

(20) **Camila:** “Achei uma pedra, vou escrever só pedra” [acharam uma pedra na horta e ficaram em dúvida se era um ser vivo ou um elemento não vivo]

(21) **João:** “O que é pedra?”

(22) **Camila:** “O que é pedra burro? Você não sabe o que é pedra?” [falou alto debochando de João]

(23) **Camila:** “Eu vou escrever só que é uma pedra” [Demonstrou estar confusa]

(24) **João:** “Não sei, ENTÃO EXPLICA VOCÊ, então explica!”

[Respondeu baixinho: “Não sei” e aumentou o tom da voz e irritado mandou a colega explicar]

(25) **Camila:** “Ficou em silêncio e não respondeu”

(26) **Kawasai:** “Sabe o que é isso? É um ser não vivo também” [Ele intervêm e responde rindo]

(27) **Kawasai:** “Achei uma mangueira, é um ser não vivo, algum aluno pode confundir com manga, vai que confundi então eu vou explicar”

(28) **João:** “Sabe que é mesmo!”

(29) **Kawasai:** “Achei um bicho, o que será?”

(30) **Jeferson:** “Não sei! ”

(31) **Kawasai:** “Aahhh! É um Milho” (Eles encontraram na horta sementes de milho, já em decomposição e observaram atentamente suas características)

(32) **Jeferson:** “Vixi! Tá morto”

(33) **Kawasai:** “Tá duro e seco”

(34) **Kawasai e Jeferson:** “O milho é um ser não vivo!” [Os dois alunos falam ao mesmo tempo]

(35) **Lilian:** “ÁGUA”, é um ser vivo ou não? A cenoura, alface são seres vivos, e vocês o que colocaram? [E ficaram trocando idéias durante a interação, água ficaram em dúvida, como estavam em dúvida se esconderam da filmadora para discutir o assunto]

[Não fizemos nenhuma intervenção durante a dúvida surgida pelo grupo, faremos isso somente no segundo episódio]

(36) **Joana:** “Coloquei no caderno de campo, que são seres vivos a joaninha, caracol, grilo, alface, rúcula e salsinha, e você?”

(37) **Flavia:** Coloquei a mesma coisa, mais e o ar é um ser vivo ou morto?

(38) **Josiane:** ‘ Também achei isso.

(39) **Josiane:** “Encontrei pedra, cerca, plaquinhas, e afinal o ar é um ser vivo ou não vivo?”

(40) **Flávia:** “Não coloca, a gente não sabe”

[Esse grupo durante a interação não falava muito sobre os elementos não vivos e muitas vezes se escondiam da filmadora para conversarem]

(41) **Flávia:** “Todo mundo colocou mangueira, vidro, torneira, tijolo e bambu, então vamos escrever o que não colocamos tá!”

(42) **Camila:** “Eu encontrei pedra, cerca, plaquinhas, plástico, como elementos sem vida”

[Neste momento eles estavam finalizando a pesquisa de campo]

(44) Professora/pesquisadora: Após a visita a horta todos os grupos deverão se organizar e retornar para à sala de aula

[Alguns estudantes se reuniram e ficaram em círculo trocando ideias sobre os “seus achados” e anotando tudo no diário de campo, antes de retornarem para a sala]

Neste primeiro episódio descrito, foram analisados os registros de campo produzidos pela professora/pesquisadora e pelos estudantes, assim como as filmagens. A partir das transcrições e, tendo como base a abordagem microgenética, procurou-se recortar os episódios mais significativos ocorridos durante as interações verbais acontecidas. Interessava apreender o como os processos interativos e dialógicos entre os próprios estudantes mediatizavam seu processo de elaboração conceitual acerca de seres vivos e os elementos não vivos.

O episódio descrito parte da premissa de que os estudantes já possuem alguns conceitos sobre os seres vivos e os elementos não vivos, pelo fato que esse assunto já havia sido abordado em anos anteriores. Assim, o processo de interação, os diálogos entre pares ocorridos na horta permitiu observar as concepções dos estudantes em relação ao tema analisado.

Em relação ainda a este primeiro episódio, saliente-se que a professora/pesquisadora fez comentários metacognitivos e metadiscursivos, ou seja, dialogou com os alunos sem, no entanto, interferir nas elaborações mentais que os estudantes estavam construindo. Seu papel neste momento foi o de conduzir e orientá-los para a realização das atividades na horta, sem a intenção de sanar dificuldades de compreensão do que estava sendo discutido.

A partir da análise das falas no episódio, pode-se notar que, quando os estudantes foram solicitados a observarem o ambiente natural e o que compunha esse ambiente, alguns deles, por exemplo, Camila, João, e Jeferson (turnos 2, 3, 6 e 8) encontraram dificuldades ao tentar identificar os elementos encontrados na horta. Pode-se perceber que os estudantes pareciam não compreender os conceitos e nem classificar seres vivos ou elementos não vivos no ambiente. Então, João (turnos 3 e 4), propôs ao grupo que Kawasaki (turno 5) os ajudasse a identificar os seres vivos e elementos não vivos que eles encontraram na horta. A ajuda desse aluno permitiu aos outros alunos iniciarem o entendimento do conceito “seres vivos”, como pode ser observado nos (turnos 8, 9, 10, 14). Nesse sentido, a colaboração do outro mais capaz, na interação social, mediada através da linguagem, entre os alunos foi importante para o para o início de seus desenvolvimentos cognitivos.

Como bem argumenta Vygotsky (1999), essa interação permite que as crianças troquem informações entre si, facilita a internalização dos conceitos de seres vivos e elementos não vivos: “aquilo que uma criança pode fazer com a assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã”.

Vale ressaltar que é na troca de informações com outros sujeitos e consigo próprio que os conhecimentos vão sendo internalizados, permitindo a formação de da própria consciência. Trata-se de um processo que caminha do plano social – relações interpessoais – para o plano individual interno – relações intrapessoais. No dizer de Vygotsky (2007, p. 57-58), “*todas as funções no desenvolvimento da criança aparecem duas vezes: primeiro, no nível social, e, depois, no nível individual; primeiro entre pessoas (interpsicológica), e, depois, no interior da criança (intrapsicológica)*”.

Assim, no (turno 11), pode-se perceber que João manifestava saber identificar muitos seres vivos no ambiente natural a partir da ajuda de Kawasaki. Ele diz: “*eita!! Tem mais seres vivos que não vivos na horta*”. Entretanto, o estudante não mostrava ter clareza sobre o que significava o termo seres vivos, o que poderia ajudá-lo a identificar “pedra” como elemento não vivo, como se evidenciou nos turnos 21 e 24. Mais uma vez, Kawasaki (turnos 26, 27, 31, 33) dá uma ajuda aos colegas na identificação do elemento “pedra” como elemento não vivo encontrado na horta.

A dificuldade evidenciada por João também foi demonstrada por Camila nos turnos 20, 22, 23 e 25, ao questionar o colega *se ele não sabe o que é pedra*. Pode-se perceber também que João não conseguiu apresentar argumentos explicativos para uma determinada característica dos seres vivos e que não utilizou os critérios baseados na observação associados ao conhecimento que foram anteriormente adquiridos. Assim, esse estudante continuou sentindo dificuldade em buscar informações satisfatórias que lhe dessem suporte para conceituar ser vivo. Acabou preferindo usar somente a palavra “*não sei*” que era mais fácil e não precisava explicar mais nada e esperar que Camila (turno 25) pudesse exemplificar coerentemente esse conceito. Verifica-se que os estudantes se apropriaram da palavra, mas não necessariamente do conceito, apresentando um entendimento ainda não elaborado.

Pode-se notar que os grupos de estudantes precisavam da ajuda de um adulto com mais conhecimento. No entanto, a professora /pesquisadora não fez nenhuma intervenção no momento, porque na primeira etapa da sequência didática a intenção era apenas levantar as concepções dos estudantes sobre ecossistema, para identificar quais os conhecimentos que os estudantes possuíam sobre fatores bióticos e abióticos.

Prosseguindo na análise, o estudante do turno 26 fez uma intervenção, mas também apresentou dificuldades para construir modelos mentais complexos para o conceito que pudessem fundamentar, de maneira mais elaborada, sua explicação para responder à pergunta do colega do grupo. Em relação ao turno 22, apesar de a estudante se espantar e achar um absurdo o colega não conseguir compreender o conceito, fica evidente que ela também não se apropriou do conceito de modo a conseguir generalizá-lo para outras situações. No turno 22, podemos perceber, ainda, a insistência da estudante para que o estudante do turno 24 desse exemplo do que seria uma pedra. Cabe refletir aqui sobre a ZDP e argumentar que a ajuda do outro não ocorreu de maneira tranquila. Na inter-relação dos estudantes envolvidos surgiram também os momentos de embates. Nem sempre as atividades levaram a uma situação satisfatória na realização da tarefa proposta.

Contudo, há que se pontuar que os conflitos existentes entre os estudantes durante a dinâmica interativa, especialmente os ocorridos entre Camila e João, não são aqui julgados como ruins ou bons para o desenvolvimento, eles unicamente fazem parte das relações intersubjetivas. Assim, os estudantes, ao interagirem no sentido de obterem auxílio para conseguirem resolver as tarefas que se apresentavam, puseram em evidência o recurso da cooperação. Segundo Vygotsky, a internalização é uma transformação construtiva que se processa a partir do diálogo entre as dimensões intersubjetivas (sociais) e intrasubjetivas (individuais).

Em outro momento do episódio analisado, no turno 27, o estudante Kawasaki expressou suas ideias para o grupo sobre o objeto encontrado no meio da horta e explicou que a mangueira é um elemento não vivo e que não pode ser confundida com a manga. Verificou-se, durante a análise das filmagens, que esse aluno apresentava facilidade relativamente maior que a de seus colegas de grupo para expor suas ideias. Contudo, ele ainda não conseguia apresentar critérios para identificar o porquê a mangueira seria um elemento sem vida.

As interações discursivas ocorridas na horta permitiram observar que os estudantes ainda não compreendiam que todos os membros da comunidade ecológica estão conectados numa ampla e complexa rede de relações, a teia da vida. Esse conceito ainda não estava claro para os alunos. Nesse sentido, pode-se observar, no turno 28, pela resposta e pelos diálogos, que muitos dos conhecimentos que os estudantes Kawasaki e João tinham foram obtidos pela experiência imediata e cotidiana. Sobre isso Fontana e Cruz (1997, p. 57) dizem que, “desde o nascimento, a criança está em constante interação com os adultos, que

compartilham com ela seus modos de viver, de fazer as coisas, de dizer e de pensar, integrando-a aos significados que foram sendo produzidos e acumulados historicamente”.

Nos turnos do episódio acima referido, pode-se verificar que o conhecimento científico dos estudantes para explicar os atributos de um elemento não vivo são muito limitados, uma vez que eles identificam os elementos não vivos, mas não conseguem identificar os fatores abióticos. Demonstram não compreender as características fundamentais do conceito. Seus argumentos ainda não são suficientes para se considerarem significativas as relações de dependência entre os fatores bióticos e abióticos.

Tal fato pode ser evidenciado no turno 35, quando a estudante pergunta ao grupo se “a água” *pode ser considerado um “ser vivo” ou elemento “não vivo”*. Manifestam-se aí dúvidas da estudante em relação à identificação desse elemento, apesar de ela percebê-lo como importante no ambiente. A pergunta mostrou a insegurança e a não compreensão sobre o fato de a água ser considerada um elemento não vivo. A mesma dúvida se fez presente nas falas de Flávia e Josiane, turnos 37, 39 e 40, em relação ao elemento “ar”.

Pode-se evidenciar que os estudantes apresentaram familiaridade e estabeleceram associações entre seres vivos, baseados apenas nas características de vida. Observou-se que, para os estudantes João, Kawasaki e Jeferson (turnos, 12, 18, 19, 29, 32, 33 e 34) os conceitos relativos a “vivo ou morto” se referem apenas ao estado fisiológico dos elementos. Considerou-se, então, que esses estudantes ainda não haviam adquirido um pensamento mais elaborado sobre os fatores bióticos e abióticos. Nas palavras de Vygotsky (2001^a), quando os estudantes se encontram nessa fase do processo de formação de conceitos, apresentam uma generalização conceitual fenotipicamente semelhante ao conceito propriamente dito, porém destituída das características essenciais de tais conceitos. Segundo o autor, “Estamos diante de uma sombra do conceito, do seu contorno”.

Nessa perspectiva, nos turnos 41 e 42, as estudantes encontraram uma série de objetos – mangueira, vidro, torneira, tijolo, bambu pedra, cerca, plaquinhas, plástico – e os classificaram como elementos não vivos no ambiente natural. Durante as transcrições das filmagens, percebeu-se que Joana também considerava esses produtos encontrados na horta como elementos abióticos, e justificou para o grupo que eles estavam corretos porque todos os produtos originam da natureza, o que compramos e usamos é da natureza, e a indústria transforma em coisas que utilizamos em nosso dia-a-dia, então tá morto”.

Percebe-se que esse conceito ainda não está claro para essas estudantes. Elas relacionaram os elementos encontrados na horta sem nenhum critério. Não compreenderam que esses elementos não interagem com os organismos vivos. Não entenderam as complexas

relações entre os seres vivos, entre os referidos elementos e seu meio. Mostraram desconhecer que a base do ecossistema está ancorada nas inter-relações que se estabelecem entre vegetais e animais.

Constata-se, a partir dessas evidências, que para os estudantes basta “ser morto” para ser considerado um elemento não vivo; e basta “ter vida” para ser considerado um “ser vivo”. Talvez essa confusão se deva em razão de eles terem associado o fato ao “funeral” e a crenças; a maioria deles tem a concepção de que morto é tudo aquilo que não respira.

Observou-se que os estudantes não dominavam definições complexas, suas aplicações e suas interligações. Eles consideravam sinônimos: os elementos não vivos encontrados no ambiente natural e os fatores abióticos.

Cabe explicitar que os fatores abióticos surgem pela influência dos componentes físicos e químicos do meio (a água, o sol, o solo, o ar) do ponto de vista químico. Para serem considerados seres vivos eles devem ser constituídos de elementos bastante simples e comuns em todo o universo: carbono, hidrogênio, nitrogênio e oxigênio (bases dos compostos orgânicos), e de uma infinidade de outros elementos presentes em quantidades relativamente menores, mas de funções imprescindíveis ao funcionamento celular: ferro, enxofre, cálcio, sódio, potássio, cloro, cobalto, magnésio. Os elementos não vivos não têm essa constituição. Sobre isso Weismann, (1998, p.139) diz que

Não é a mesma coisa falar de fatores bióticos e de conjunto de seres vivos, e tampouco de elementos vivos. Poderiam existir elementos vivos dentro de um ecossistema. Entre eles, os restos dos seres vivos dentro de um ecossistema que fossem circunstanciais e, portanto, não constituiriam fatores dentro do mesmo. Os fatores bióticos participam de um modo específico das transformações da matéria e da energia dentro do ecossistema. Entre eles, os restos dos seres vivos são o principal substrato dos organismos decompostos que devolvem substâncias minerais ao meio. Ou seja, tanto uns como os outros são elos fundamentais dentro dessas transformações. WEISMANN, (1998, p.139)

Nesse sentido, a problemática acima apresentada – *vivo e morto/fator biótico e abiótico* – sinaliza para conceitos que parecem sutis e de fácil definição para os estudantes, mas não são. Desse modo, é necessário discutir e explorar os atributos definidores dos conceitos, posto que eles precisam ser introduzidos nos anos iniciais, pelo menos os fundamentos básicos da bioquímica e da ecologia. Verificou-se que os conhecimentos em que os estudantes apoiaram-se foram construídos em sua própria experiência prática, o que

revela um saber insuficiente sobre o assunto, tornando o estudo de ecologia e seus temas tão difíceis e desinteressante para eles.

Como já foi salientado, o que diferencia um ser vivo de um elemento não vivo não é apenas uma característica; é essencial levar-se em conta um conjunto de aspectos que os diferenciam dos demais seres: célula, capacidade de movimentação, alimento para a realização de suas funções, resposta a estímulos que podem ser físicos ou químicos. Essa concepção exclui muitos seres que são costumeiramente chamados de vivos, como, por exemplo, as diversas bactérias que não respiram e que obtêm energia por outros processos como a fermentação.

Nota-se, nos anos iniciais, uma lacuna conceitual a esse respeito, há uma simplificação desses conteúdos principalmente no quarto e quinto anos do Ensino Fundamental. Vários estudantes revelaram estar ainda em níveis elementares da formação desses conceitos, apresentando um pensamento por complexo do tipo associativo. Por isso, enfatiza-se que é no processo de ensino aprendizagem que *“os conceitos científicos não são assimilados nem decorados pela criança [...] mas surgem e se constituem por meio de uma imensa tensão de toda atividade de seu próprio pensamento”* (Vygotsky, 2001a: 260).

Os estudantes tiveram dificuldade na classificação de seres vivos e elementos não vivos. A partir das filmagens, constatou-se que eles sabiam identificar os seres vivos no ambiente natural, usando alguns atributos. Em relação a um elemento não vivo, a dificuldade era maior, pois em nenhum momento os estudantes relacionaram as relações de dependência entre os fatores bióticos e abióticos.

A esse respeito OSBORNE e FREYBERG (1985) *apud* FREITAS (1989), chamam a atenção para o fato de que *“a palavra “vivo” tem dois significados diferentes: o “científico” e o do “dia a dia” (muitas vezes metafórico) e relacionam fato com a maior extensividade do conceito de “vivo” das crianças”*

Vygotsky (1993, p.93) reitera que *“é preciso que o desenvolvimento de conceito cotidiano tenha alcançado certo nível para que a criança possa observar um conceito científico correlato”*.

Tendo em vista essas considerações, conclui-se que os conceitos cotidianos dos estudantes a acerca dos fatores bióticos e abióticos situam-se em um estágio elementar, na medida em que estão baseados em nexos vagos e subjetivos; ao justificarem suas posições frente ao conteúdo desenvolvido, mostraram que não compreenderam os conceitos relacionados “a vivo e morto” e que confundiram fatores bióticos e abióticos, ou seja, não conseguiram compreender o significado dos termos.

O que se pode dizer sobre isso é que tal situação pode estar relacionada ao processo de aprendizagem ocorrido desde os anos iniciais de escolarização, quando se ensina aos estudantes sobre o ecossistema. Eles aprendem a classificar e a agrupar os seres vivos e os elementos não vivos. Para isso, geralmente, recortam figurinhas e colam as gravuras em cartolinas; algumas vezes são levados ao jardim da escola para aprenderem a diferenciar os seres vivos dos seres inanimados, a reconhecer que o ecossistema é constituído apenas de animais e de vegetais. Assim, pode-se considerar que nas aulas de Ciências, nos anos iniciais, muitas vezes é negligenciada a possibilidade dos estudantes exporem suas formulações para posteriormente compará-las com aquelas que a ciência propõe. Nesse sentido, esse ensino não se torna suficiente para que os conceitos cotidianos evoluam para os conceitos científicos.

Na perspectiva Vygotskiana as escolas pecam, por proporcionarem atividades fora dos limites da ZDP (conceitos e exigências abstratas demais).

Durante o estudo, observou-se que um dos principais fatores que condicionaram o surgimento das dificuldades conceituais apresentadas pelos estudantes foi a inexistência de conhecimentos sobre o ecossistema. Isso por que uma das práticas mais adotadas no ensino de Ciências é a que visa apenas dar atributos como, por exemplo, “com vida” e “sem vida”. Assim, é essencial que haja intervenções corretivas para a promoção do desenvolvimento de raciocínio abstrato. Algumas intervenções foram realizadas, no segundo episódio de ensino, com vistas a sanar as dificuldades encontradas na análise.

A partir desse episódio de ensino, no qual os estudantes identificaram os seres vivos e os elementos não vivos no ambiente natural, pode-se aproximar das elaborações iniciais nos processos discursivos e verificar o como determinados conceitos são entendidos e utilizados pelos estudantes. O estudo permitiu constatar que os estudantes não tinham consciência de seu próprio pensamento, o que dificultava perceberem as conexões presentes no ecossistema e entenderem que muitas espécies encontradas na horta mantêm vários tipos de relações que, em conjunto, contribuem para que possam manter o seu equilíbrio.

A análise dos exemplos citados pelos estudantes sugere que eles não compreendiam que os elementos não vivos (fatores abióticos) são os fatores climáticos (luz, pluviosidade, temperatura, umidade atmosférica, ventos); os fatores edáficos (ligados ao solo – textura, estrutura, composição química, umidade, permeabilidade); os fatores físico-químicos (umidade, vento, temperatura, pressão, luminosidade).

Ao término da primeira etapa, recolheu-se e analisou-se o diário de campo para que se compreendessem os avanços vivenciados pelos estudantes durante a exploração no ambiente natural da horta.

4.1.3. Resultados: Diário de campo.

A utilização dos diários de campo objetivava a coleta de informações detalhadas a respeito dos níveis de organização do pensamento que atuavam no processo de construção conceitual. Neles eram apresentadas as condições das produções escritas dos estudantes, realizadas durante a sequência de ensino pesquisada, a análise dessas produções e de seus resultados. Procurou-se verificar, pela produção escrita dos estudantes, se eles haviam conseguido identificar e registrar os seres vivos e os não vivos em seus diários de campo.

Ao final da aula desenvolvida na horta, os estudantes escreveram o que encontraram na horta, organizaram as informações em duas colunas, identificando os seres vivos e os elementos não vivos. Remete-se aqui à teoria histórico-cultural, a qual propõe que é no momento em que o estudante produz que se deve explicar o que desenvolveu na referida aula, para se verificar se, de fato, internalizou o conceito. Vygotsky (1999) considera que um conceito só será verdadeiramente apropriado se o estudante for capaz de explicá-lo.

Assim, a análise dos diários de campo permitiu verificar-se até que ponto o estudante havia internalizado o conceito desenvolvido na atividade realizada na horta.

Apresentam-se, a seguir, as produções escritas/digitalizadas dos estudantes, no episódio 1, registradas no diário de campo, em que eles identificaram os seres vivos e os elementos não vivos encontrados na horta.

Em seguida será ilustrado algumas figuras de diário de campo, separado em três grupos, o da Josiane, Camila e Kawasaki, tendo cada um 3 imagens respectivas.

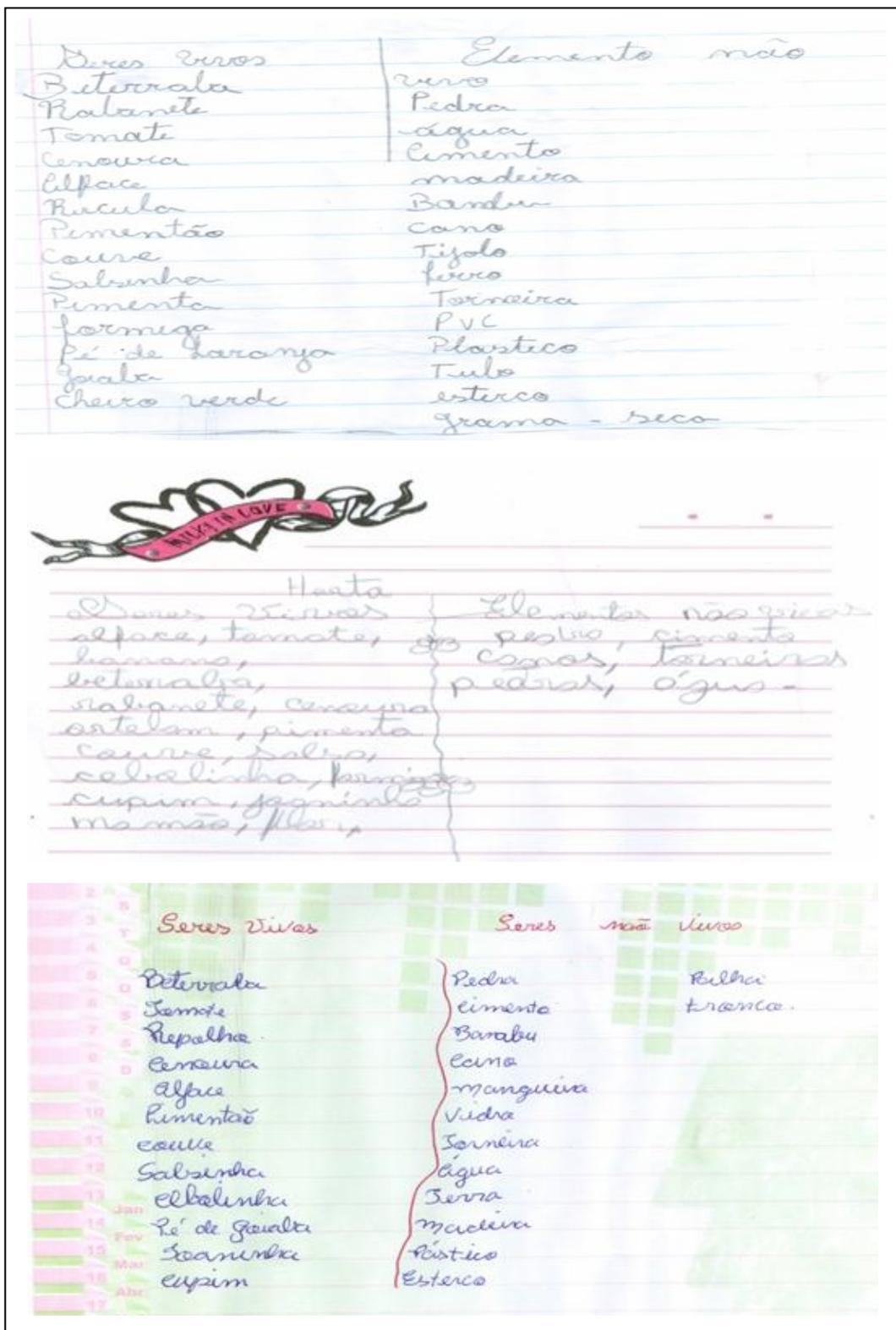
Figuras 4. Diário de Campo/Seres vivos e elementos não vivos. (Grupo da Josiane)

Seres vivos	Elementos não vivos
Rabanete	arroz
alface	água
brancana	
cenoura	
pimenta	
couve	
cebolinha	
salsinha	
pimentão	
tomate	
flor	
maio	
laranja	
pé de galinha	
sereno verde	
couve	
alho	

Horta	
Seres vivos	Seres não vivos
1- Alface	7- Pedra
2- Tomate	8- Água
3- Couve	9- Madeira
4- Rúcula	10- Lama
5- Salsinha	11- Plaquinha
6- Cebola, batata	12- Mangueira

Seres vivos	Seres não vivos
Beterraba	Pedra
Tomate	Cimento
Repolho	Zambú
Cenoura	Canô
Alface	Mangueira
Pimentão	Vidro
Couve	Torneira
Salsinha	Água
Cebolinha	Terra
Pé de galinha	Madeira
Jeaninha	Plástico
Cupim	Estreco
	Palha

Figuras 5. Diário de Campo/Seres vivos e elementos não vivos. (Grupo da Camila)



Figuras 6. Diário de Campo/Seres vivos e elementos não vivos. (Grupo o Kawasaki)

Seres vivos	Seres não vivos
Beterraba Tomate Rucula Alface Albalinha Plantas Arvores (bióticos)	água chão placa cadeira tijolo plástico arca (abióticos)

Horta seres vivos	seres não vivos
alface tomate couve rucula cebolinha salsinha	pedra água madeira cano praquinha mangueira

Horta	
Seres vivos	Seres não vivos
1. tomate 2. Salsinha 3. Alface 4. albalinha 5. Arvore 6. plantas (bióticos)	1. água 2. Chão 3. placa 4. cadeira 5. tijolo 6. plástico 7. arca (abióticos)

A partir da análise das respostas, registradas no diário de campo, a investigação revelou que os grupos demonstraram ter alguns conceitos básicos. Eles interagiram e evoluíram na construção conceitual durante a realização da tarefa; contudo, observou-se que apenas dois alunos conheciam os termos biótico e abiótico.

Vygotsky (1999) aponta que ocorrem duas mudanças qualitativas no uso dos signos: a do processo de internalização e a do de utilização de sistemas simbólicos. A de internalização é relacionada ao recurso da repetição, pela qual a criança apropria-se da fala do outro, tornando-a sua. A de utilização dos sistemas simbólicos caracterizam-se pelo modo de organização dos signos em estruturas, as quais são complexas e articuladas. Essas duas mudanças são essenciais e evidenciam o quanto são relevantes as relações sociais entre os sujeitos na construção de processos psicológicos e no desenvolvimento dos processos mentais superiores. Os signos internalizados são compartilhados pelo grupo social, permitindo o aprimoramento da interação social e a comunicação entre os sujeitos.

Sob essa perspectiva, há que ressaltar que o envolvimento dos estudantes na atividade proposta, permitiu a criação de um ambiente comunicativo e argumentativo proporcionando compartilhamento e negociação de significados. Pode-se perceber que o grupo detinha muitas informações, experiências e ideias que se reformulavam durante a interação discursiva. Na medida em que se detectou o domínio dos conceitos cotidianos acerca de seres vivos e de elementos não vivos pelos estudantes participantes, tornou-se possível verificar os significados já internalizados para, a partir daí, propiciar o processo de reconstrução desses significados em níveis elevados de generalizações.

4.2. Episódio de Ensino 2 – Apresentação de conceitos relativos aos elementos do ambiente: fatores bióticos e abióticos

Essa etapa foi realizada na sala de aula. A professora/pesquisadora dispôs as cadeiras em semicírculo para garantir boa visibilidade entre os grupos, assim como proximidade entre eles. A partir desse arranjo a aula foi iniciada, escreveu-se na lousa o nome dos seres vivos e o dos elementos não vivos que os alunos haviam relacionado no diário de campo. A professora/pesquisadora dirigiu-se aos estudantes e explicou o que seria desenvolvido naquela aula. Passou, então, a questioná-los sobre o porquê escolheram aqueles elementos e sobre quais atributos utilizaram para classificá-los como seres vivos e elementos não vivos. Após ouvir os estudantes e explorar seus conhecimentos sobre o assunto, a

professora/pesquisadora iniciou a explicação sobre os conceitos de ecossistema, procurando confrontar esses conceitos com os que os estudantes apresentaram. O intuito era promover uma evolução das representações trazidas pelos estudantes.

Nesse processo foram organizadas situações didáticas que estimulassem o diálogo, a cooperação entre pares, a troca de informações, o confronto de ideias, de forma a propiciar a construção de conhecimentos numa ação partilhada, com vistas a valorizar os conhecimentos cotidianos dos estudantes, considerados vitais para a construção de significados sobre os elementos encontrados na horta. As experiências culturais dos estudantes não podiam ser negligenciadas, deveriam ser aceitas para progressivamente serem ressignificadas. Percebeu-se que a participação dos estudantes foi importante para que se desencadeasse um discurso interativo e para que eles resgassem seu repertório a respeito do tema para depois ampliá-lo.

A partir dos registros efetuados pelos estudantes em seu caderno de campo, das observações realizadas, dos dados obtidos e das trocas de ideias, a professora/pesquisadora analisou e relacionou os elementos citados pelos estudantes na lousa. A seguir foi feita uma leitura coletiva e uma discussão em grupo. Os estudantes não apresentaram dificuldades em citar exemplos de seres vivos encontrados na horta. Verificou-se, entretanto, que alguns estudantes não citaram os insetos, assim como outros elementos vivos encontrados na horta.

Para a introdução dos conceitos de ecossistema (fatores bióticos e abióticos), considerou-se o papel explícito da professora/pesquisadora de interferência no processo, considerando com Vygotsky (1998, p.69):

O curso do desenvolvimento do conceito científico nas ciências sociais transcorre sob as condições do processo educacional, que constitui uma forma original de colaboração sistemática entre o pedagogo e a criança, colaboração essa em cujo processo ocorre o amadurecimento das funções psicológicas superiores da criança.

Nessa visão, é papel do professor, portanto, provocar o avanço dos estudantes. Isso se tornou possível, por meio da interferência da professora/pesquisadora na zona de desenvolvimento proximal. A mediação, nessa etapa, constituiu uma função relevante no desenvolvimento conceitual/cognitivo dos estudantes, uma vez que ela foi o elemento mediador das interações entre os alunos e o conceito científico.

Para a obtenção dos dados, primeiramente, exploraram-se os conhecimentos dos estudantes por meio da criação de situações problemas, caracterizadas por perguntas a eles dirigidas, conforme expõe-se no Episódio de Ensino apresentado a seguir.

Quadro 3. Recorte do Episódio de Ensino 03

(45) Professora/pesquisadora: Na lousa vou colocar duas colunas, nelas vou escrever os elementos que o grupo encontrou na horta, na primeira coluna os seres vivos e na segunda coluna vou colocar os elementos não vivos, vou relacionar os exemplos citados pelos grupos no diário de campo os que se repetirem iremos excluir.

(46) Alunos: “Sim!” [Em coro]

(47) Joana: Posso ler professora o que eu escrevi

(48) Professora/pesquisadora: Sim!

(49) Joana: “Os seres vivos que encontrei é o alface, tomate, couve, tomate, rúcula, cebolinha e salsinha e os elementos não vivos é a pedra, água, madeira, cano, plaquinha, mangueira”

(50) Professora/pesquisadora: “Alguém mais citou outros elementos no diário de campo?”

(51) Kawasaki: Eu coloquei beterraba, repolho, água, cebolinha, plantas, árvore, nos abióticos coloquei placa, cerca, tijolo, plástico

(52) Josiane: No meu diário de campo citei pimentão, cebolinha, joaninha, cupim e os elementos não vivos achamos o bambu, madeira e cimento

(53) Lilian: Os elementos não vivos que coloquei foi à pedra, bambu, madeira, palha, vidro, mangueira, esterco e cimento

(54) Professora/pesquisadora: Porque vocês classificaram como elemento não vivo a pedra, cimento e a mangueira ?

(55) Joana: “Eles não se locomove, fica parado”. “Na pedra não se vê isso, então não pode ser vivo.”

(56) Professora/pesquisadora: Um gafanhoto é um ser vivo e uma mangueira não. Que características os diferenciaram?

(57) Camila: “Os gafanhotos são seres vivos, por que eles se reproduzem e a mangueira não”

(58) João: “Eles respiram a mangueira não ”

(59) Lilian: “Porque ele se mexe”

[Reelaboramos nossa pergunta para os grupos tentando buscar uma resposta mais elaborada]

(60) Professora/pesquisadora: Vocês conseguem imaginar outras maneiras para descobrir se um determinado “ser” encontrado na horta é vivo ou não?

(61) Os estudantes responderam que “não” e não justificaram sua resposta.

(62) Professora/pesquisadora: Que atributos vocês utilizaram para diferenciar seres vivos dos elementos não vivos no ambiente natural?

(63) Camila: “Todo ser vivo precisa de luz e água para sobreviver, por isto era um ser vivo (...)”.

(64) João: “A locomoção e respiração, não sei mais outro”

(65) Professora/pesquisadora: A locomoção e a respiração são características importantes também para diferenciar os elementos não vivos dos seres vivos, será que existem outros seres vivos que não precisam do oxigênio, e podem ser considerados seres vivos?

(66) Kawasaki: “Sim... bactéria...! Mais não me lembro outro exemplo, sei que existe”

(67) Joseane: “Tem muitas outras características para os seres vivos e também para os elementos não vivos, que não me lembro”

(68) Professora/pesquisadora: Muito bem Kawasaki! No diário de campo vocês citaram os elementos não vivos do ambiente natural, colocaram como exemplo também o plástico e a plaquinha. Por quê?

(69) João: “Por que ele está morto”

(70) Jeferson: “Por que ele não tem vida o que significa que ele é morto”

(71) Professora/pesquisadora: Para ser considerado um ser vivo basta ser vivo e o elemento sem vida basta estar morto, está correto nossa afirmação?

(72) Sim! [Em coro]

(73) Professora/pesquisadora: Vivo e morto vamos entender a diferença entre eles:

Morte se refere ao cessamento permanente das atividades biológicas necessárias à manutenção de um organismo.

Para definir vida existe uma enorme diversidade de definições, desde as mais amplas, religiosas até as mais científicas. Não existe uma definição definitiva sobre o que seja a vida. Para a ciência, um ser vivo é algo que atenda o conjunto de definições como fisiológica, metabólica, bioquímica, genética e outras, nós vamos simplificar o conceito de

vida, definido como sendo um ser capaz de realizar algumas funções básicas, como comer, metabolizar, excretar, respirar, mover, crescer, reproduzir e reagir a estímulos externos, e todos os seres vivos são constituídos de células.

[Não aprofundamos muito esses conceitos, diante dessa situação necessitávamos fazer uma abordagem sobre a teoria evolutiva, porque os estudantes usam ainda muitas crenças e mitos que precisam ser desmistificado]

(74) Professora/pesquisadora: Vocês acham que os organismos vivos e os não vivos estão interagindo um com os outros sendo ambos necessários para manter o equilíbrio do ambiente natural?

(75) SIM! [Responderam em coro]

(76) Professora/pesquisadora: Por quê?

[Todos ficaram em silêncio]

(77) Professora/pesquisadora: Alguém sabe responder como eles conseguem interagir entre si e com o ambiente (água, solo, temperatura...)?

[A maioria dos estudantes ficou em dúvida, durante a filmagem observou-se que eles começaram a “cochichar”, ou seja, que já tinham ouvido a professora falar, mais não se lembravam mais]

(78) Camila: “Não ouvi essa palavra, mais sei que eles interagem a abelha precisa do açúcar da flor”

(79) Kawasaki e Jeferson: ”SIM!”.

(80) Professora/pesquisadora: Reformulamos a questão perguntando novamente: Analisando a horta minuciosamente, a horta pode ser considerada um ecossistema? É possível perceber que existem seres vivos e elementos não vivos interagindo?

[A palavra interagir já tinha sido explicado para os alunos pela professora regente].

(81) João, Kawasaki e Jeferson: Sim é um ecossistema! Sabemos que um depende do outro [Conclusão de todos do grupo].

(82) Professora/pesquisadora: Isso mesmo, muito bem!

Se a horta é um ecossistema, vocês sabem por que ela é considerada um ecossistema?

[Os estudantes ficaram em silêncio e não responderam, ficou esperando alguém responder]

Então, vou explicar para vocês porque a horta é considerada um ecossistema, para caracterizado, para caracterizado, bastam existir dois aspectos: um biótico, representado por qualquer tipo de ser vivo e outro abiótico: representado por uma característica física ou

química do entorno, exemplo a água, solo, temperatura, pressão atmosférica, etc. Unindo esses dois elementos já se tem um ecossistema.

(83) Kawasai: Sim, esses elementos precisam interagir como o exemplo do pantanal que tem muitos seres vivos.

(84) Camila: Explica de novo professora

(85) Professora/pesquisadora: O Kawasai está correto, na horta e no pantanal têm seres vivos que são chamados de fatores bióticos (componente autotrófico, que são capazes de fixar energia luminosa e produzir alimento a partir de substâncias inorgânicas, componente heterotrófico, que utiliza, rearranjam e decompõem os materiais complexos sintetizados pelos componentes autotróficos). Tem-se também nesses ambientes naturais os fatores abióticos (elementos básicos e compostos do meio; fatores ausentes da presença de seres vivos, como temperatura, luz, água entre outros), em que ocorre a interação entre os organismos vivos e o ambiente físico, com a formação de um fluxo de energia.

(86) Lilian: “Então a planta são fatores bióticos porque ela cresce, desenvolve e consegue se reproduzir e dependem da luz, da água e do solo”.

[Todos os estudantes concordaram com Lilian, e a maioria afirmou também que a luz, ar, água, temperatura eram considerados fatores abióticos, só que eles achavam que o ar, água, temperatura e outros não eram elementos não vivos, porque não compreendiam a interação entre os organismos vivos na horta com esses fatores]

(87) Professora/pesquisadora: Exato! Os vegetais passam por um ciclo vital é uma das características dos seres vivos (sapo, caramujo, insetos e vegetais, etc.) são chamados de fatores bióticos e a luz, ar e água são os fatores abióticos, e eles estão interagindo, ou seja, a dependência dos seres vivos com esses fatores existe uma relação recíproca entre seres vivos e elementos não vivos.

Na horta não existe ninguém vivendo em isolamento. Os vegetais, animais e microorganismos, regulam toda a biosfera e mantêm as condições propícias à preservação da vida (CAPRA, 2006).

Neste episódio, pelos diálogos, pode-se perceber que, a partir dos turnos 55, 57, 58 e 59, os estudantes socializaram seus conhecimentos, realizaram comparações e estabeleceram relações. Pode-se observar, entretanto, que havia dificuldade na compreensão conceitual, na medida em que os estudantes mostravam insegurança para justificarem, por exemplo, o porquê a pedra, o cimento, a mangueira e outros elementos não eram considerados seres

vivos. Prevalciam os conhecimentos elementares acerca desse conceito, até a expressão facial transmitia dúvidas. Desta maneira, pudemos considerar que os estudantes não conseguiam dar aos termos a significação precisa e sistemática para conceituar um elemento não vivo. Citaram várias características para justificarem a diferença entre os seres vivos e os elementos não vivos, mas percebeu-se que ainda não compreendiam a comunidade junto com seu ambiente físico.

De acordo com os diálogos (turnos 47 e 49), os estudantes citam, dos seres vivos encontrados na horta, somente os produtores. Sob o ponto de vista estrutural, é conveniente reconhecer que há outros seres vivos que compõem o ecossistema, como os grandes consumidores ou macroconsumidores e os decompositores. No entanto, a maioria dos estudantes não foi capaz de identificá-los como seres vivos; poucos alunos tiveram essa percepção durante a investigação na horta.

Com base nas respostas correspondentes aos estudantes dos turnos 55, 56 e 57, 58, 59 e 63, verifica-se que eles usaram os seguintes atributos para caracterizar os seres vivos: mexer, locomover, reproduzir, respirar. Eles tentaram definir o “fenômeno vida” mediante a listagem de características que eram supostamente universais em toda a matéria viva. Não se quer julgar aqui qual das possíveis listas de atributos, que seriam compartilhados por todos os seres vivos, se mostra a mais coerente, posto que não é nosso objetivo definir vida, o que é muito complexo, somente explicamos o que caracteriza vida e morte.

Com essa intervenção, a professora/pesquisadora esperava que os estudantes avançassem em suas argumentações, que respondessem que os seres vivos eram capazes de alimentar-se, de reagir a estímulos, que possuíam organização celular, desenvolviam-se segundo um ciclo vital, e que, entre os fatores que afetavam diretamente o metabolismo ou o comportamento desses seres vivos, estavam a luz, o ar, a água, o solo (fatores abióticos). No entanto, as investidas dos estudantes mostravam a prevalência ainda dos conhecimentos cotidianos sobre os conhecimentos científicos.

Sabe-se que os primeiros conceitos adquiridos pelos estudantes são, predominantemente, os conceitos cotidianos, e o objetivo da intervenção era o de que os estudantes ultrapassem esses conhecimentos e tivessem oportunidade de retomar questões ainda não internalizadas, para que alcançassem níveis superiores de generalização. Quando os estudantes somente memorizam os conceitos, eles apreendem as palavras, mas não conseguem compreendê-las e sentem-se incapazes diante de qualquer tentativa de emprego consciente do conhecimento assimilado. Na realidade, o ensino por memorização de

conceitos é falho, um ‘ método medieval’, que substitui a apreensão do conhecimento vivo pela apreensão de esquemas verbais sem significados. (VYGOTSKY, 2001).

Nesse sentido, Vygotsky (1998, p.71) afirma que:

O ensino direto de conceitos é impossível e infrutífero. Um professor que tenta fazer isso geralmente não obtém qualquer resultado, exceto o verbalismo vazio, uma repetição de palavras pela criança, semelhante à de um papagaio, que simula um conhecimento dos conceitos correspondentes, mas que na realidade oculta um vácuo.

Prosseguindo com as análises, verificou-se que, no turno 83, quando a aluna respondeu que as plantas são seres vivos porque crescem, desenvolvem e se reproduzem, deixou evidente que ela apenas memorizou as definições sem saber os seus significados, o que não garante a compreensão dos conceitos nelas envolvidos e muito menos os de suas relações. Entretanto, pode-se considerar que houve certa evolução conceitual, pois a estudante conseguiu perceber as interligações que ocorrem no ecossistema.

No episódio analisado, a professora/pesquisadora percebeu ainda que os estudantes enumeraram fatores relativos aos seres vivos baseados no ciclo vital. Entende-se que suas respostas podem ter sido uma reprodução do livro didático. Embora tais respostas não estejam erradas, pois os “seres brutos”, sem vida, não possuem ciclo vital, isso evidencia que os estudantes apenas repetiam os conceitos ensinados no livro didático sem entendê-los. A professora/pesquisadora perguntou aos estudantes se alguém sabia responder como os organismos vivos conseguiam interagir entre si e com o ambiente (água, solo, temperatura). O intuito era observar se os estudantes conseguiam perceber a interrelação que existe entre os fatores bióticos e abióticos. Caso percebessem a interrelação e identificassem seu significado, o conceito passaria a ter sentido e se tornaria signo em relação ao ambiente em que estava sendo vivenciado.

Em resposta à pergunta formulada pela professora/pesquisadora, Camila (turno 76) citou a abelha, inseto polinizador que precisa do néctar da flor. Essa resposta evidenciou certa compreensão, porque a relação entre as abelhas e as flores é de suma relevância, porque contribuem enormemente para que a reprodução das plantas aconteça. O exemplo dado por Camila constitui um dos mais significativos exemplos de cooperação entre organismos diferentes que beneficia reciprocamente os elementos envolvidos. A estudante

estava correta quando afirmou que eles interagiam; mas ainda não havia compreendido que se falava a respeito dos fatores físicos e químicos (fatores abióticos).

A professora/pesquisadora evidenciou que os estudantes não atribuíam aos fatores abióticos os elementos necessários para que as plantas crescessem e se desenvolvessem, uma vez que os principais fatores ecológicos abióticos presentes no ambiente não foram citados por eles. O único elemento que constava em seus diários de campo eram a água e a terra (fatores edáficos) e, mesmo assim, percebeu-se que os alunos ficavam em dúvidas quanto a acrescentá-los ou não no diário de campo. Eles não identificaram o ar, os nutrientes, a temperatura como fatores ecológicos abióticos.

Os dados obtidos, durante as videograções revelaram que, apesar de os alunos terem discutido conceitos básicos de ecossistema, a maioria deles estava habituada a decorar respostas, geralmente vazias e sem sentido. Quando os estudantes eram questionados sobre o que significava este ou aquele signo, não conseguiam argumentar de forma convincente e mudavam facilmente de opinião, prevalecendo a do colega mais apto, conforme a dúvida levantada pelo professora/pesquisadora.

Não se trata aqui de desconsiderar os conhecimentos cotidianos do estudante, e sim de trazer para ele explicações que a Ecologia tem para tais fenômenos. Parece fundamental que o aluno se aproprie desse conhecimento, é função dessa etapa socializar esse conhecimento.

Em outro momento do episódio analisado, identificou-se, na enunciação de Kawasaki (turno 82), que esse estudante era capaz de construir conceitos, exercitando suas funções mentais – por exemplo, sua percepção –, apontando conceitos chaves para a compreensão de ecossistema. Poucos estudantes evidenciaram essa noção, demonstrando que estavam em fase elementar.

Constatou-se, na análise dos diários de campo e na da interação discursiva, que alguns estudantes ainda não compreendiam que os elementos abióticos interagem com os fatores ecológicos bióticos, assim como não entendiam que as condições climáticas, edáficas e químicas determinam a composição física do ambiente.

Uma das estudantes, Lilian (turno 86), argumentou que as plantas são fatores bióticos porque elas crescem, desenvolvem-se, conseguem se reproduzir e dependem da luz, da água e do solo. Nesse contexto, Lilian estava tentando compreender e eliminar alguns equívocos. Com a intervenção da professora/pesquisadora, Lilian avançou e elaborou novas conjecturas, compreendeu como esses componentes presentes na horta operam conjuntamente para obter uma espécie de estabilidade funcional.

Camila, por sua vez, respondia ao que Kawasaki perguntava a ela, sem, contudo, mostrar efetivo entendimento do significado da resposta. Essa situação, protagonizada por Camila, aproxima-se do que afirma Bakhtin (*apud* FONTANA, 1996). Segundo o autor, as crianças repetem palavras sem ter delas uma compreensão total, ou seja, elas utilizam-se de palavras alheias, tornando-as suas.

Diante disso, a professora/pesquisadora percebeu que os estudantes consideravam seres vivos todos aqueles que respiravam. Eles traziam algumas concepções de seu contexto, tais como “basta não respirar o oxigênio que acabou a vida”. Registre-se que Kawasaki (turno 64) foi o único da turma que citou a bactéria como elemento que não precisava de oxigênio, que existiam seres vivos anaeróbios, vivendo no solo, ar, nas águas. Verificou-se, no decorrer do ambiente comunicativo, que este estudante se posicionava no grupo compartilhando seus conhecimentos e conseguindo estabelecer relações entre o que aprendeu e o que já sabia.

Os estudantes (turno 79) consideraram a horta com um ecossistema. Mas, quando se pediu a eles para justificarem o porquê, não conseguiram encontrar argumentações no processo de elaboração do conhecimento biológico.

Após explorar as ideias dos estudantes em relação aos fatores bióticos e abióticos, passou-se a trabalhar os significados construídos ao longo da interação discursiva para a compreensão de ecossistema. Então, foram introduzidos os conceitos de bióticos e abióticos. A professora/pesquisadora forneceu instruções verbais para os estudantes, retomou os conceitos e os explicou, por meio de diálogo colaborativo.

Nesse processo foi explicado aos estudantes que a horta é considerada um ecossistema e que, para caracterizá-lo, bastam existir dois aspectos: o biótico, representado por qualquer tipo de ser vivo; e o abiótico: representado por uma característica física ou química do entorno, por exemplo, a água, o solo, a temperatura, a pressão atmosférica. A união desses dois elementos forma um ecossistema.

Como os estudantes ainda apresentavam dificuldade para entenderem os termos bióticos e abióticos, explicitamos-lhes o significado das palavras. Abiótica (A=ausente, BIO=vida) são fatores ausentes da presença de seres vivos ou suas relações, as propriedades físicas e químicas da biosfera. Os fatores abióticos surgem pela influência dos componentes físicos e químicos do meio. São fatores abióticos: o sol, a água o ar. Biótico (BIO = vida), fatores ocasionados pela presença de seres vivos ou suas relações. No ecossistema os fatores bióticos e os fatores abióticos se interrelacionam, interdependem e interagem entre si, como foi observado na horta.

No episódio analisado, retomaram-se, pela professora/pesquisadora, algumas dúvidas dos estudantes sobre a influência dos componentes físicos e químicos do meio. A partir das explicações, os estudantes passaram a citar algumas características importantes dos seres vivos, existentes no ambiente natural da horta, utilizadas para distingui-los dos não vivos; passaram também a evidenciar compreensão acerca dos elementos não vivos presentes no ecossistema. Considera-se aqui que as ideias dos estudantes estavam sofrendo transformações e rupturas para se aproximarem das concepções científicas. Eles ofereciam evidências de que iniciavam a compreensão sobre o que era ecossistema e sobre o que eram os elementos do ambiente.

Dando continuidade às análises acerca da investigação, a seguir apresenta-se o Episódio de Ensino número três.

4.3. Episódio de ensino 3 – Apresentação dos seres vivos que atuam como produtores na horta

Durante o desenvolvimento deste episódio, os estudantes foram à horta para identificarem os seres vivos que possuíam cor verde, que tinham dependência do sol para sobreviver e aqueles que não podiam viver sem água e que retiravam os nutrientes do solo. Após a visita à horta, os estudantes retornaram para a sala de aula e se organizaram em círculo para os debates. As informações coletadas foram analisadas e serviram de introdução ao conceito de produtores. A seguir, apresenta-se recorte do Episódio de Ensino 4.

Quadro 4. Recorte do Episódio de Ensino 4

(88) Professora/pesquisadora: Na horta todos identificaram os seres vivos com cor verde, dependentes do sol, de nutrientes do solo e água. Após a identificação, os estudantes retornaram para a sala de aula e sentaram em círculos e leram o que havia relacionado em seus diários.

[Na horta os estudantes quase não conversaram uns com os outros, apenas ficaram relacionando os fatores bióticos que necessitavam de sol, nutrientes do solo, água e ar em seus respectivos cadernos de campo]

(89) Estudantes: “Só tem as plantas” [Os alunos responderam em coro, assim que entraram na sala, todos eufóricos]

(90) Professora/pesquisadora: Na etapa anterior conceituamos, agora vamos recordar para tirar algumas dúvidas sobre ecossistema.

Ecosistema é a unidade funcional básica, uma vez que inclui os organismos + ambiente abiótico, cada um deles influenciando as propriedades do outro, sendo ambos necessários para a conservação da vida tal como existe na Terra” (Odum, 2001).

Podemos esclarecer as partes do ecossistema, listando os componentes abióticos - Luz solar, Temperatura, Precipitação, Água e Umidade e Solo – e os componentes bióticos: plantas, herbívoro, carnívoros, onívoros e detritívoros.

Os organismos vivos e o seu ambiente não vivo estão inseparavelmente inter-relacionados e interagem entre si.

[Após uma breve revisão da etapa anterior, fizemos uma pergunta para os alunos]

Será que o sol é importante e a planta depende dele, o que vocês acham?

(91) Kawasaki: “Porque as plantas precisam crescer professora”

(92) João: “A planta precisa do Sol e de água para tudo”

(93) Professora/pesquisadora: “Alguém sabe me responder por quê? ”

(94) Estudantes: “Para viver”

(95) Professora/pesquisadora: Muito bem! Alguém sabe me dizer se todas as plantas encontradas nas hortas são verdes?

(96) Estudantes: São todas verdes! [Em coro]

(97) Professora/pesquisadora: “Como será que as plantas são chamadas na cadeia alimentar?”

[Ninguém respondeu, ficaram em silêncio]

(98) Professora/pesquisadora: “Alguém já ouviu falar nos produtores”

(99) Jeferson: “Não me lembro”

(100) Kawasaki: “Acho que são as plantas, não tenho certeza!?”

[Os demais estudantes continuaram em silêncio, alguns escreveram no diário de campo que a planta faz seu alimento por isso ela precisa do sol, ar, água, contudo não conseguiram usar a palavra produtor e sequer conseguiram lembrar-se da cadeia alimentar]

(101) Professora/pesquisadora: “Sim! Todas as hortaliças são chamadas de produtoras, os organismos produtores formam a base dos ecossistemas. Os produtores são autótrofos porque absorvem parte da energia da luz do Sol para fazer seu próprio alimento.”

[Em nossa explicação usamos os elementos encontrados na horta, como exemplo]

(102) Camila: Como as plantas conseguem fazer isso, professora?

(103) Professora/pesquisadora: As plantas têm uma maneira muito inteligente de usar a energia da luz solar para fazer sua “comida”.

[No próximo episódio explicaremos o processo de fotossíntese]

(104) Lilian: Então, as plantas verdes são todas produtoras!

[Todos concordaram com Lilian]

(105) Professora/pesquisadora: Está correto! Os produtores são os vegetais clorofilados. Alguém tem alguma dúvida e gostaria de perguntar?

[Todos os estudantes disseram que entenderam o que foi explicado]

Analisando os diálogos, pode-se verificar que todos os estudantes em seus relatos citaram os vegetais existentes na horta. Porém, não conseguiram lembrar-se da palavra *produtor* e também não mostram saber o seu significado. De acordo com Vygotsky (1991), o desenvolvimento humano depende da interação que ocorre entre as pessoas e da relação com os objetos culturais, uma vez que, com a presença do outro, o professor mediador, se dá a evolução das formas de pensar do estudante.

Assim na sala de aula, a professora/pesquisadora fez a recapitulação do que havia sido feito na etapa anterior. Posteriormente, para fazer o diagnóstico do que os estudantes compreenderam ou não sobre o tema, ela iniciou a discussão com uma pergunta, deixando claro que gostaria que todos os estudantes dessem sua opinião e que ficaria feliz de ouvi-los.

Nesse episódio, turno 89, percebeu-se que os estudantes citaram os vegetais que encontraram na horta, segundo suas concepções sobre os seres vivos.

A professora/pesquisadora explorou as ideias dos estudantes em relação aos exemplos de seres vivos. Observou-se que, no discurso dos estudantes, não aparecia a palavra *produtor*. Ao longo da atividade, ao serem questionados sobre o porquê consideram que todas as hortaliças encontradas na horta eram seres vivos constituídos de cor verde, dependentes de água e do sol. Os estudantes dos turnos 91 e 92 acrescentaram que as plantas necessitam, para crescer e se desenvolver, da presença da luz solar. No entanto, os estudantes reconheceram a importância do sol, do ar, da água e de nutrientes para o desenvolvimento da planta, mas não foram capazes de associar a planta como um *produtor*.

Constatou-se pelo discurso e pelos registros no diário de campo até então construído pelos estudantes, que eles não se recordavam do conteúdo estudado no livro didático e nem do estudado em anos anteriores sobre os três componentes vivos: produtores, consumidores e decompositores. Tal fato levou ao entendimento de que a forma com que eles aprenderam essas categorias ecológicas foi pouco eficaz para promover o desenvolvimento conceitual. Nesses termos, quando o estudante não compreende a fotossíntese, isso é impedimento para que o estudante compreenda o papel ecológico dos produtores, assim como a cadeia alimentar.

Sublinhe-se que, embora os estudantes tenham identificado os produtores, os vegetais, eles não demonstraram ter compreensão do significado da palavra *produtor* e nem de seu papel na cadeia alimentar. A esse respeito, Vygotsky (2001) enfatiza que o indivíduo só consolida o conhecimento quando ele é capaz de se apropriar do conceito e falar com as suas próprias palavras.

Diante do constatado, foram propostas situações para que os estudantes pudessem compreender quem são os produtores e por que são chamados assim. Explicou-se o conceito utilizando os exemplos citados pelos estudantes no diário de campo. Após a intervenção da professora/pesquisadora, os estudantes começaram a apresentar certo grau de evolução na conceituação para *produtor*. Isso pode ser evidenciado pelo discurso de Lilian, turno 104. A estudante conseguiu compreender que os produtores são as plantas verdes, nota-se que “a estudante reelabora esses conhecimentos mediante o estabelecimento de uma nova relação cognitiva com o mundo e com seu próprio pensamento” (Fontana e Cruz, 1997). Observou-se, também, no episódio, que todos os estudantes concordaram com a opinião de Lilian.

A partir das interações discursivas apresentadas, ficou evidente que tanto as intervenções da professora/pesquisadora, como a dos estudantes, criaram uma ZDP. As intervenções possibilitaram que os estudantes atingissem um nível proximal de desenvolvimento.

Os estudantes, em suas Zonas de Desenvolvimento Proximais, são sujeitos das interações com o conhecimento científico, mediadas pela professora/pesquisadora, o que possibilitou os avanços em direção aos sistemas conceituais muito mais elaborados e que dificilmente poderiam ser construídos por conta própria.

No próximo episódio, os estudantes realizaram uma atividade na horta, usando sementes de rúculas, para que se pudesse averiguar se relacionariam suas observações com conceitos básicos do processo de fotossíntese.

4.4. Episódio de ensino 4 – Orientações sobre como o sol, a água, os nutrientes influenciam no crescimento e no desenvolvimento da planta

Neste episódio foram analisados dados referentes às investigações, realizadas pelos grupos de estudantes a partir de orientação, para observarem fatores que influenciavam no crescimento e desenvolvimento da planta.

Em tal atividade os estudantes observaram, por vinte dias, o crescimento de rúcula nos canteiros da horta e registraram o que ocorreu nesse período. Período este, em que

acompanharam o plantio das sementes, a germinação e o crescimento. Para que os estudantes observassem aqueles fatores, algumas sementes de rúcula foram plantadas em lugares que recebiam muita incidência de luz solar e outras sementes que foram plantadas em canteiros que não recebiam luz solar, somente sombra o dia inteiro. Como o desenvolvimento e o crescimento das plantas deram-se por um período relativamente longo, os estudantes faziam suas observações na hora do intervalo para o recreio. Decorridos os vinte dias, os grupos de estudantes registraram suas conclusões no diário de campo como relatório da investigação. Esses relatórios foram recolhidos pela professora/pesquisadora, analisados e apresentados a seguir.

4.4.2. Análise do diário de campo

Figura 7. Grupo da Josiane e do João

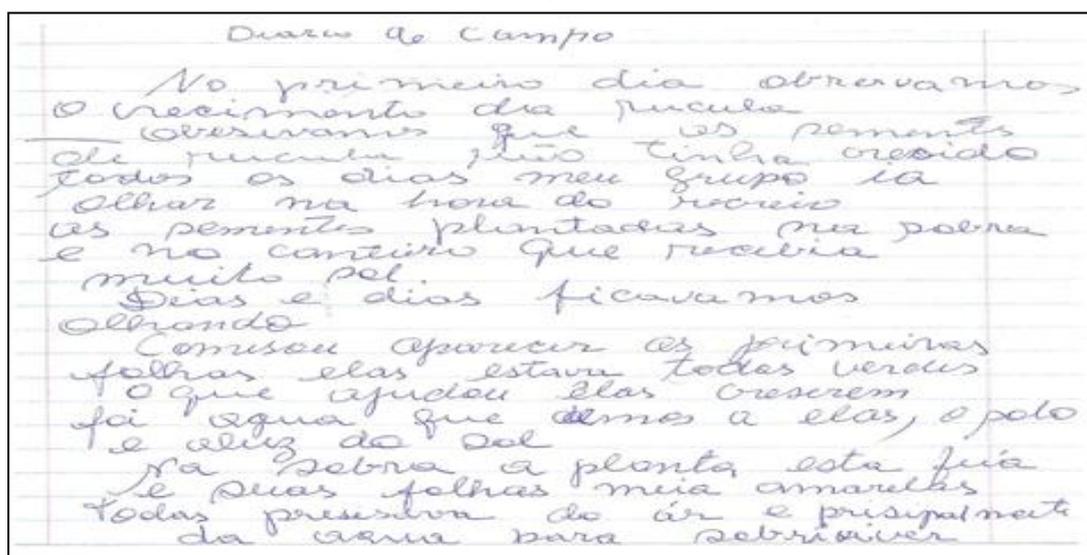
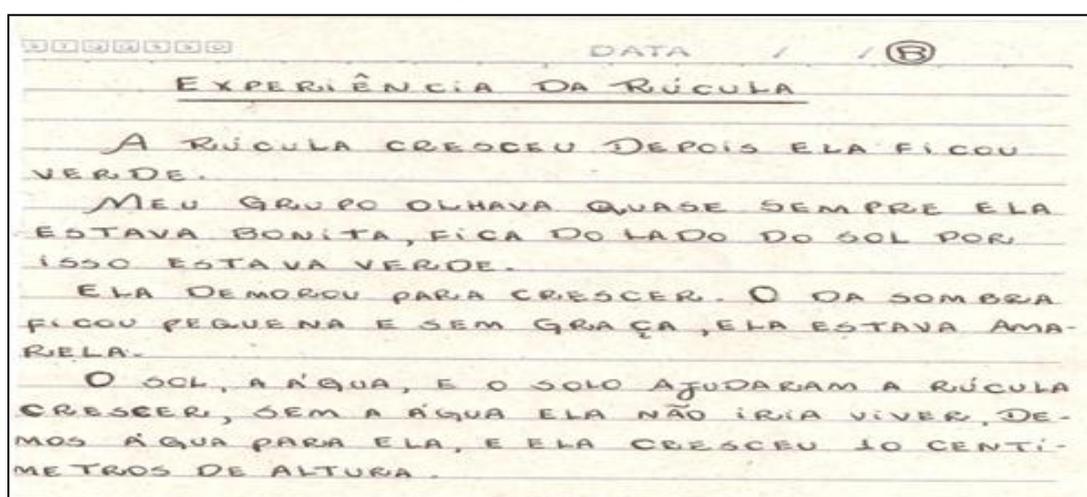


Figura 8. Grupo do Kawasaki e o Grupo Camila



Escolheram-se alguns trechos extraídos do diário de campo dos estudantes para serem analisados. Cabe destacar que os estudantes que participaram da investigação proposta na dissertação já tinham entrado em contato com o ensino sobre a fotossíntese nos anos anteriores. Com base nisso, supunha-se que eles não encontrariam dificuldade em desenvolver essa etapa da sequência didática. Mas, analisando o trecho em que os estudantes escreveram “*a rúcula que ficou plantada do lado do sol estava verde*”, evidencia-se que eles não relacionaram a cor da planta com a clorofila. Parece que os estudantes não haviam compreendido ainda que a cor verde das folhas é devido à presença de um pigmento, a clorofila, a qual é de máxima importância, pois ela desempenha um papel fundamental no processo de fotossíntese. Apesar de constar no livro didático dos anos iniciais em uns dos capítulos a palavra clorofila. Isso parece significar que os estudantes entraram em contato com o conceito, mas este não foi estruturado e internalizado por eles no processo educacional em Ciências.

A professora/pesquisadora explicou que os cloroplastos contêm como pigmento a clorofila, que eram esses corpúsculos os responsáveis pela cor verde. Entendeu-se que esse conceito é muito mais complexo e que os alunos necessitavam ter uma noção mais acurada da morfologia interna do cloroplasto.

Percebeu-se, também, que os estudantes ainda não haviam compreendido o como ocorre a nutrição da planta, pois analisando-se outro parágrafo no qual escreveram: “*a rúcula precisa de sol, a água e o solo que ajudaram a rúcula crescer*”, verificou-se que eles apresentavam uma fase bem elementar, ou seja, fase sincrética sobre a nutrição do vegetal. Considerou-se que a explicação dos alunos, seus argumentos teriam coerência se eles compreendessem o processo de fotossíntese.

A professora/pesquisadora observou, nas escritas dos estudantes, deficiência de alguns conhecimentos relacionados à fotossíntese. Alguns estudantes não relacionaram a nutrição vegetal à fotossíntese e citaram que a planta necessitava da presença de água e luz, mas não mencionaram a participação do gás carbônico neste processo. Muitos estudantes confundiam ar com oxigênio (sabe-se que o ar é composto gasoso que envolve o nosso planeta e o oxigênio é um dos componentes). Isso demonstrou indícios de que esses conhecimentos ainda não estavam estruturados em seu contexto e os estudantes ainda não tinham conhecimentos para empregar de maneira satisfatória e coerente a terminologia e a sua funcionalidade.

A professora/pesquisadora também observou, durante as análises realizadas, que os estudantes não compreendiam que os produtores, quando recebem luz, não necessitam de

oxigênio do ambiente, que eles produzem o oxigênio na fotossíntese, utilizam o que precisam na respiração e eliminam para o ambiente o que sobra. Os estudantes tinham dificuldade para compreender a retirada do CO₂ da atmosfera e as trocas gasosas. Na concepção deles, as plantas não respiram à noite, somente de dia. Bizzo e Kawasaki, (2000, p.25) reitera essa ideia dizendo que “O conhecimento que os alunos têm a respeito do funcionamento da fotossíntese, estes se situam, basicamente, nas trocas gasosas que a planta realiza com o meio, atribuindo ao vegetal à renovação e purificação do ar atmosférico”.

Nesse sentido, a análise do relato dos estudantes evidenciou que eles relacionam o crescimento da rúcula com a água. Considerou-se que os estudantes não estavam equivocados, mas esperava-se que eles conseguissem relatar que, sem a água, não dá para fazer fotossíntese, mesmo que haja luz.

As dificuldades relatadas decorrem de vários aspectos, conforme cita Eisen & Stavy, (1987), um deles pode estar relacionado ao fato de que, muitas vezes, os professores têm conceitos equivocados sobre fotossíntese, o que compromete a aprendizagem dos estudantes. Considerou-se que, pelo menos os conhecimentos básicos a respeito do processo da fotossíntese, os estudantes deveriam ter aprendido, já que esse conceito faz parte do conteúdo nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Nesse sentido pode-se fazer alusão à Fontana (1996, p. 19):

A mediação do outro desperta na mente da criança um sistema de processos complexos de compreensão ativa e responsiva, sujeitos às experiências e habilidades que ela já domina. Mesmo que ela não elabore ou não aprenda conceitualmente a palavra do adulto, é na margem dessas palavras que passa a organizar seu processo de elaboração mental, seja para assumi-las ou para recusá-las.

Assim, entende-se que os estudantes trazem concepções cotidianas, que são de muita relevância, pois permite o progresso da aprendizagem. Muito do que os estudantes sabem sobre esse tema envolve ideias e relações com as quais os conceitos são formados. Portanto, as ideias anteriores são a base para a formação e construção dos conceitos e é no confronto dessas ideias que os estudantes formaram os conceitos científicos.

Observou-se que os estudantes tiveram muita dificuldade para a realização dessa etapa, principalmente, para descreverem a experiência realizada em seus diários de campo. Pode-se dizer que os professores que atuam nos anos iniciais não estão dando tanta importância na elaboração de registros ou relatórios científicos, no sentido de que os registros reflitam efetivamente o que foi feito.

Ao se analisar o processo de construção dos significados pelos estudantes, durante o desenvolvimento do Episódio de Ensino 4, pode-se concluir que os estudantes identificaram que as plantas são os produtores e que precisam da luz solar, do gás carbônico e da água para produzirem seu próprio alimento; contudo tiveram dificuldades para exemplificar o experimento no diário de campo, para descrever resumidamente o processo de fotossíntese (fase fotoquímica que depende de luz, em condições naturais).

4.5. Episódio de Ensino 5 – Introdução aos conceitos básicos de fotossíntese

Figura 9. Diário de campo produzido antes da explicação sobre o processo de fotossíntese. Grupo: Josiane (5.1)

As plantas se alimentam da terra e do ar.
 É do ar que ela capta, e o ar para produzir seu alimento.
 É quando ele precisa comer e que tem na terra os alimentos para poder crescer.
 Ela precisa do sol para tudo, principalmente para ficar verde e a calor da precisa fazer a fotossíntese.
 A terra é preciso para a planta desenvolver e crescer.

Chupe B

Figura 10. Diário de campo produzido antes da explicação sobre o processo de fotossíntese. Grupo: Paulo. (5.2)

As plantas são seres vivos que são autotófos.
 As plantas precisam de luz solar, e também elas precisam de oxigênio e a luz solar e a água.
 As plantas se alimentam da terra e do ar.
 As plantas crescem com água, luz solar e oxigênio.
 As plantas também precisam de oxigênio do ar.

Figura 11. Diário de campo produzido antes da explicação sobre o processo de fotossíntese. Grupo: Camila.(5.3)

A planta se alimenta através da fotossíntese.
A fotossíntese é "O sol + água que vai para plantas e é absorvida pela clorofila que fica dentro da cloroplasto, que fica dentro das células das folhas."

Figura 12. Diário de campo produzido antes da explicação sobre o processo de fotossíntese. Grupo: Kawasaki (5.4)

Grupo A ->
A planta precisa de água e luz solar.
Ela precisa de gás carbônico, e água e nutriente do solo para viver.
Ela faz fotossíntese com tudo isso.
A folha tem clorofila, fica verde, e um tipo de pigmento.
Libera A planta absorve gás carbônico, ela libera oxigênio, pela folha dela.
Na Horta acontece tudo isso, por causa da fotossíntese, dessa jeito ela produz alimento

Ao se analisar o texto do grupo 5.1, extraído do diário de campo, constata-se que as estudantes escreveram que as plantas se alimentam da terra e do ar, o que é um equívoco, posto que esse fenômeno não é um fenômeno observável, os gases não são visíveis. As estudantes tiveram dificuldade para exemplificar esse fenômeno, o qual exige um processo de construção de significados em níveis mais elevados de generalizações. Além disso, elas afirmaram que as plantas se alimentam pela raiz, fato que evidencia que elas não entenderam o processo de fotossíntese, por meio do qual os vegetais clorofilados sintetizam compostos orgânicos ricos em energia, a partir de compostos inorgânicos simples, como a água e o dióxido de carbono, na presença de luz.

No texto escrito pelo grupo do Paulo (5.2), os estudantes afirmaram que “as plantas para serem verdes e bonitas elas precisam de oxigênio, luz solar e água para as suas folhas

ficarem verdes”. Nesse trecho observa-se que eles não relacionam esses fatores com a clorofila. Apontaram que *as plantas se alimentam da terra e do ar*. Desse modo, as características mais eleitas na classificação vegetal, por parte desse grupo, têm a ver com a negação das características atribuídas aos animais, referindo aos vegetais como seres que se alimentam da terra (MANZANAL & JIMENEZ (1995).

Muitas pesquisas revelam que a fotossíntese é considerada um dos conteúdos mais difíceis para os estudantes deste nível, porque eles não têm conhecimento de química necessário e, por isso, muitas vezes, as explicações são sucintas sobre esse tema, sem muita fundamentação teórica.

Nas análises a professora/pesquisadora observou que os estudantes não compreendiam quais eram os gases envolvidos no processo de fotossíntese, pois fizeram confusão afirmando que a planta absorve oxigênio do ar. Para eles ainda não ficou claro como as plantas conseguem energia para se desenvolver.

A maioria dos estudantes disse que é pelas raízes que as plantas retiram seu alimento. Não entendiam que é através do processo de fotossíntese que as plantas produzem substâncias nutritivas.

No texto escrito pelo grupo (5.3), no diário de campo, fica explícita a tentativa de explicar como a planta realiza a fotossíntese. Percebe-se a extrema dificuldade desses estudantes para explicar sobre a fotossíntese. Na enunciação do texto os estudantes apontaram que *a fotossíntese é o raio solar que bate nas plantas*. “Bater”, para esse grupo, parece significar que a folha fotossintetizante intercepta a radiação. Eles não conseguiram se expressar porque essas questões ainda não estão internalizadas para que possam alcançar níveis superiores de generalizações.

De acordo com a análise dos textos, a professora/pesquisadora verificou que os estudantes tiveram muita dificuldade, porque não conseguiram apresentar uma justificativa plausível, a explicação dada por eles ficou um pouco vaga para corroborar sua explicação sobre fotossíntese.

A análise dos textos acima sinaliza que os estudantes ainda não compreenderam que a água é absorvida do solo pelas raízes, que o CO₂ é retirado do ar atmosférico pelas folhas (“estômatos”) e que a energia luminosa é transformada em energia química, com auxílio da clorofila. Considerou-se que tal situação acontece porque definições como estas, muitas vezes, são negligenciadas e acabam não sendo ensinadas para os estudantes nos anos iniciais. Muitos professores acreditam que a maioria dos estudantes não será capaz de entendê-lo. No entanto, muito antes de serem apresentados os conceitos científicos na escola

sobre o processo de fotossíntese, os estudantes trazem para dentro da escola algumas concepções inerentes à “nutrição”, mesmo que estas estejam restritas aos seus significados cotidianos.

[...] o caminho entre o primeiro momento em que a criança trava conhecimento com o novo conceito e o momento em que a palavra e o conceito se tornam propriedade da criança é um complexo processo psicológico interior, que envolve a compreensão da nova palavra que se desenvolve gradualmente a partir de uma noção vaga, a sua aplicação propriamente dita pela criança e sua efetiva assimilação apenas como elo conclusivo. Em essência, procuramos exprimir anteriormente a mesma ideia quando dissemos que, no momento em que uma criança toma conhecimento pela primeira vez do significado de uma nova palavra, o processo de desenvolvimento dos conceitos não termina, mas está apenas começando. (VYGOTSKY, 2001, p.250).

Para que os conceitos científicos sejam desenvolvidos, é de fundamental relevância que alguns conceitos cotidianos estejam formados. Exemplificando, no texto produzido pelo grupo (5.4), os estudantes empregaram alguns termos de forma coerente, como “a planta precisa de água”, “energia que é irradiada”, do dióxido de carbono atmosférico, dos minerais que elas obtêm do solo, tudo isso é importante para a planta realizar a fotossíntese e produzir seu alimento. No texto os estudantes também se referiram à clorofila. O que leva a se considerar que o texto dos estudantes se aproxima do conhecimento científico. A argumentação usada pelo grupo proporcionou a construção de significados satisfatórios.

Assim, os conceitos científicos necessitam dos conceitos cotidianos. Ao serem dominados, os conceitos científicos também elevam os conceitos cotidianos. Deste modo, os conceitos científicos reorganizam os conceitos cotidianos.

Compreender o processo de formação de conceitos cotidianos é relevante, uma vez que é com esses conceitos que os estudantes chegam à escola. Talvez as dificuldades de aprendizagem enfrentadas no início da escolarização estejam relacionadas aos conceitos cotidianos.

A partir dos dados apresentados no diário de campo, foi possível verificar que os estudantes conseguiam fazer relações coerentes, entre elas a presença da radiação solar a qual é essencial à fotossíntese e afeta diretamente a quantidade e a taxa de realização desse processo. No entanto, os estudantes tiveram dificuldade para explicar como a planta absorve o gás carbônico e fizeram confusão para explicar se ela precisa de oxigênio ou gás carbônico para a realização da fotossíntese.

O que se percebe nas anotações de campo de alguns estudantes é que o processo de respiração das plantas ainda não está claro, pois muitos ainda confundem a respiração dos animais com a das plantas. A professora /pesquisadora, durante as análises dos textos, evidenciou que os vínculos necessários à generalização e à abstração dos atributos criteriosais para compreender o processo de fotossíntese e da respiração não foram, ainda, internalizados pelos estudantes.

Além disso, a professora/pesquisadora constatou que os estudantes deveriam ter certo conhecimento sobre a natureza dos gases e suas propriedades, porque é conteúdo do quarto ano do Ensino Fundamental. Porém, os conhecimentos que lhes são transmitidos pelos professores são, por vezes, muito limitados. Isso explica, em parte, as dificuldades na compreensão dos processos envolvidos na troca gasosa e até mesmo na transferência de energia.

4.5.2. Introdução aos conceitos básicos de fotossíntese

Na atividade anterior, os estudantes observaram a importância do sol para as plantas durante o desenvolvimento de rúculas. Transcorridos os vinte dias de observação do plantio das sementes, de sua germinação, de seu crescimento, a professora/pesquisadora retornou à escola. Cabe ressaltar que nos vinte dias de observação do crescimento da rúcula não houve intervenção da professora/pesquisadora.

Na etapa aqui apresentada, primeiramente os estudantes sentaram-se em círculo na sala de aula, para que pudessem expor a experiência vivenciada na etapa anterior. Assim, a professora/pesquisadora pediu para que cada um dos estudantes lesse seus relatórios. Percebeu-se que poucos estudantes queriam ler, que alguns tiveram dificuldade para escrever os relatórios de campo com coesão, conforme o solicitado, que outros estavam constrangidos pela presença da filmadora e não conseguiam se expressar oralmente.

O que havia sido solicitado aos estudantes era o registro do que haviam observado nos dois canteiros referentes à germinação e ao crescimento das rúculas, durante os vinte dias.

A colocação dos estudantes em grupos, para o desenvolvimento da atividade de campo, tinha como objetivo ser uma estratégia para socializar as informações. Mas, o que foi percebido é que alguns estudantes não tinham informações suficientes para discutir com o grupo fatos relevantes sobre o assunto e enriquecer os relatórios.

Considerou-se que essa atividade foi importante para levantar que ideias aqueles estudantes tinham sobre o processo de fotossíntese. Desse modo, foi por meio das interações

discursivas em sala de aula e dos textos escritos no diário de campo que conseguimos compreender como a construção do conhecimento se explicita. Para tal, foi necessário entendermos não apenas o nível de desenvolvimento real, mas, também, considerar o nível de desenvolvimento potencial, que se deu com os companheiros mais aptos dando instruções.

Nesse contexto, cabe ressaltar que é a partir desses dois níveis de desenvolvimento – real e potencial – que Vygotsky (2001) define a zona de desenvolvimento proximal, a qual significa.

“a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes”.

Com base nesse pensamento, o ponto de partida é conhecer o que os estudantes pensam sobre o papel da fotossíntese para os vegetais, a partir dos registros em seus diários de campo. A partir da análise dos registros, orientou-se os estudantes para a compreensão das conjecturas já formuladas, envolvendo-os em problematizações, cujas resoluções exigem conhecimentos mais complexos do que os iniciais.

Assim, após a leitura dos diários de campo por alguns dos estudantes, a partir da interação entre a professora/pesquisadora e os estudantes, propiciou-se que cada um deles trocasse ideias com o grupo para expor seus conhecimentos e suas dúvidas referentes à etapa anterior. Como os estudantes permaneceram em silêncio e não se conseguiu fazer com que externassem sua lógica, resolveu-se instigá-los e estimulá-los, realizando a exposição por meio de uma situação problema, que desencadeou os diálogos/as interações discursivas apresentados a seguir

Quadro 5. Recorde do Episódio de Ensino 5

(106) Professora/pesquisadora: Olhando para as folhas da rúcula no lado sombrio e comparando-o com a rúcula que ficaram no lado ensolarado, vocês perceberam se há alguma diferença? Quais?

(107) Josiane: “Muchou, ficou amarelinha, morreu” [Todos estavam respondendo ao mesmo tempo e a mesma coisa]

(108) Josiane: “Ela ficou meia amarelada, a outra ficou verde”

(109) Professora/pesquisadora: “Alguém identificou outra característica, outro atributo?”

(200) Lilian: “Morreu”

(201) Professora/pesquisadora: “Por quê?”

[Todos do grupo a ficaram em silêncio, esperando que alguém respondesse]

(202) Kawasaki: “Estava mucha”

[Diante do silêncio, reconduzimos a uma nova pergunta]

(203) Professora/pesquisadora: “Será que a radiação solar influencia na cor da folha?”

(204) Camila: “Sim!”

[Os demais estudantes ficaram quietos e não quiseram responder]

(205) Professora/ pesquisadora: “O que aconteceu com a rúcula que recebeu pouca incidência de iluminação, ela conseguiu se desenvolver?”

[Repetimos a pergunta]

(206) Joana: “Ficou meio marrom”

(207) Lilian: “Morreu e ficou seca”

[A maioria escreveu no diário de campo que ficou muito feia a que não recebeu a luz solar]

[Segundo momento do diálogo dos alunos com a professora/pesquisadora]

(208) Professora/pesquisadora: Quais os elementos do ambiente que a planta necessitou para crescer?

(209) Kawasaki: “Do sol e da água”

(210) Jeferson: “Água”

(110) Professora/pesquisadora: Qual será a função da folha na rúcula?

[A maioria dos alunos não souberam responder]

(211) Camila: “Que na folha tinha uma bolinha que saia alguma coisa e saia um liquidinho”. [respondeu empolgada]

(212) Professora/pesquisadora: Ok! E Como será que a rúcula obteve seu alimento para poder crescer, se ela não se locomove?

(213) Kawasaki:” Seria através da fotossíntese”

(214) Camila: Fotossíntese!

(215) Professora/ pesquisadora: Então um de vocês é capaz de explicar o que é fotossíntese?

(216) João: “Já estudei mais não me lembro, e que minha prima tinha falado deste assunto.”

(217) Os estudantes relataram que:

“A rúcula depende do solo, do ar e do sol para crescer e se alimentar”

[Essa dependência desses fatores relacionaram com o processo de fotossíntese, mais não explicaram]

(218) Camila, Lilian e Flavia:

“A planta se alimenta pela raiz, retirando os alimentos do solo”

[Em coro]

(219) Lilian: “Eu sei que a planta tira seu alimento da terra, já fiz a experiência do feijão. ela tira seu alimento pela raiz é do algodão para pode se alimentar e crescer”.

[Lilian não falou para a sala de sua experiência realizada, e sim contou o fato para a professora/pesquisadora, que depois relatou para a sala]

(220) Jeferson “Professora é verdade que a planta só respira a noite e de dia ela faz o seu alimento?”

(221) Professora/pesquisadora: De noite a planta também respira e de dia também, ela fabrica seu alimento durante o dia, esse processo consome oxigênio e libera dióxido de carbono.

No decorrer da interação discursiva, pode-se perceber que os estudantes tiveram dificuldade para responder às questões. Suas respostas eram incompletas e imprecisas. Esperava-se que os estudantes conseguissem expor, discutir e rever suas ideias e falassem algo sobre fotossíntese, ou que dissessem que a clorofila é a responsável pela captação da energia luminosa, a sua falta restringe a intensidade da fotossíntese. Conforme já postulado, os estudantes apresentavam concepções inadequadas sobre os conhecimentos básicos de fotossíntese. Pode-se verificar, por um lado, que os estudantes apontam, de fato, dificuldades e tentam se esforçar para apresentar uma resposta coerente. Mas, nota-se que os estudantes não dispunham de informações para irem em frente com suas argumentações, emitindo apenas ideias evasivas sobre o assunto.

De acordo com Vygotsky (2005), a capacidade cognitiva de um indivíduo depende de suas experiências e de sua história educativa. É na interação entre pessoas que novas

formas de pensar são construídas e/ou transformadas e o sujeito só domina um sistema de conceitos se eles forem incorporados ao seu pensamento.

Durante a análise do discurso produzido pelos estudantes, observou-se que a maioria dos estudantes respondeu “que a rúcula que ficou na sombra não ficou verde e que ela tinha murchado e que a planta necessitava de Sol”. Porém, não conseguiram dar uma justificativa plausível sobre o fato ocorrido durante a observação feita na horta. Em nenhum momento eles se referiram ao processo de fotossíntese.

Na perspectiva de Vygotsky (1991), é essencial cuidar para que os conceitos nos quais a aprendizagem se apoia estejam constituídos no estudante. Contudo, pode haver uma interrupção no processo de compreensão de um conteúdo pela falta do apoio de um conceito anterior, comprometendo o aprendizado. O uso de diferentes estratégias na mediação pedagógica, como, por exemplo, a utilização de questionamentos e pedidos de confirmação podem levar à verificação de qual é a base conceitual que os estudantes já possuem, e quais são os conceitos que precisam ser construídos.

Dessa forma, a professora/pesquisadora fez uma nova intervenção, o propósito era provocar os estudantes para que reelaborassem suas explicações sobre o desenvolvimento das rúculas. A expectativa era a de que esta reformulação da pergunta propiciasse a evocação do conhecimento escolar sobre o processo de fotossíntese e que tal evocação se refletisse nas explicações.

A professora/pesquisadora lançou uma pergunta a todos os grupos: Quais os elementos do ambiente que a planta necessita para crescer? O intuito com esta pergunta era fazer com que o grupo refletisse, avaliasse e elaborasse suas explicações compatíveis com o fenômeno da fotossíntese.

Na primeira intervenção feita pela professor/pesquisadora, os estudantes ficaram quietos, apenas duas estudantes, Josiane e Lilian, começaram a dar opiniões tentando responder o questionamento apresentado. Como exemplo de elementos que eram necessários para a planta crescer, elas citaram os sais minerais que as plantas retiravam do solo e, principalmente, água. A partir disso, os outros estudantes começaram a participar dizendo que o sol era importante para que uma planta pudesse se desenvolver.

Realmente as plantas extraem água do solo, mas também minerais essenciais para as plantas e a radiação solar é um recurso importante, porque as plantas utilizam 44% da parte estreita do espectro de radiação solar.

Constatou-se, pelo discurso produzido pelas estudantes, que a maioria dos estudantes tinha uma explicação para o fenômeno e quase sempre esta explicação era bastante limitada.

No turno 218, isso pode ser evidenciado, pois as estudantes Camila, Lilian e Flávia responderam que “A planta se alimenta pela raiz, retirando os alimentos do solo”

Na fala do turno 219, identificou-se que Lilian também faz confusão quando argumenta “que a planta tira seu alimento da terra, já fiz a experiência do feijão. Ela tira seu alimento pela raiz e do algodão para poder se alimentar e crescer”. Nesta ótica, percebe-se que as estudantes explicitam suas concepções cotidianas.

Estudos realizados por Giordan e De Vecchi (1996, p. 41) esclarecem que: *“para os alunos, a planta se alimenta da terra, pois seria através do solo que obteria a matéria necessária para ser “absorvida” pela planta”*.

Essas concepções estão arraigadas nos estudantes desde a educação infantil, onde se aprende muitas vezes que a planta se alimenta pelas raízes e que as folhas que caem da árvore servem de adubo. É comum o estudante desenhar uma árvore com frutos, flores e raízes e raramente desenhar as folhas, sem que se ensine sobre a sua função.

A maioria dos estudantes nos anos iniciais aprende muito pouco sobre o processo da fotossíntese, às vezes quase nada a este respeito e as dúvidas não são sanadas; os estudantes levam estes equívocos até o nono ano e em alguns casos podem perdurar no ensino médio.

Nesse sentido, Giordan (1990) afirma que mais da metade dos estudantes universitários continuam pensando que as plantas são alimentadas essencialmente a partir do solo e que mais de 60% não estabelecem conexão entre fotossíntese e nutrição das plantas, enquanto que 70% não relacionam este fenômeno com questões energéticas.

Conforme a análise realizada pela professora/pesquisadora, os estudantes não compreendem que é do ar e da água que a planta utiliza três elementos (o carbono, hidrogênio e o oxigênio), e que eles serão utilizados pela planta para produzir o açúcar, que é composta pelos três elementos.

A professora/pesquisadora fez uma pergunta para estimular os estudantes, promovendo uma nova discussão. Perguntou se eles sabiam qual era a função da folha na rúcula.

A maioria dos estudantes não conseguiu explicar. Somente Camila (turno 211), esboçou a seguinte explicação: “na folha tinha uma bolinha que saía alguma, uma coisa, saía um liquidinho”. Provavelmente essa explicação se apoia em suas próprias experiências práticas.

Em relação a este trecho, percebe-se que ela talvez tenha se referido ao *“estômatos e a transpiração”*, só que não conseguiu buscar em seus conhecimentos uma resposta mais

coerente. Essa dificuldade talvez se deva à falta dos conceitos básicos sobre a troca de gases com o meio.

A professora/pesquisadora perguntou aos estudantes como será que as hortaliças conseguiram seus nutrientes para poder se desenvolver?

A maioria dos estudantes respondeu que é do solo que elas retiram os nutrientes que necessitam para crescer. A professora/pesquisadora pediu para os estudantes não ficarem assustados, porque na Grécia antiga também se acreditava que as plantas obtinham do solo e da água todos os elementos necessários ao seu crescimento.

Verificou-se, no turno 220, que Jeferson tinha uma dúvida sobre a planta. Ele achava que ela só respira à noite e de dia ela faz o seu alimento. Pode-se observar na fala deste estudante uma deficiência de alguns conhecimentos relacionados à fotossíntese. Entendia que a fotossíntese era uma simples troca de gases e que as plantas respiram gás carbônico só quando anoitece e de dia liberam o oxigênio.

Muitos estudantes não relacionaram a nutrição vegetal à fotossíntese, como também não relacionam a fotossíntese à produção de alimento pela planta e citaram a necessidade da presença de água e luz. Poucas vezes se lembraram que existe a participação do gás carbônico neste processo.

Os estudantes apresentaram algumas concepções cotidianas equivocadas relacionadas a conceitos científicos sobre fotossíntese. A não compreensão da fotossíntese e de sua relação com a nutrição orgânica impede os estudantes de entenderem como os produtores conseguem produzir seu alimento e que a planta não o obtém pronto.

É relevante notar certa confusão cometida pelos alunos sobre “*a planta se alimenta do solo*”, explicou-se para os estudantes que as plantas fazem sua nutrição em suas folhas e outros tecidos fotossintéticos através da fotossíntese, elas usam nutrientes que existem no solo para que possam se desenvolver. Por outro lado, as partes das plantas que se desprendem e caem sobre o solo, como as folhas, ao entrarem em decomposição fornecem novos elementos e compostos ao solo, mas isto não significa que ela irá absorver os nutrientes do solo e não precisará realizar a fotossíntese.

Percebeu-se que os estudantes não compreenderam os conceitos, voltou-se, então, à pergunta feita por Vygotsky (1993, p. 71): “*O que acontece na mente da criança com os conceitos científicos que lhe são ensinados na escola?*”.

Chegou-se à conclusão de que, para que o estudante compreenda o conceito de fotossíntese não é uma boa orientação apresentar-lhe os conceitos com sua definição pronta, como, por exemplo: O que é fotossíntese? O que é clorofila? Observa-se que muitas vezes,

com essa orientação, o estudante apenas “memoriza as informações” e depois “não lembra” ou “reproduz verbalmente” sem saber seu significado todas essas definições que compõem o conteúdo sobre fotossíntese. Ele não consegue se utilizar dessas informações no seu cotidiano e não estabelece relações lógicas, não consegue refletir sobre os fenômenos com os quais que lida na prática tendo dificuldade de interagir com seu próprio entorno, por exemplo, perceber que na horta há vegetais e que eles realizam a fotossíntese, na maioria das vezes não compõe o conteúdo curricular da escola.

Com base no exposto por Vygotsky (2001, p.247):

(...) a criança não assimila o conceito, mas a palavra capta mais de memória que de pensamento e sente-se impotente diante de qualquer tentativa de emprego consciente do conhecimento assimilado. No fundo, esse método de ensino de conceitos é a falha principal do rejeitado método puramente escolástico de ensino, que substitui a apreensão do conhecimento vivo pela apreensão de esquemas verbais mortos e vazios.

Então, percebeu-se que os estudantes ainda apresentavam dúvidas em relação a esse conceito e não compreenderam as definições, ou seja, o sentido das palavras, e também o próprio conceito, eles ainda não compreenderam os conceitos mais elaborados, não raciocinavam da mesma forma que uma pessoa adulta e seus conhecimentos eram incompatíveis com os conceitos de Ecologia.

No discurso oral foi difícil o grupo expor suas concepções, foi um obstáculo, pois elas trazem uma carga de sentidos para cada indivíduo. Durante a realização desta etapa da sequência foi possível observar que muitos estudantes continuavam tendo dificuldade em responder aos questionamentos, ou seja, notava-se neste episódio de ensino, que alguns estudantes do grupo tinham certa dificuldade de explicar o evento observado, eles manifestavam o que “pensavam” sobre o assunto, davam definições descontextualizadas, sem muito significado e sintéticas de objetos isolados, não usavam os atributos criteriosais desse conceito, os conceitos cotidianos interferiam no desenvolvimento dos conceitos científicos.

A professora/pesquisadora perguntou aos estudantes sobre o como as hortaliças conseguiram seus nutrientes para poder se desenvolver? A maioria respondeu que viam do solo. Mas, não se assustem porque na Grécia antiga acreditavam que as plantas obtinham do solo e da água todos os elementos necessários ao seu crescimento.

A professora/pesquisadora contou para os estudantes de uma maneira bem simplificada alguns erros cometidos sobre o processo de fotossíntese por alguns pesquisadores ao longo do tempo.

De acordo com Francis, acreditava-se que a principal função do solo era a de manter as plantas eretas e protegidas do calor e do frio e que cada planta tirava do solo uma única substância para sua alimentação.

Para esse pesquisador, Johan Baptista van Helmont (1577-1644) era um físico químico que realizou um experimento plantando um pé de salgueiro em um vaso, comparando as massas da planta e do solo, ele acreditava provar que a água era o único nutriente das plantas. Por ter adicionado apenas água no pé de salgueiro que ele plantou em um vaso, ele observou que, após cinco anos, a planta tinha crescido bastante, mas a quantidade de terra no jarro quase não decresceu, chegou à conclusão de que a água era o único nutriente da planta. Joseph Priestley (1771) fez um dos primeiros experimentos mostrando o desprendimento de oxigênio pelas plantas, descobriu que, quando ele colocava uma vela no interior de um jarro emborcado, a chama extinguia-se rapidamente sem que a cera fosse completamente consumida. Posteriormente, ele observou que se um camundongo fosse colocado nas mesmas condições, ele morreria. Ele mostrou então que o ar que fora "viciado" pela vela e pelo camundongo poderia ser restaurado por uma planta. Em 1778, Jan Ingenhousz repetiu os experimentos de Priestly e observou que era a luz a responsável pela restauração do ar e que somente as partes verdes eram capazes de restaurá-lo.

Os trabalhos de Helmont, de alguns botânicos e de alguns químicos, marcados por conclusões errôneas, foram, na verdade, contribuições valiosas para o nosso conhecimento, pois, apesar de serem equivocados, estimularam investigações sobre a nutrição de plantas.

Com esse estudo, os estudantes chegaram à conclusão de que a planta não comia terra nem crescia só por receber água todos os dias, como se pensava antigamente. A professora/pesquisadora perguntou para os estudantes então sobre como a planta conseguia seus alimentos, se alguém saberia explicar.

Kawasai e Camila responderam:

- *Que só pode ser pela fotossíntese.*

A professora/pesquisadora pediu que eles explicassem para os colegas esse processo.

Como eles não conseguiram explicar, a professora/pesquisadora elogiou os dois e disse que não teria problema porque ela iria explicar.

A professora/pesquisadora argumentou para os estudantes que foi somente no século XVIII que outro pesquisador sugeriu que parte da nutrição da planta dependia da atmosfera, tendo a luz papel importante no processo de fotossíntese. O processo de fotossíntese transformou o mundo em um ambiente agradável e habitável que conhecemos e vivemos.

Jeferson e Josiane perguntaram para a professora/pesquisadora:

- *Como a rúcula consegue pegar a luz e fabricar seu alimento?*

Graças à presença de clorofila em suas folhas elas são capazes de captar a luminosidade do sol e utilizá-la na síntese de moléculas orgânicas, que lhes servirão de alimento, é dentro da folha que encontramos os cloroplastos onde ocorre a reação mais importante para a vida das plantas e, indiretamente, para a vida dos insetos na horta: a fotossíntese. Os cloroplastos são geralmente discóides, sua cor é verde devido à presença de um pigmento denominado clorofila. No seu interior existe um conjunto bem organizado de membranas, as quais formam pilhas unidas entre si, que são chamadas de grana. Conforme De Robertis & Ponzio,

Graças à clorofila contida nos cloroplastos, os vegetais verdes são capazes de absorver a energia que a luz solar emite como fótons e transformá-la em energia química. Esta energia se acumula nas ligações químicas entre os carbonos das moléculas alimentícias formadas a partir do CO₂ atmosférico. (DE ROBERTIS & PONZIO, 2003, p. 393).

Neste momento, Kawasaki riu e disse aos colegas : - *Ata! por isso que o dinheiro é chamado de grana, é verde, brincadeira!*

Interessante sua colocação, então, Kawasaki, cada elemento da pilha, que tem o formato de uma moeda, é chamado tilacóide.

[Levou-se os estudantes para observarem as folhas na horta (cor e o formato) e depois retornou-se para continuar as explicações, chegando à sala, e desenhou-se a estrutura interna da folha na lousa]

Em seguida propôs-se o aprendizado sobre o modo como uma célula da folha da rúcula obtém as matérias primas necessária para a realização da fotossíntese. A professora/pesquisadora perguntou aos estudantes de onde a planta retira a energia que ela necessita para sobreviver.

Um dos estudantes, Jeferson, muito interessado, disse que é da *respiração*. A professora/pesquisadora explicou que esse processo é fundamental para os seres vivos. A partir daí, os seres vivos saberão, por meio da respiração celular, extrair desse material a energia de que tanto necessitam para sua sobrevivência.

Percebeu-se que os estudantes estavam se envolvendo cada vez mais nas discussões, então a professora/pesquisadora perguntou para os grupos se a *beterraba* plantada na horta continha açúcar.

Os estudantes responderam *que não gostavam de beterraba, mas já tinham experimentado e era doce.*

Kawasai perguntou o porquê? A professora/pesquisadora perguntou para os estudantes se alguém sabia responder?

No silêncio da sala, duas estudantes, Josiane e Lilian, por meio de registro escrito no diário de campo responderam que *“a planta faz uma vitamina mistura água, gás carbônico que retira do ar e com a força da luz transforma tudo e da mistura que sai o açúcar para ela se alimentar”*, as estudantes não participaram emitindo opiniões, apenas pediram para a professora/pesquisadora ler para a sala o que escreveram no diário de campo.

Kawasai disse: - *Eureka! Elas escreveram o que eu queria dizer o tempo todo.* Nesse sentido, vale lembrar o que diz Vygotsky:

Poder-se-ia dizer que o desenvolvimento dos conceitos espontâneos da criança é ascendente, enquanto o desenvolvimento dos seus conceitos científicos é descendente, para um nível mais elementar e concreto. (...) Ao forçar sua lenta trajetória para cima, um conceito cotidiano abre o caminho para um conceito científico e o seu desenvolvimento descendente. Cria uma série de estruturas necessárias para a evolução dos aspectos mais primitivos e elementares de um conceito, que lhe dão corpo e vitalidade. Os conceitos científicos, por sua vez, fornecem estruturas para o desenvolvimento ascendente dos conceitos espontâneos da criança em relação à consciência e ao uso deliberado. Os conceitos científicos desenvolvem-se para baixo por meio dos conceitos espontâneos; os conceitos espontâneos desenvolvem-se para cima por meio dos conceitos científicos. VYGOTSKY (1989, p. 93-94):

Constatou-se que as estudantes demonstraram compreender as características fundamentais do conceito, principalmente Lilian, elas conseguiram descrever a síntese, buscaram informações associadas às suas experiências no seu meio sociocultural.

A professora/pesquisadora enfatizou que o termo fotossíntese significa, literalmente, “síntese usando a luz” e complementou explicando para os estudantes que esta combinação era de fundamental importância no processo de fotossíntese. As estudantes citaram o gás carbônico e a professora/pesquisadora resolveu perguntar aos estudantes: se a planta não “tem nariz” por onde será que ela captura esse gás?

Neste momento eles ficaram confusos e não responderam e solicitaram para a professora/pesquisadora que explicasse como a planta conseguia realizar a respiração. Ela iniciou explicando que a folha desempenha basicamente duas funções importantíssimas para a vida das plantas: fotossíntese e transpiração. A professora/pesquisadora disse para o grupo que “os cloroplastos são geralmente discoidais. Sua cor é verde devido à presença de clorofila. São revestidos por uma dupla membrana. No seu interior existe um conjunto bem organizado de membranas, as quais formam pilhas unidas entre si, que são chamadas de granum. Cada elemento da pilha, que tem o formato de uma moeda, é chamado de tilacóide ou lamelas” (DE ROBERTIS & PONZIO, 2003).

Acrescentou que as plantas absorvem dióxido de carbono pelos estômatos e, usando a energia da luz do sol, capturam os átomos de carbono e libera oxigênio, a planta pode controlar a abertura e o fechamento dessas fendas, controlando a respiração e a troca de gases.

Os estudantes pediram para a professora/pesquisadora explicar novamente porque eles não estavam entendendo o que eram os estômatos. A professora/pesquisadora expôs detalhadamente que os estômatos são estruturas existentes nas folhas, que entre essas duas células existem uma abertura que comunica o interior da folha com o ambiente externo, ela pode abrir e fechar “lembra até uma *boca*”, então o vegetal absorve o gás carbônico do ar atmosférico através dos estômatos. [Durante esta explicação ela desenhou um esquema simplificado representando a estrutura dos estômatos].

Verificou-se que o estudante Paulo dificilmente emitia algum comentário, ficava sempre em silêncio, de repente, ele pergunta: - *Por que quando se coloca um plástico e fecha a planta fica umas gotículas, um dia ele viu essa experiência a professora fazer, só que não conseguiu entender.*

A professora/pesquisadora explicou a ele que nos dias quentes, principalmente, a maior parte da água absorvida do solo pela planta e que chega até as células da folha se evapora. Então a água, em forma de vapor, é eliminada para a atmosfera. A professora/pesquisadora explicou, também, que esse processo denomina-se *transpiração* e é realizado principalmente pelos estômatos, mas não estão relacionados com a nutrição do vegetal.

Paulo complementou que *aquela coisa que tem na folha, que a gente não consegue ver e se abre que chamamos de estômatos.* A professora/pesquisadora respondeu que sim! Observou que a fotossíntese é dividida em duas fases: clara e escura. A fase clara, também chamada de fotoquímica, consiste na incidência da luz solar sob a clorofila, e nela são produzidas substâncias que serão utilizadas na fase de “escuro”.

A professora/pesquisadora continuou explicando que para a ocorrência da fotossíntese, a rúcula (vegetal) necessita de gás carbônico, de água e de energia luminosa. Então, acontecem os seguintes eventos. Primeiramente a rúcula (vegetal) absorve o gás carbônico do ar atmosférico através dos estômatos. No segundo momento a água, que a raiz retira do solo, é conduzida até as folhas. A clorofila, pigmento verde, absorve energia da luz solar (fótons). Com o auxílio dessa energia, o gás carbônico e a água são transformados em glicose e oxigênio e por fim ela utiliza a glicose (açúcar) como “combustível” pelas células fotossintetizantes ou é “conduzida” para as demais partes da planta. O oxigênio é liberado para o meio ambiente, contribuindo para a renovação do ar, e pode também ser utilizado na respiração da própria planta.

Na discussão acerca da fotossíntese, Jeferson se manifestou e perguntou: - *O que a planta fazia à noite se não tinha sol?* A professora/pesquisadora respondeu que, no escuro, as plantas respiram e que, nesta fase, as reações não dependem diretamente da luz, mas dependem de produtos gerados na primeira etapa.

No grande círculo, professora/pesquisadora sanou algumas dúvidas dos estudantes e fez uma recapitulação dizendo que, no processo de fotossíntese, a planta necessita de luz, de água e de CO₂ (proveniente do ar) e também de alguns processos fisiológicos vegetais que dão suporte para que ela ocorra, como é o caso da absorção, que permite a planta adquirir a água que será usada na fotossíntese, os seres produtores, as plantas, são também denominados de seres autótrofos, elas conseguem produzir seu próprio alimento, suas células têm a capacidade de captar a energia solar e conseguem transformá-la.

Segundo a teoria Vigotyskiana, não há aprendizagem que não gere desenvolvimento; não há desenvolvimento que prescindia da aprendizagem. Aprender é estar com o outro, que é mediador da cultura.

Durante o desenvolvimento do Episódio de Ensino, as intervenções possibilitaram que os estudantes atingissem um nível proximal de desenvolvimento, então, após a dinâmica interativa, os estudantes escreveram no diário de campo o que compreenderam sobre o processo de fotossíntese.

Figura 13. Diário de Campo, depois da Explicação sobre o Processo de Fotossíntese. Grupo da Camila (5.5)

As plantas são seres vivos, elas se alimentam pelas folhas que absorvem a energia solar. E dentro das folhas existem a cloroplastos. Elas necessitam de água, ar, solo e sol, todos esses elementos são essenciais. E dentro das folhas existem a cloroplastos e onde fica a clorofila que muda a cor das plantas, as plantas produzem a glicose que é o açúcar das plantas.

Figura 14. Diário de Campo, depois da Explicação sobre o Processo de Fotossíntese. Grupo da Josiane (5.6)

Os vegetais absorvem água e gás carbônico. E também transformam essas substâncias em glicose. Este processo de produção da glicose, chama-se fotossíntese. A planta absorve o gás carbônico do ar e água, e também do solo. Essas substâncias são levadas para as células das folhas. E é capaz de absorver energia da luz do sol. Também tem partes que contem energia por exemplo, a batata, o limão etc. Por exemplo é a planta.

ela é capaz de obter gás carbônico do ar próximo a ela e transporta de nervo para fora.

folha

gás carbônico

oxigênio

água

açúcar

Figura 15. Diário de Campo, depois da Explicação sobre o Processo de Fotossíntese./ Grupo do Kawasaki (5.7)



Na concepção de Vygotsky (1999), um conceito só será verdadeiramente apropriado se o estudante for capaz de explicá-lo, na produção dos textos verificou-se que os estudantes internalizaram o conceito.

4.6. Episódio de Ensino 6 – Identificação dos consumidores e decompositores na horta

Na horta os estudantes ficaram em círculos e, através da interação discursiva, analisaram-se se os estudantes identificaram os componentes da cadeia alimentar e a importância de cada elemento na horta. A professora/pesquisadora iniciou fazendo perguntas para os grupos para saber o que os estudantes sabiam sobre o assunto, em seguida explicou alguns conceitos.

Abaixo estão as transcrições de alguns trechos das falas dos estudantes durante o círculo feito próximo à horta, para identificar os conhecimentos anteriores que eles já possuíam sobre os componentes da cadeia alimentar. Pontuou-se o papel da professora/pesquisadora, que foi de mediadora, uma vez que, ao interagir com o estudante, o

auxilia a internalizar, gradativamente, o que vai sendo construído nessa relação. Para ilustrar um processo de interação e comunicação de ideias entre a professora/pesquisadora e os estudantes em que se discutiu sobre os consumidores e os decompositores, citam-se abaixo, a transcrição de algumas falas dos grupos a respeito das concepções alternativas dos/as estudantes. Neste episódio optou-se por apresentar inicialmente o diálogo, para depois se tecerem as considerações.

Quadro 6. Recorde do Episódio de Ensino 6

(222) Professora/pesquisadora: Os insetos da horta precisam de substâncias para obter energia e de substâncias para formar seus organismos, mais devem ingerir alimento para obtê-las, vocês concordam com essa afirmação

(223) Estudantes: “Sim!”

(224) Pesquisadora: Mas será que diferem na maneira pela qual obtêm tais substâncias?

(225) Kawasaki: “Sim! Cada um come uma coisa, uns comem as plantas e outros insetos

(225) Professora/pesquisadora: Quais os seres vivos que são incapazes de produzir seu alimento e que estão constantemente à procura de fontes de nutrientes provenientes do exterior que vocês encontraram na horta?

(226) Estudantes: [responderam baixinho]: Caracol, joaninha, aranha e grilo

(227) Professora/pesquisadora: Estes seres vivos se alimentam de vegetais ou de animais?

(228) Josiane: Não sei! Cada um se alimenta de uma coisa.

(229) Professora/pesquisadora: Esses insetos são herbívoros ou carnívoros? [Perguntamos para todo o grupo]

(230) Kawasaki: “Acho que são herbívoros” [Algumas estudantes ficaram em silêncio e olharam umas para as outras]

(231) Professora/pesquisadora: Que seres vivos se alimentam de substâncias existentes nos corpos de animais mortos?

(232) **Camila:** “Sei! É um bichinho pequenininho”

(234) **Kawasai:** “São os fungos”

(235) **Llian:** [Permaneciam em silêncio ouvindo o que os estudantes respondiam]

(236) **Camila:** “Encontramos na horta o louva-deus, gafanhoto, pássaro comem plantas mais não come do que é morto (...)”

(237) **Professora/pesquisadora:** Como os consumidores podem ser classificados de acordo com a posição que ocupam nas cadeias alimentares?

(238) **Kawasai:** “Os consumidores de plantas são os primeiros e tem os segundo que come carne” [E ficou em dúvida]

(239) **Professora/pesquisadora:** O que significa consumidor de primeira ordem ou de segunda ordem?

(240) **Camila e Josiane:** [ficaram quietas e depois indagaram] Responderam que já, mais não se lembravam

(241) **kawasai:** “Já aprendi, mais nem prestei muito atenção.”

(242) **Professora/pesquisadora:** Algum estudante sabe responder?

(243) **Camila:** A cobra.

(245) **Professora/pesquisadora:** A cobra é um consumidor, pertence à cadeia alimentar, do que ele se alimenta?

(246) **Lilian:** Dos animais [e ficaram pensando]

(247) **Professora/pesquisadora:** Será que é um carnívoro ou um herbívoro?

(248) **Jeferson:** “Ele é consumidor que come carne”

(249) **Kawasai:** É

(250) **Professora/pesquisadora:** “Então ele é considerado um consumidor secundário ou um consumidor primário”

(251) **Kawasai:** Os consumidores comem as plantas, então ele é o primeiro então é primário e o outro que vem depois é o segundo secundário.

(252) **João:** Sim! Mais um só come os vegetais

(253) **Joana:** “Hummm!”

(254) **Professora/pesquisadora:** Então a cobra é um consumidor e entra como componente da cadeia alimentar, mais são carnívoros ou herbívoros

(255) **Flavia:** Ele come os animais

(256) **Kawasai:** Eu acho que é carnívoro também

(257) **Professora/pesquisadora:** Vocês encontraram os seres vivos que se alimentam de restos alimentares dos demais seres vivos, que atuam sobre os cadáveres dos insetos e sobre as plantas.

(258) **Aluno do grupo A:** Sim, achamos!

(259) **Joana:** Acho que é a formiga

(260) **Professora/pesquisadora:** Por que você acha que é a formiga

(261) **Joana:** Sei lá, eu acho!

(262) **Kawasai:** Eu acho que é a bactéria.

(267) **Professora/pesquisadora:** E por que a bactéria é considerada um decompositor

(268) **Josiane:”** Uai! Decompõe os bichinhos mortos

(269) **Joana:** “Eles comem e desaparece do solo”

Na sequência interativa descrita acima, no discurso construído sobre consumidores e decompositores ficou evidente que os estudantes usaram seus conhecimentos cotidianos e tentaram compartilhar as suas concepções em seu meio.

Na perspectiva de Vygotsky (2000), o desenvolvimento e a aprendizagem são processos intimamente relacionados. Segundo esse autor, desde o nascimento da criança, o aprendizado se relaciona com o desenvolvimento e é “um aspecto necessário e universal do

processo de desenvolvimento das funções psicológicas culturalmente organizadas e especificamente humanas”.

É nestas interações sociais que ocorre a construção do conhecimento, desempenhando um papel fundamental no processo do desenvolvimento cognitivo. Construir o conhecimento a partir do conceito de ZDP implica ação partilhada, ou seja, é através da interação com o outro experiente ou capaz em seu meio e da ajuda do adulto que as relações sujeito e objeto são estabelecidas e impactam significativamente sua forma de pensar.

Vygotsky (2001) afirma que no aprendizado é importante

criar a Zona de Desenvolvimento Proximal; ou seja, o aprendizado desperta vários processos internos de desenvolvimento, que são capazes de operar somente quando a criança interage com pessoas em seu ambiente e quando em cooperação com seus companheiros. Uma vez internalizados, esses processos tomam-se parte das aquisições do desenvolvimento independente da criança.

De acordo com a análise, na atividade desenvolvida propiciou-se abertura para o diálogo, não foram fornecidas respostas prontas, buscou-se ativar o conhecimentos dos estudantes como a compreensão de certos fenômenos que ocorrem em cotidiano.

Constatou-se, na fala de Kawasaki, que ele internalizou o conceito de origem, o que está presente em sua na fala, quando ele dá um exemplo de decompositores: “*Eu acho que é a bactéria*”, os estudantes desse grupo apresentaram certas familiaridades com o termo e estabeleceram associações entre as bactérias e os fungos e sua função na cadeia alimentar.

Analisando a resposta dada por Jeferson, percebeu-se que ele tem muita dificuldade para dar exemplo de algum organismo responsável pela decomposição, o exemplo citado por ele foi à formiga, talvez a confusão se deva porque, dependendo da espécie, a formiga pode se alimentar de pequenos animais mortos, frutos, sementes, flores ou folhas de plantas, além de diversos itens presentes na alimentação humana.

Alguns estudantes ainda não conseguiram diferenciar os consumidores primários, secundários e terciários, não distinguem os níveis tróficos.

De acordo com Vygotsky (1993), é indubitável que os conceitos espontâneos que as crianças desenvolvem na sua convivência social evoluam para o nível dos conceitos científicos, portanto, os estudantes são sujeitos histórico-sociais, capazes de, por intermédio

da mediação de uma pessoa mais capaz, construir e reconstruir o conhecimento socialmente produzido para que assim possam dominá-lo e adquirir noções básicas de cadeia alimentar.

Desta maneira, constatou-se diante das análises realizadas que, para os estudantes, a decomposição significa que a matéria foi consumida, usada, partida ou desapareceu e que o solo é o ponto final da matéria decomposta e não um estágio no ciclo da matéria (MARTINEZ E GAYOSO, 2005).

Após analisar os diálogos em relação aos decompositores e consumidores, a professora/pesquisadora explicou os conceitos construídos ao longo da interação discursiva para que os estudantes pudessem compreender o conteúdo. Ela fez uma breve recapitulação sobre os produtores explicando que são os organismos capazes de fazer fotossíntese, produzem e acumulam energia, utilizando como matéria prima água, gás carbônico e luz. Os consumidores primários se alimentam dos produtores, são as espécies herbívoras.

A professora/pesquisadora continuou, em volta da horta, a dar explicações sobre os consumidores primários que poderiam ser desde microscópicas larvas até grandes mamíferos terrestres, já os consumidores secundários são os animais que se alimentam dos herbívoros, a primeira categoria de animais carnívoros. Apontou que os consumidores terciários são os grandes predadores como os leões, os quais capturam grandes presas, sendo considerados os predadores de topo de cadeia. E, por fim, que os decompositores são os organismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, transformando-a em nutrientes minerais que se tornam novamente disponíveis no ambiente. Na horta, aprendeu-se que o solo contém em cada centímetro cúbico bilhões de organismos vivos, que os decompositores, representados pelas bactérias e fungos, são o último elo da cadeia trófica, fechando o ciclo.

Os estudantes continuaram sentados em círculos, próximos à horta, para que recebessem explicações sobre os conceitos de cadeia alimentar. A professora/ pesquisadora esclareceu para os estudantes que o termo material orgânico se referia a todo tipo de material de origem orgânica, conhecido como húmus, referia-se a substâncias de natureza orgânica já em avançado estágio de alteração.

Isso mostra a importância da mediação na construção do conhecimento, a partir dessa perspectiva os estudantes conseguiram compreender os conceitos de consumidores e decompositores de uma forma mais concreta e significativa.

4.7. Episódio de Ensino 7 – Construção de Diagrama esquematisando a cadeia alimentar da comunidade estudada

Nesta etapa, partiu-se do pressuposto de que os estudantes investigados tinham certo conhecimento sobre cadeia alimentar, já que eles já haviam estudado o tema nos anos anteriores e também alguns conceitos nas etapas realizadas da sequência didática. A respeito deste conhecimento dos estudantes, interessava especialmente obter informações sobre o que os estudantes já sabiam sobre cadeia alimentar, e o que os estudantes “sabiam que sabiam” sobre esse assunto.

Em seguida são ilustrados os desenhos realizados durante o desenvolvimento do episódio de ensino/cadeia alimentar.

Figura 16. Cadeia alimentar. Grupo: Camila.

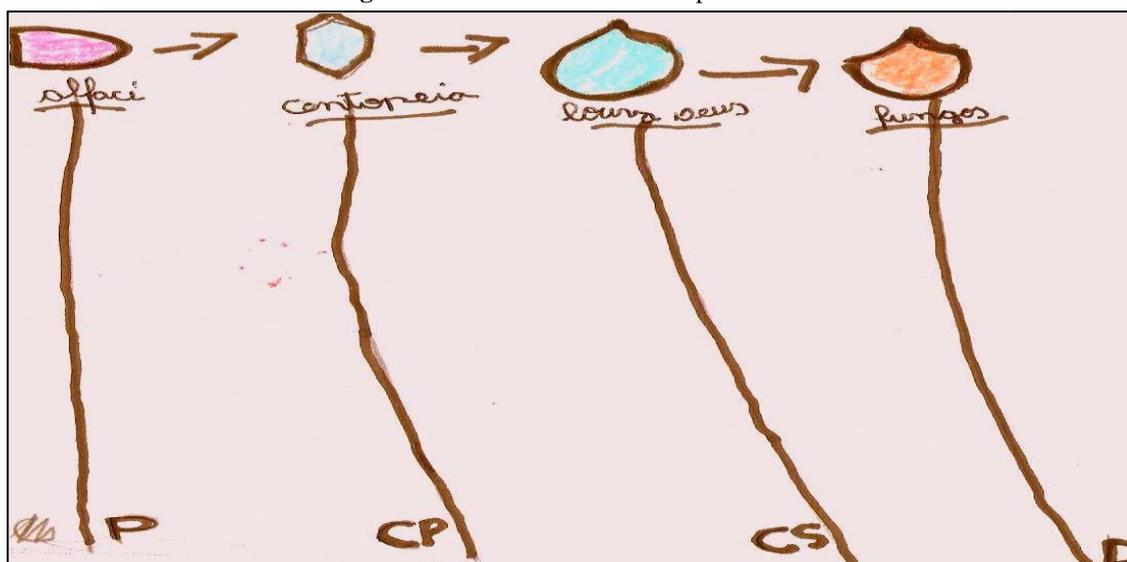


Figura 17. Cadeia Alimentar .Grupo: Josiane.

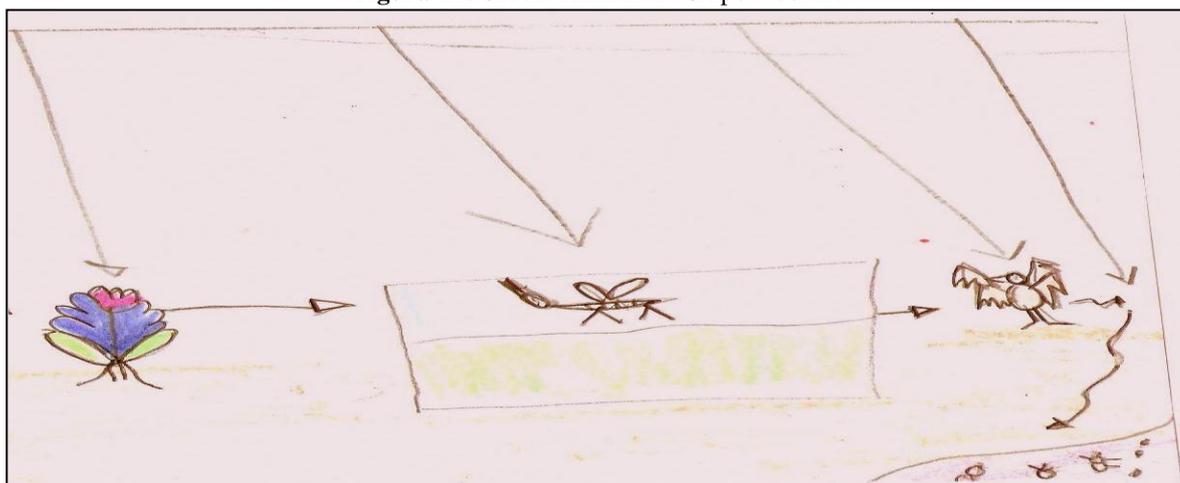


Figura 18. Cadeia Alimentar. Grupo: Kawasaki.

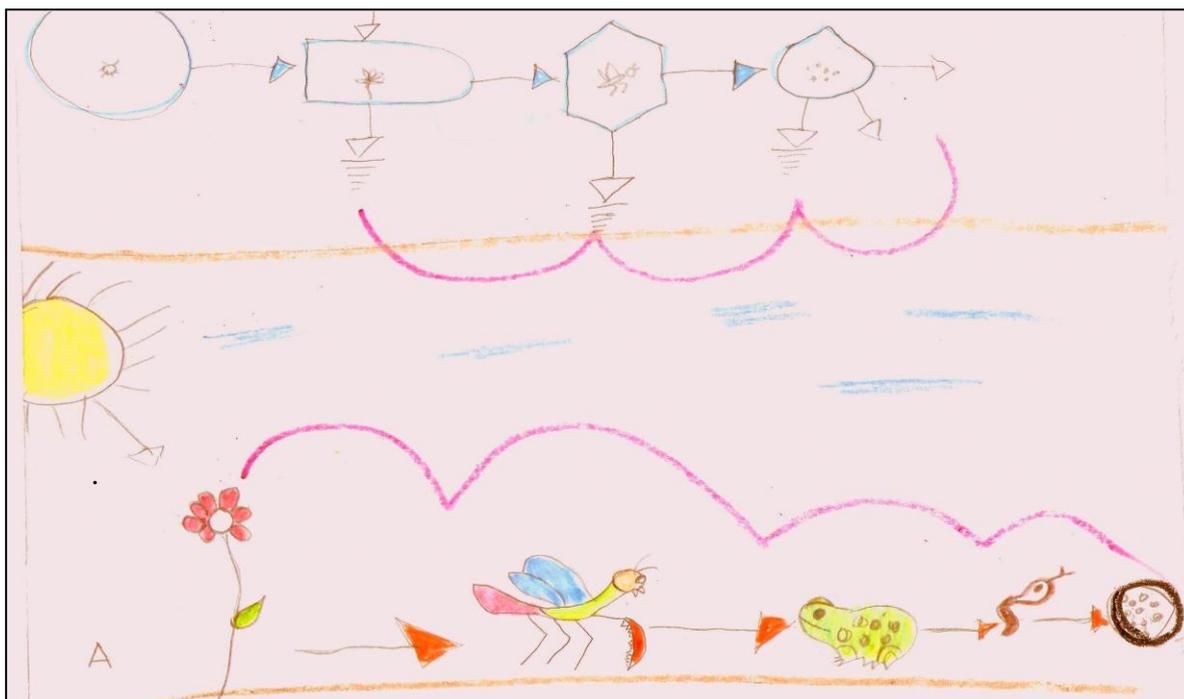
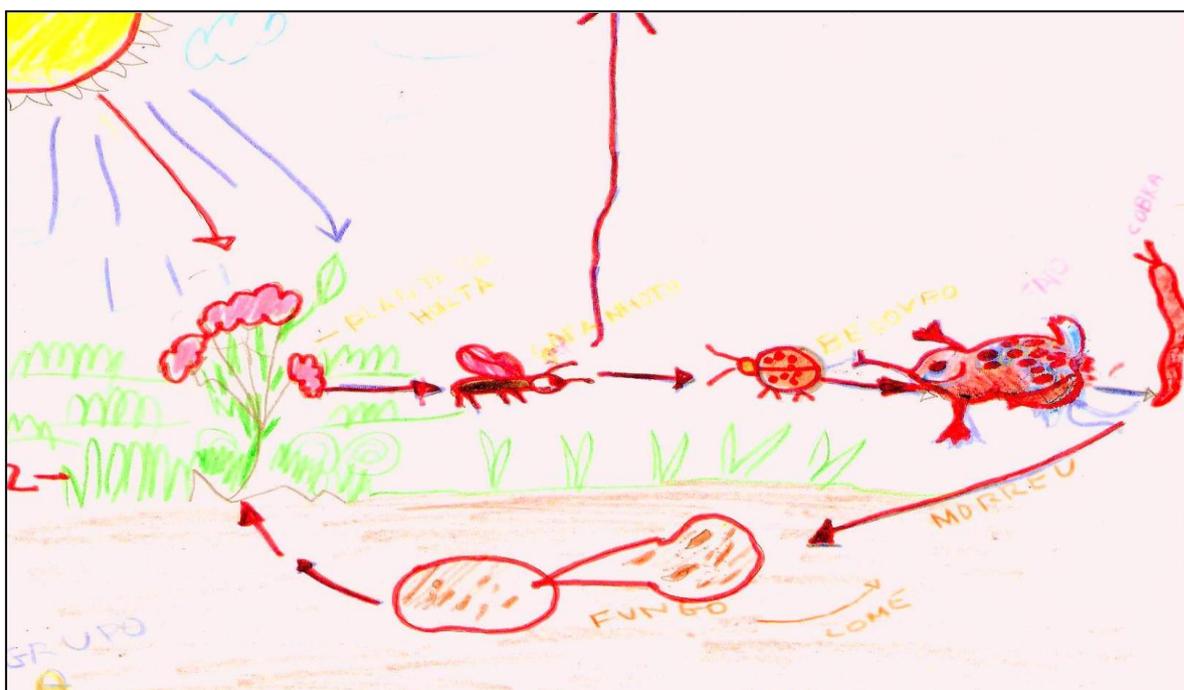


Figura 19. Cadeia Alimentar. Grupo: João.



Durante este episódio, a professora/pesquisadora deu explicação sucinta dentro da sala de aula para sanar eventuais dúvidas sobre consumidores e decompositores. Abordou-se

que, dentro de uma comunidade, cada população tem um papel determinado. Sua sobrevivência

depende da integração entre diferentes espécies, em uma cadeia alimentar ensinou-se para os estudantes que os organismos constituem a base da cadeia alimentar, ou seja, o primeiro nível trófico é representado pelos autótrofos (autotrófico significa “alimentar-se por si só”), capaz de fixar energia luminosa e fabricar alimentos a partir de substâncias inorgânicas simples, já o segundo nível trófico é representado pelos consumidores ou heterótrofos, principalmente animais, que ingerem outros organismos ou determinada matéria orgânica; os organismos que se alimentam dos produtores são os *consumidores primários*, e os organismos que se alimentam desses são os *consumidores secundários*; os que se alimentam dos secundários são os *consumidores terciários* e assim sucessivamente e os decompositores são as bactérias e fungos, que decompõem (ODUM, 2008).

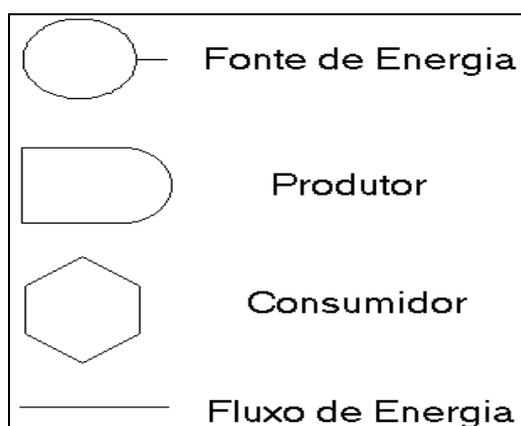
Tinha-se o intuito de conhecer e identificar os componentes da cadeia alimentar existente na horta e a importância de cada elemento da cadeia alimentar. Considera-se que o papel do professor/pesquisador tornou-se relevante, sem com isso negar-se o papel fundamental daquele que aprende. Ao interagir com a professora/pesquisadora, o estudante vai, paulatinamente, internalizando o que é construído nas relações, de forma ativa, utilizando o seu próprio referencial. Primeiramente, palavras são repetidas, para posteriormente se tornarem palavras próprias, o seu próprio ponto de vista (BAKHTIN, 2003).

Após as interações discursivas, propôs-se para que os grupos se deslocassem e fossem até a horta e levassem suas cadeiras para ficar próxima a ela, todos os estudantes fizeram um círculo e começaram a discutir, compartilhar ideias de como seria sua cadeia alimentar para começarem a desenhar, o desenho é relevante porque é o meio de comunicação e representação do estudante e apresenta-se como uma atividade essencial, pois, a partir dele, a criança expressa e reflete suas ideias e suas percepções.

Aconteceu que, durante o desenvolvimento da atividade, os estudantes reclamaram que estava difícil desenhar sem uma mesa; por este motivo resolveu-se retornar para a sala de aula para que eles pudessem continuar a desenhar em suas respectivas carteiras. No desenvolvimento da atividade, Josiane perguntou à professora/pesquisadora se poderia *usar símbolos* para fazer a sua cadeia alimentar, se havia símbolos para o produtor e o consumidor, ou se poderia usar qualquer um. A professora/pesquisadora explicou aos estudantes que, na Engenharia Ecológica, foi desenvolvida, entre suas ferramentas principais, uma linguagem baseada em símbolos para descrever o funcionamento dos

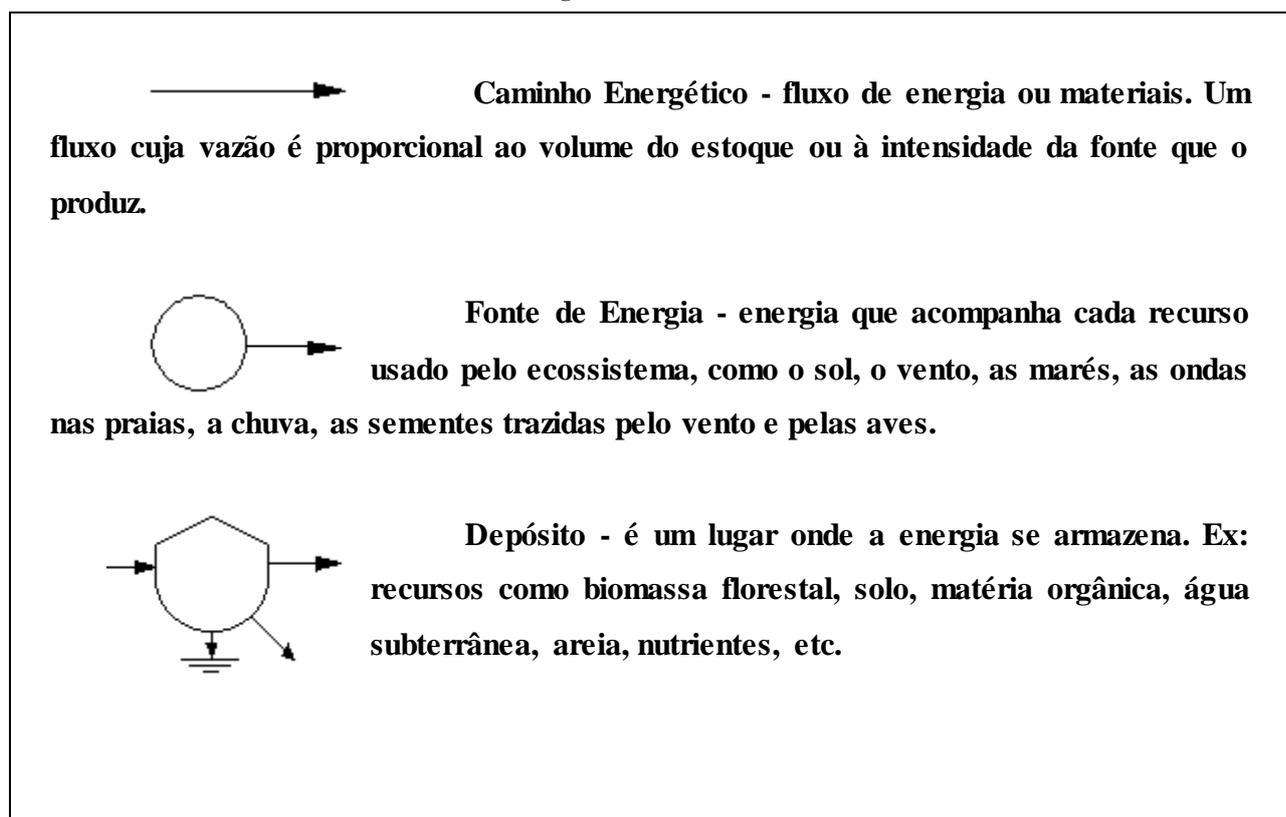
ecossistemas, então ensinou-se como desenhar primeiramente alguns símbolos usando a linguagem dos sistemas e depois aprofundamos ensinando outros símbolos, alguns estudantes acharam mais fáceis usá-los. Os símbolos são simples e estabelecem graficamente as relações dos sistemas. O primeiro símbolo que foi ensinado aos estudantes foi o símbolo do sol; o segundo, o símbolo de produtores; e o terceiro, o dos consumidores e as flechas, que estão representados na Figura 20 e 21.

Figura 20. Símbolos

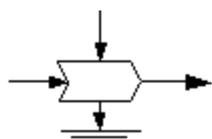


Cada símbolo possui um significado, que é descrito a seguir.

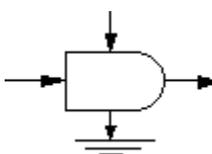
Figura 21. Símbolos



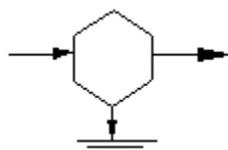
Sumidouro de Calor - energia dispersa e que não pode ser reutilizada, como a energia solar não aproveitada durante a fotossíntese, e o calor que sai pelo metabolismo animal. Estas dispersões estão associadas a depósitos, interações, produtores, consumidores, e símbolos de interrupção.



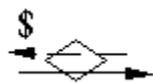
Interação - processo que combina diferentes tipos de fluxo de energia e de materiais.



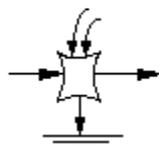
Produtor - unidade que faz produtos a partir de energia e materiais primários, como árvores, colheitas ou fazendas.



Consumidor - Unidade que transforma a qualidade de energia alimentada, produzida pelo produtor como insetos, gado, microorganismos, seres humanos a cidades.



Transação - intercâmbio comercial de dinheiro para energia, materiais ou serviços prestados.



Interruptores - processo que inicia e termina, que não é constante, como um incêndio ou a polinização das flores



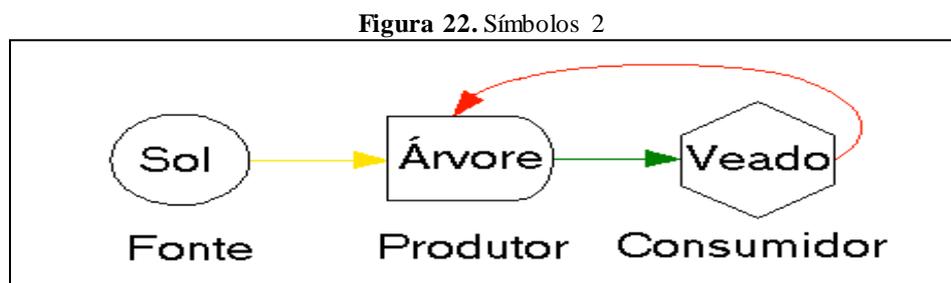
Caixa - símbolo para definir os limites de um sistema, subsistema, etc.

Fonte: Reprinted with permission from Environment and Society in Florida- (Cat#SL0802)

Copyright CRC Press, Boca Raton, Florida – 1997

A figura 22 mostra um sistema florestal nestes símbolos. O sol é representado pelo símbolo de fonte de energia, as plantas verdes são representadas pelo símbolo de produtores e os animais pelo símbolo dos consumidores. As flechas representam o fluxo de energia de uma unidade a outra. Muitos caminhos carregam materiais e energia. Um modelo é o

diagrama que mostra importantes relações em forma simplificada. Símbolos que representam partes de uma floresta:



Fonte: Reprinted with permission from Environment and Society in Florida- (Cat#SL0802). Copyright CRC Press, Boca Raton, Florida – 1997

A professora/pesquisadora não havia planejado esta estratégia na sequência didática quando ela foi elaborada, foi um imprevisto, foi uma situação inusitada que acabou contribuindo significativamente para que a professora/pesquisadora enriquecesse a sequência didática. É necessário ficar atento durante o desenvolvimento de cada episódio de ensino porque os estudantes se envolvem, trocam ideias importantes que não podem ser negligenciadas, o que acabou contribuindo significativamente no ensino aprendizagem.

Percebeu-se que todos tentaram desenhar e alguns usaram os símbolos para esquematizarem a cadeia alimentar, enquanto os estudantes desenhavam, observou-se a postura dos grupos, a organização e a cooperação e o envolvimento nas atividades realizadas. Ao término, os estudantes escolheram os melhores desenhos para apresentar na sala de aula e entregaram para a professora/pesquisadora realizar a análise.

Observou-se que, nas interações sociais, estudantes se utilizaram intensamente da linguagem verbal ao realizar seus desenhos em grupo. Ora eles falavam para si mesmos com o intuito de organizar o pensamento, tendo a linguagem então a função egocêntrica, regulando as ações dos estudantes. Ora falavam para os colegas, utilizando a fala com a função comunicativa quando faziam negociações sobre os sentidos das palavras e criavam novas associações enquanto conversavam. E, nesse caso, a relação entre eles contribuiu para que houvesse “o diálogo, a cooperação, a troca de informações mútuas, o confronto de pontos de vista divergentes e que implicam na divisão de tarefas onde cada um tem uma responsabilidade que, somadas, resultarão no alcance de um objetivo comum” (REGO, 1996. p110).

Considerou-se que o ato de desenhar foi importante para provocar as falas das crianças, atuando diretamente em suas ZDPs (zonas de desenvolvimento proximal), contribuindo para a construção de significados sobre a cadeia alimentar.

Os desenhos efetuados pelos estudantes demonstraram apreensão dos conceitos internalizados, as ideias dos estudantes a respeito da cadeia alimentar. A professora/pesquisadora havia percebido que os estudantes apresentaram algumas dificuldades para expressarem, em palavras, suas dúvidas, mas através do desenho os estudantes extravasaram de modo contundente o produto de seu pensamento.

A professora/pesquisadora acompanhava o raciocínio dos estudantes enquanto desenhavam e percebeu a motivação e o interesse deles diante da atividade. Observou, no que diz respeito aos conceitos básicos de cadeia alimentar, que os estudantes aprenderam os atributos criteriosos desse conceito. Ao desenharem, foram capazes de explicar o porquê os seres clorofilados constituem a base da cadeia alimentar. Perceberam que o alimento produzido durante a fotossíntese se transfere para todos os outros seres vivos através da cadeia alimentar, reconheceram a importância dos seres decompositores para fechar o ciclo da matéria na natureza, identificaram o sol como fonte de energia vital para os seres vivos, descreveram diferentes tipos de cadeias alimentares na formação da teia alimentar, diferenciaram os seres produtores e consumidores nos seus diversos níveis.

Constatou-se, assim, que a maioria dos estudantes conseguiu avançar no processo de elaboração conceitual. Esse processo proporcionou a eles o rompimento com significados do conceito espontâneo e a internalização de significados mais generalizantes, pode-se notar o avanço deles em cada detalhe dos desenhos.

A utilização dos desenhos, segundo (GIORDAN E VECCHI, 1996), constitui uma abordagem que permite descobrir as concepções dos estudantes, é através do desenho que os estudantes explicam com maior abrangência o que compreendem sobre cadeia alimentar.

Muitos estudantes não gostam de responder perguntas, alguns estudantes têm dificuldade para expressar as suas concepções verbalmente; os desenhos podem representar para eles uma forma agradável e útil para que gradativamente reflitam sobre o que vem em sua mente. Por meio dos desenhos podem-se explorar as suas ideias e impedir que eles se sintam constrangidos diante da filmadora.

Através do desenho verificou-se que os estudantes apresentaram algumas noções básicas sobre a cadeia alimentar, como, por exemplo, quando desenharam *o sol representado como fonte de energia, representaram os produtores e consumidor primário e*

o secundário e os decompositores, usaram as flechas para representar o fluxo de energia de uma unidade a outra.

Também a análise das filmagens permitiu verificar que os estudantes são curiosos. Em seus diálogos com os colegas dizem coisas que podem passar despercebidas pela professora/pesquisadora – um dizer que muitas vezes oculta-se nas entrelinhas. A busca de compreensão sobre esses dizeres surpreendeu pela autenticidade, por exemplo, da fala de Kawasaki, diante de uma pergunta sobre os insetos:

(...) Saber se o inseto é um consumidor que come plantas é fácil, eu coloco depois da planta na cadeia alimentar, mais o difícil é a gente saber o que ele vai comer, por que cada inseto como coisa diferente, e vai saber lá como é a boca dele, a borboleta por exemplo chupa a flor, é difícil!

A exposição, pelo estudante, da dúvida sobre consumidores, provocou vislumbre. Sua visão de mundo mostrou-se fascinante. Constatou-se que os estudantes traziam consigo uma gama de curiosidades que permeavam sua vida, eles construía seus saberes com aquilo que já sabiam e com aquilo que eles observaram na horta.

Nesse sentido, é premente destacar que a pergunta foi oportuna, o estudante, quando efetuou a questão, estava desenhando a cadeia alimentar com o seu grupo. Ao desenhar o consumidor primário e secundário, surgiu a dúvida. Analisando a fala deste estudante, conclui-se que ele tinha razão, pois quando construía a cadeia alimentar, ele pouco sabia sobre os insetos, desconhecia as peças bucais. Sabe-se que cada inseto se alimenta de diferentes maneiras, é muito fácil dizer que ele é herbívoro ou carnívoro, que ele é um consumidor primário ou secundário, mas os estudantes continuaram com dúvida referente à alimentação dos insetos, porque não sabiam quais deles se alimentavam de outros insetos, de grande ou de pequeno porte, e por que comiam aqueles insetos e não outros, e que insetos seriam esses.

De acordo com a análise, torna-se necessário que os estudantes aprendam sobre os insetos antes de se introduzirem os conceitos de cadeia alimentar, porque assim eles poderiam compreender o papel do inseto na teia da vida, o que também ajudaria na preservação de espécies benéficas, uma vez que compreenderiam os padrões de comportamento e modificação de seu habitat.

Reconheceu-se a importância de se conhecerem os hábitos alimentares dos consumidores, que são bastante variados, assim como a dieta alimentar e sua relação com o tipo de aparelho bucal. Assim, ao construírem a cadeia alimentar, os estudantes

possivelmente não encontrariam dificuldades relacionadas ao que cada inseto consome no ecossistema.

Um dos aspectos que os dados obtidos demonstraram a esse respeito é o relacionado ao momento em que Lilian não consegue diferenciar o que cada consumidor se alimenta. Com essa dúvida, ela pede ajuda ao grupo. A professora/pesquisadora observou, durante as transcrições das filmagens, que os estudantes cochichavam muito um com o outro, em um dos sussurros Lilian diz que *o gafanhoto come o besouro e o besouro come o vegetal*. Para esse grupo, o gafanhoto é inseto consumidor, mas notou-se que acabaram fazendo confusão em relação a se o inseto era um carnívoro ou um herbívoro, e ao de que realmente se alimenta, esse momento foi de troca e compartilhamento de significados, envolvendo um confronto cognitivo.

Segundo Townsend, Begon & Harper (2006, p. 127), os recursos alimentares diferentes oferecidos pelas plantas estão ajustados à diversidade de peças bucais especializadas e a tratos digestivos que evoluíram para consumi-los. A diversidade é especialmente desenvolvida nos bicos de aves e nas peças bucais de insetos.

Com base nestes princípios, observou-se que o livro utilizado no quarto e no quinto anos do Ensino Fundamental aborda os conceitos básicos de cadeia alimentar, mas contendo apenas que os consumidores são herbívoros e que os outros são carnívoros. Não se relacionam os insetos com os aspectos de seu hábito de alimentação e com as peças bucais, deixando algumas lacunas para que os estudantes consigam montar uma cadeia alimentar.

De acordo com Martins e Guimarães (2002, p. 9), é preciso considerar

Que em um grande número de livros, a natureza e seus fenômenos são apresentados por partes, dificultando a compreensão da natureza como um todo. O ar, a água, o solo e os seres vivos são apresentados em capítulos distintos, não estabelecendo as interrelações existentes entre seres vivos e entre esses e o meio.

Nesta etapa ficou claro que se tem de exemplificar de forma clara e concisa, para os estudantes, por meio de ilustrações com desenhos e pranchas coloridas, o aparelho bucal dos insetos, a partir de exemplos presentes no cotidiano. Nos livros didáticos poderia ser acrescentado o tipo de alimentos que esses insetos ingerem.

Propõe-se abaixo uma tabela como exemplo, usando alguns insetos que foram encontrados na horta; e alguns insetos, cujo modo de alimentação os estudantes desconheciam.

Quadro 7. Aparelho Bucal e Hábito Alimentar

Inseto	Ordem	Alimentam-se
Besouro	Coleoptera	Aparelho bucal do tipo mastigador: de pulgões, cigarrinhas, percevejos, grilos e lagartas.
Libélulas	Odonata	Aparelho bucal do tipo mastigador: moscas, besouros, abelhas, vespas e outros insetos.
Joaninha	Coleoptera	Aparelho bucal do tipo mastigador: de afídeos, piolhos da folha e outros tipos, a maioria deles nocivos para as plantas
Cigarra	Homoptera	Aparelho bucal do tipo sugador: de folhas de urtiga, néctar de flores e partes de frutas em decomposição.
Borboletas e mariposas	Lepidoptera	Aparelho Sugador Maxilar: de líquido, no caso, néctar e mel. As mandíbulas servem para cortar flores de corola longa, e também para defesa, moldagem de cera para confeccionar alvéolos nas colmeias
Abelhas e mamangavas	Hymenoptera	Aparelho Lambedor: Pólen e néctar
Bichos pau	Phasmatodea	Aparelho bucal mastigador: folhas e brotos, e larva é xilófaga

Ressalte-se que muitas espécies podem ocupar mais de um nível trófico e são chamadas onívoros (pulgão, joaninha, aranha, grilo, coruja, cobra).

Notou-se que, nos desenhos feitos pelos alunos (7.1/7.2/7.3/7.4), eles representaram os consumidores da cadeia alimentar com coerência. Pode-se constatar, em cada etapa da construção da cadeia alimentar, que houve por parte deles uma evolução na construção dos conhecimentos, neste sentido, conforme Vygotsky (1993), desde o início os conceitos

científicos e espontâneos se desenvolvem em direções opostas, mas, na sua evolução, acabam por se encontrar.

Cada estudante desenhou sua cadeia alimentar, percebeu-se que o grupo foi bastante minucioso no momento de escolher os insetos para serem representados na cadeia alimentar. Escolheram insetos que já conheciam, inclusive seu hábito alimentar. Notou-se que não quiseram usar insetos sugeridos pelos colegas, considerando que não sabiam de que se alimentavam. Os estudantes colocaram o sol e, através de traços representando a emissão da radiação, desenharam a planta, no primeiro nível trófico, o herbívoro que iria consumir a planta. Posteriormente desenharam o consumidor terciário, que é um carnívoro, e, por fim, os decompositores. Indicaram que, quando estes viessem a morrer, seriam decompostos pelos fungos que promoveriam a reciclagem da energia na horta. Os estudantes utilizaram as setas, conhecimentos anteriores, para representarem o fluxo de energia, sabiam sua função.

Vygotsky (1989) menciona que as crianças não desenharam aquilo que veem, mas sim o que sabem a respeito dos objetos. Podemos afirmar que representam seus pensamentos, seus conhecimentos e/ou suas interpretações sobre uma dada situação vivida ou imaginada.

Os estudantes, participantes da pesquisa, desenharam a cadeia alimentar coletivamente. Observou-se, durante a filmagem, que o trabalho em grupo estimulou a interação social, na medida em que trocavam ideias; promoveu o aprimoramento dos conhecimentos – os grupos conseguiram entender a ligação entre as plantas e as demais espécies da horta e perceber a rede que liga todos os organismos e os faz tão dependentes uns dos outros.

Fato curioso é que os estudantes não utilizaram o modelo desenhado no livro didático, usado por eles em sala de aula, assim como acrescentaram a linguagem dos sistemas em seus desenhos.

Concorda-se com Rego (2002, p.98), ao descrever a Teoria Vygotskyana:

(...) o sujeito produtor de conhecimento não é um mero receptáculo que absorve e contempla o real nem o portador de verdades oriundas de um plano ideal; pelo contrário, é um sujeito ativo que em sua relação com o mundo, com seu objeto de estudo, reconstrói (no seu pensamento) este mundo. O conhecimento envolve sempre um fazer, um atuar do homem.

O emprego dos conceitos científicos em diferentes contextos (falado, escrito ou desenhado), por parte dos estudantes, sugere que, ao aplicarem adequadamente os termos

científicos, os grupos demonstraram reconhecer esses termos, os desenhos, por exemplo, mostram que eles transformaram seus conceitos espontâneos.

Verifica-se em Vygotsky (1989) a confirmação desta afirmação quando ele diz que a criança emprega o desenho como meio mais eficiente para exprimir seu pensamento.

Através da análise dos dados apreendidos, verificou-se que os estudantes entenderam que, dentro da horta, cada população tem um papel determinado e que a sobrevivência dos insetos encontrados na horta depende da integração entre as diferentes espécies. Compreenderam que um dos processos de integração que influencia a estrutura é os das relações alimentares dentro da comunidade.

Reitera-se que foi durante as interações discursivas que o grupo pode negociar, compartilhar informações relativas aos componentes da cadeia alimentar. A interação entre estudantes mais capazes e estudantes “menos aptos”, no momento do desenho da cadeia alimentar, impactou significativamente suas formas de pensar. Assim, o grupo construiu redes conceituais, o que fez com que os estudantes “menos aptos” conseguissem progredir cognitivamente, apropriando-se do conhecimento. Tal atividade possibilitou a resolução dos desafios dos estudantes, respeitando-se os níveis de desenvolvimento pessoal, para que cada um conseguisse acompanhar e continuar interessado no que estava fazendo.

Vygotsky diz que a sistematização do aprendizado escolar produz algo fundamentalmente novo no desenvolvimento da criança.

Sob essa perspectiva, pode-se inferir, com base nos resultados obtidos, nos desenhos analisados, que a atividade coletiva contribuiu para a elaboração do conhecimento, configurando o contexto argumentativo com a participação ativa dos estudantes na criação de ZDP. Pode-se verificar que os alunos, por meio de interação discursiva, puderam trocar os conhecimentos uns com os outros.

Vale ressaltar a importância desta etapa para o aprendizado da cadeia alimentar. No início do ano letivo de 2012, a professora /pesquisadora, que atuava como professora efetiva na rede municipal nos anos iniciais e também como professora no sétimo e no nono anos em uma escola pública estadual, antes de iniciar o conteúdo de Ciências do sétimo ano levantou os conhecimentos prévios dos estudantes e constatou que eles nunca haviam estudado Ecologia no entorno natural e social. Propôs a seguinte questão para que eles, em grupos, discutissem e respondessem: *Expliquem, resumidamente, o que vocês compreenderam sobre cadeia alimentar nos anos anteriores de escolarização.* Entre muitas discussões e uma série de colocações os alunos responderam a questão. Constatou-se que eles não superaram suas

dificuldades cognitivas e continuavam com dificuldade para construir significados para esse conceito.

Vejamos alguns deslizes cometidos pelos estudantes do sétimo ano sobre a cadeia alimentar, a resposta dada pelos estudantes se limita a afirmar que

“Cadeia alimentar um animal se alimenta dos outros”

“Cadeia alimentar é uma pirâmide alimentar que é saudável e balanceada”

“Ecossistema é a terra que precisa de ar do sol”

“Cadeia alimentar é que um animal selvagem come outro animal fraco”

“Cadeia alimentar é o desequilíbrio ecológico entre os animais que tem vários tópicos”

“Cadeia alimentar é o produtor é aquele que produz comida para os decompositores, consumidor primário come a grama e o terciário come o secundário e decompositores são aqueles que com o tempo decompõe”

Ficou evidente que se fazia necessário ensinar aos estudantes os conceitos básicos de Ecologia, nos anos iniciais do Ensino Fundamental, para que, no sétimo ano e no ensino médio, não persistissem as ideias equivocadas sobre cadeia alimentar.

Ficou evidente, também, que aprender os conceitos básicos de Ecologia por meio do modelo de ensino pautado na transmissão-recepção não era suficiente, se fossem comparadas as respostas dos estudantes da sétima série com as dos estudantes que participaram das etapas da sequência didática nos anos iniciais analisadas.

Desse modo, podemos considerar que, de acordo com a perspectiva vygotskiana, a aprendizagem desenvolvida na horta desempenhou um papel relevante na formação dos conceitos científicos. Parafraseando Vygotski, o bom ensino de Ecologia é aquele que se adianta ao nível de desenvolvimento. Assim, enfatizamos que o episódio de ensino desenvolvido nesta etapa da sequência didática dirigiram-se à zona de desenvolvimento potencial dos estudantes, possibilitando a estes construções dos conceitos ecológicos.

No ambiente interativo os estudantes negociaram, trocaram e compartilharam informações. Cabe lembrar que a mediação da professora/pesquisadora transformou a horta num ambiente científico. Resta destacar que o aprendizado por etapas sobre produtores, consumidores e decompositores, propiciou a evolução conceitual dos conceitos em pauta, os estudantes conseguiram desenhar a cadeia alimentar.

4.8. Episódio de Ensino 8 – Proposta de compreendendo de como os elementos circulam entre os componentes do ecossistema

Nesta etapa a professora/pesquisadora, na sala de aula, explicou para os estudantes que uma comunidade precisa de energia e que esta deve ser distribuída a todas as espécies que integram a comunidade. Para representá-la construiu-se uma pirâmide na sala de aula e explicou-se como a energia atravessa os sistemas ecológicos. Para cada nível trófico usaram-se caixas de diversos tamanhos de cores diferentes trazidas pelos estudantes. A caixa maior representou o produtor, ou seja, uma das hortaliças, a maioria dos estudantes escolheu a rúcula para representar a primeira caixa; a caixa média representou o consumidor primário (herbívoro). Os estudantes escolheram o gafanhoto para representar o segundo nível trófico. A caixa menor, que ficou sobreposta, representou os consumidores secundários (carnívoros). Os estudantes escolheram o sapo para compor esse nível trófico.

As caixas representaram o ecossistema, de forma simplificada, através de três níveis tróficos (produtor, consumidor primário e consumidor secundário) para evidenciar como a energia vai passando de um elo para outro na cadeia alimentar.

Em seguida pediu-se a atenção dos estudantes para que pudesse ser efetuada uma revisão dos conceitos aprendidos nas etapas anteriores, sobre produtor, consumidor e decompositor.

Explicou-se que eles eram componentes dos níveis tróficos. Segundo Odum (1988), níveis tróficos são categorias nas quais os organismos se enquadram de acordo com a sua nutrição. De acordo com o autor, se você colocar cada nível em cima uns dos outros você começará uma pirâmide. Essa pirâmide é chamada de “pirâmide trófica.”

A professora/pesquisadora iniciou esse episódio desenhando a pirâmide de energia na lousa para demonstrar como as caixas coloridas ficariam sobrepostas. Em seguida foram sendo encaixadas as caixas umas em cima das outras, sobre uma mesa. Retirou-se uma das caixas escolhidas pelos estudantes para demonstrar a distribuição de energia numa comunidade. Logo abaixo e representado a figura da pirâmide de energia usando caixas de sapato.

Figura 23. Exemplo de uma Pirâmide trófica (Feitas de caixas)

Como é difícil para os estudantes compreenderem a representação de passagens de energia e de circulação de matéria dentro da comunidade, a professora/pesquisadora desenhou na lousa e explicou que as pirâmides ecológicas são úteis na representação dos níveis tróficos de um ecossistema, sendo que os decompositores não são incluídos nas pirâmides. Nelas, cada nível trófico é representado por um retângulo, no qual o comprimento é proporcional ao número de indivíduos na pirâmide de números; a biomassa, na pirâmide de biomassa; e a energia, na pirâmide de energia. Logo após os grupos escolheram algumas caixas coloridas para representar, de maneira simplificada, a pirâmide trófica. Usou-se como exemplo uma cadeia alimentar com os elementos encontrados na horta.

Quadro 8. Recorde do Episódio de Ensino 7

(158) Professora/pesquisadora: O que acontecerá acima do nível trófico se faltar a rúcula? **Resposta esperada:** Eles não terão comida. [horta]

(159) Camila: “Vai diminuir a energia.”

(160) Kawasai : “Vai virar alimento para os decompositores rapidamente.”

(161) Jeferson: “vai acabar os alimentos.”

(162)O restante respondeu junto: Os consumidores ficarão sem alimento.

[Alguns estudantes não emitiram comentários, apenas escutavam os outros estudantes darem suas opiniões]

(163) Professora/pesquisadora: Vamos agora representar os produtores, consumidores primários e secundários com as caixas.

(164) Professora/pesquisadora: Vamos agora montar a pirâmide ecológica com as caixas que vocês trouxeram para a sala de aula, iremos representar a primeira caixa como produtores: são o primeiro nível de alimento; os que se alimentam de plantas

(herbívoros) são o de segunda ordem, então a terceira caixa será representada pelos consumidores de terceira ordem, os carnívoros. Quero que vocês escolham alguns exemplos de seres vivos para representarmos a primeira caixa, a segunda e a terceira?

(165) Estudantes: A rúcula vai ser o produtor.

(166) Camila: O gafanhoto como um o primeiro consumidor.

(167) Jeferson: E o sapo como consumidor também!

(168) Professora/pesquisadora: Isto mesmo, então o sapo será o consumidor secundário. Vamos utilizar esses elementos encontrados na horta, tudo bem!

(168) Professora/pesquisadora: Observem a pirâmide, agora vou tirar um elemento abaixo da pirâmide, o que vai acontecer?

[A professora/pesquisadora retirou os consumidores]

Resposta esperada: Não haverá mais nada para comer.

(169) Camila, João e Kawasaki: Ficaram sem comida.

(170) Professora/pesquisadora: O que acontecerá se nós tirarmos a parte da pirâmide referente aos produtores.

Resposta esperada: A pirâmide poderá desmoronar, porque não há nada para apoiar os níveis mais elevados, os consumidores irão entrar em processo de extinção por falta de alimento ou por ter à disposição alimento pobre em energia.
energia.

(171) Estudantes: “Que não haverá mais energia” [Em coro]

(172) Professora/pesquisadora: Por quê?

(173) Kawasaki, Flavia e Joana: “A caixa vai cair, e os consumidores ficaram sem se alimentar das plantas.”

(174) Professora/pesquisadora: “E se nós retirarmos os consumidores da planta, o que poderá ocorrer?”

Resposta esperada: Nenhum dos consumidores vai sobreviver para comer a planta.

(175) Kawasaki: “Vai complicar tudo.”

(176) Camila: “Vai perder a força, vai perder oxigênio.”

(177) Camila: “Hummm. Vai morrer, vai sobrar só a planta.”

(178) Kawasaki: “Vão evoluir.”

(179) Kawasaki: “Não tem mais consumidor.”

(180) João: Concordou com Kawasaki (Este estudante apenas mexeu a cabeça concordando com o que o colega disse).

(181) Professora/pesquisadora: “E se o alimento dos consumidores for removido?”

Resposta esperada: A pirâmide permanecerá em pé, mesmo sem os consumidores, mas não haverá ninguém para se alimentar da planta e com a presença dos consumidores aumentará a produção de gás carbônico.

(182) Todos os alunos responderam: “Que sumindo os consumidores não terá ninguém para comer a planta.”

(183) Professora/pesquisadora: O que acontecerá com a planta?

(184) Kawasaki: Vai evoluir.

(185) Camila: Terá bastante plantinha.

Resposta esperada: Aumentará a sua população, porque não haverá mais nada para controlá-la.

(186) Professora/pesquisadora: Quais dos níveis tróficos são mais importantes na pirâmide?

Resposta esperada: os produtores.

(187) Estudantes: *os produtores (Todos responderam em coro)*

(188) Professora/pesquisadora :Muito bem!

Onde será que a planta obtém alimento e para onde essa energia vai?

Resposta esperada: As plantas capturam a energia do sol e a usam para formar moléculas orgânicas essenciais à vida. Esse processo, a fotossíntese, requer o pigmento verde clorofila, que está presente nas folhas. As moléculas orgânicas formadas durante a fotossíntese fornecem não apenas a energia que ativa os sistemas vivos, mas também as grandes moléculas estruturais que compõem os organismos vivos.

(189) Josiane: Da fotossíntese, ela usa gás carbônico, pega a luz, água, e transforma em açúcar, ela não quer mais o oxigênio e então ela libera o oxigênio, é isso!

(190) Camila: A planta precisa do Sol, gás carbônico e água também são importantes, a luz é que da energia para a planta produzir açúcar.

(191) Kawasaki: Ela consegue seu alimento através da fotossíntese essa energia serve para ela desenvolver.

(192) Flavia: Da fotossíntese.

(193) Professora/pesquisadora: E para onde essa energia vai?

Resposta esperada: Usamos a energia em todas as atividades que realizamos em nosso dia a dia, essa energia não podemos passar para outro nível trófico, pois não está mais disponível. Com os movimentos que realizamos essa energia dos produtores nunca

chega aos consumidores do topo.

(194) Kawasaki: Serve de nutrientes para os outros.

(195) Professora/pesquisadora: Exato! A matéria mineral é transformada em matéria orgânica pelas plantas (produtores) e transferida aos outros organismos (consumidores) através da alimentação.

(196) Lilian: Por que a caixa vai diminuindo, professora?

(197) Professora/pesquisadora: A energia luminosa do sol é transformada em energia química e armazenada nos compostos orgânicos produzidos pela fotossíntese. Boa parte desses compostos é consumida na respiração da planta e eliminada na forma de gás carbônico, água e outras substâncias minerais. Desse modo, a planta consegue a energia para seu metabolismo. Parte dessa energia sai da planta na forma de calor. A parte da matéria orgânica e de energia que fica retida nos autotróficos compõe o alimento disponível para os consumidores.

Uma parte das substâncias ingeridas por um animal é eliminada nas fezes e na urina. Outra é oxidada na respiração para a produção de energia necessária às atividades do organismo (LINHARES e GEWANDSZNAJDER, 2006 p. 456).

(198) Estudantes: Responderam que eles conseguiram compreender porque a energia diminui na cadeia alimentar.

[Alguns estudantes não responderam, preferiram não responder, apenas ficavam observando e escutando os grupos responderem as nossas perguntas sobre o assunto]

Analisando as repostas dadas pelos estudantes, constata-se que eles apresentavam certo grau de conceituação sobre fotossíntese e níveis tróficos, formaram os conceitos propriamente ditos.

Segundo Oliveira (1997), vale ressaltar o que Vygotsky postula sobre os três estágios do desenvolvimento genético do pensamento conceitual pelos quais passam os estudantes. O primeiro estágio é denominado formação de conjuntos sincréticos, é baseada em ligações vagas e subjetivas, como a proximidade espacial quando não tem relação com os atributos relevantes para formarem categorias de objetos; o segundo estágio, denominado estágio de pensamento por complexos, no qual as ligações entre os componentes dos objetos não são abstratas e lógicas e o terceiro estágio, denominado formação dos conceitos propriamente ditos, porque a criança agrupa os objetos conforme um único atributo, sendo capaz de abstrair características isoladas, da totalidade da experiência concreta.

Constatou-se que o estudante Kawasaki conseguiu apresentar respostas próximas ao

padrão esperado quando afirmou que as plantas “Vão evoluir”, ou seja, irão aumentar.

No processo interativo, que é favorecido a aprendizagem de uns e crescimento da liderança de outros, há o crescimento pessoal, é partir desse processo que é estimulado as “zonas de desenvolvimento potencial”, inovando a compreensão da construção do conhecimento, como teorizou Vygotsky.

Apoiando-se em Vygotsky, Oliveira (1997) enfatiza que a aprendizagem ativa processos de desenvolvimento que se tornam funcionais na medida em que o aluno interage com as pessoas em seu ambiente, internalizando significados, o conhecimento disponível em seu contexto social e historicamente organizado.

A partir das ideias e das concepções apresentadas pelos estudantes, a professora/pesquisadora explicou que as plantas capturam a energia do Sol e a usam para formar moléculas orgânicas essenciais à vida. Esse processo, a fotossíntese, requer o pigmento verde clorofila, que está presente nas folhas. As moléculas orgânicas formadas durante a fotossíntese fornecem não apenas a energia que ativa os sistemas vivos, mas também as grandes moléculas estruturais que compõem os organismos vivos. A professora/pesquisadora também explicou que se usa a energia em nosso dia a dia e essa energia não pode ser passada para outro nível trófico, pois não está mais disponível. Com os movimentos que são realizados, essa energia dos produtores nunca chega aos consumidores do topo. Isso é devido a dois fatores: parte da energia adquirida pelos organismos de um determinado nível trófico será utilizada para a manutenção de seu metabolismo. Todos os seres vivos obtêm energia a partir de seus alimentos de forma que eles possam se movimentar e crescer. Grande parte da energia adquirida será perdida na forma de calor, o qual irradia do corpo dos organismos, e não pode ser transferida a outro nível.

Ao organismo se alimentar do nível trófico anterior, grande parte da energia contida no alimento não pode ser aproveitada, sendo perdida nos restos de substâncias eliminadas com as fezes.

4.9. Episódio de Ensino 9 – Análise do desenho da teia alimentar

Nesta etapa foram distribuídos aos estudantes cartolinas e em grupo para que eles desenhassem a teia alimentar. Antes da realização desta atividade, a professora/pesquisadora explicou que as cadeias alimentares estão interligadas, formando um intrincado conjunto de relações alimentares entre populações de um ecossistema. ODUM (1988) afirma que “as cadeias alimentares não são sequências isoladas; estão interligadas. O padrão de

interconexões amiúde denomina-se rede alimentar ou rede trófica”. O conjunto de cadeias alimentares que interagem em um ecossistema recebe também a denominação de teia alimentar

Em seguida, a professora/pesquisadora mostrou e explicou uma teia alimentar do pantanal com gravuras coloridos doados por estudantes de uma universidade pública de Dourados, para analisar se houve evolução conceitual sobre os assuntos abordados.

Na lousa foram desenhados e montados juntos com os estudantes uma teia alimentar do pantanal.

Salienta-se que o desenho neste episódio é de suma importância, uma vez que é por meio dele que o estudante consegue se comunicar e representar o que sabe sobre a teia alimentar. A partir do desenho o estudante expressa e reflete suas ideias, e principalmente suas percepções. O estudante considera o desenho de extrema relevância porque é seu espaço, é sua forma de transformá-lo, é seu meio de comunicação mais valioso. Tudo o que está ao redor interage, criando um sistema de representação promissor e de extrema relevância para o estudante. Portanto, as experiências gráficas fazem parte do crescimento psicológico e são indispensáveis para o desenvolvimento e para a formação de indivíduos sensíveis e criativos, capazes de transpor e transformar a realidade (Goldberg, Yunes & Freitas, 2005).

Depois da explicação na sala de aula, os grupos juntaram as mesas e sentaram-se todos próximos para desenharem a teia alimentar. Percebeu-se, durante as filmagens, que os estudantes estavam muito empolgados para desenhar a teia alimentar com os seres vivos encontrados na horta. Segundo Vygotsky, a motivação é um dos fatores principais para o sucesso da aprendizagem.

Kawasaki foi escolhido pelo grupo para desenhar, porque ele tinha facilidade extrema para o desenho. A colaboração deste estudante no grupo foi essencial porque durante a construção da teia ele explicou para o grupo tudo que ele entendeu sobre o assunto – os estudantes conversavam e trocavam ideias.

Abaixo transcrevem-se alguns trechos significativos durante a interação discursiva.

Quadro 9. Recorte do Episódio de Ensino 8 – Teia alimentar

[A Professora/pesquisadora observava e anotava cada detalhe em seu diário de campo durante a interação discursiva dos estudantes]

(270) Kawasaki: Eu vou desenhar.

(271) **Camila:** "Desenha o cabinho, a bolinha... a folha é grande [Enquanto o aluno Kawasai desenhava ela dava sugestões como ele devia desenhar uma folha]

(272) **Jeferson:** "Deixa assim mesmo".

(273) **kawasai:** "Coelho come repolho, a formiga", o sapo come gafanhoto e abelha "come" néctar da flor e a borboleta também, no meu desenho o gafanhoto vai comer o repolho, cebolinha e alface" [Neste momento eles estão desenhando e ligando os consumidores usando a seta, iniciando a construção da teia alimentar]

(274) **Kawasai:** "Isso é uma teia alimentar, estas são as hortaliças, os insetos são os consumidores primários e os sapos são os consumidores terciários NE, Luis, o coelho é "hummmmm..." pri- primário [Durante esse diálogo ele explica com muita entonação e com muitos gestos, parecia até que ele estava ministrando uma aula]

(275) **Jeferson :** " Risos " [Começa a rir do jeito que seu colega falava]

(276) **Kawasai:** "O gavião é um consumidor..." [Continuou desenhando] " Em baixo da terra vivem os decompositores, fungos e bactérias, eles comem as coisas mortas para ajudar os produtores"]

(277) **Camila:** "Continua! Continua! "[Estava tão empolgada com a explicação do colega que pediu para ele continuar a explicação]

(278) **Kawasai:** "O coelho come assim" [Ele estava tentando mostrar para o grupo como o coelho come, fez uma mímica para demonstrar como se alimentava o coelho]

"A borboleta come néctar da flor [Continuou através das mímicas mostrando para o grupo como ela se alimenta, imitando a borboleta sugando o néctar]

(279) **Camila:** "Ela lambe".

(280) **Kawasai** "A abelha lambe"

[Foi muito engraçado a maneira que ele demonstrou a peça bucal do inseto, colocou a língua para fora subindo e descendo rapidamente]

[Observou-se que o grupo da Paula e do Lauro não emitiu nenhum comentário durante as etapas realizadas na sala e na horta, o único momento que eles trocaram ideias e que se ouviu pela primeira vez o grupo discutir sobre a teia alimentar foi no momento em que desenhavam]

(281) **Ana:** Na cadeia alimentar a "formiga come a planta", a cobra come o sapo e o gavião come a cobra.

[Ana quase não conversava, ela estava/ficou em dúvida se a formiga comia vegetal ou outras coisas]

(282) Paula: A planta tem uma maior quantidade de energia, que transfere para a formiga, porque na cadeia alimentar a formiga é o consumidor primário, e parte dessa energia vai para o sapo, o sapo é o consumidor secundário e a cobra come o sapo, o último vai ficar com a quantidade menor de energia porque a energia já passou por todos.

[Lauro, enquanto pintava a teia alimentar, explicou para o grupo o que ele estava desenhando]

(283) Lauro: O pardal comeu a minhoca, a cobra o sapo, o sapo as formigas e insetos, a abelha e a borboleta pega o néctar da flor e o coelho pega cenoura, o gavião quando morre, as bactérias e fungos comem ele, exemplo quando a gente morre tipo nós os fungos e bactérias vão e consomem nós.

Nesse episódio, observou-se que os estudantes interagiram muito, destacamos os relatos que julgamos mais significativos.

O estudante do turno 274, Kawasaki, explicou para o grupo sobre a teia alimentar. Iniciou fazendo uma revisão da cadeia alimentar. Ele estava muito empolgado, o que o levou a fazer confusão citando o sapo como consumidor terciário. Já o estudante Jeferson prestava atenção em tudo que o aluno Kawasaki explicava, e a estudante Camila estava muito entusiasmada, ouvindo atentamente tudo que Kawasaki explicava. Segundo Vygotsky (1998), o aprendizado é o responsável por criar a zona de desenvolvimento proximal (ZDP) em que, na interação com outras pessoas, o estudante é capaz de colocar em movimento vários processos de desenvolvimento que, sem ajuda externa, seria muito difícil de ocorrer.

Percebeu-se, que, mesmo cometendo alguns equívocos, Kawasaki, possuía, em sua estrutura cognitiva, concepções acerca do que vem a ser uma teia alimentar. O processo de aprendizagem possibilitou que esse estudante chegasse à nova estrutura da generalização, seu pensamento passou para um plano mais elevado.

Ana, do turno 281, apontou que a “formiga come planta”. Neste momento a professora/pesquisadora poderia ter explicado que elas cortam as folhas para levá-las ao formigueiro, onde servem de nutrição para os fungos, os verdadeiros alimentos das formigas.

No episódio anterior, quando apresentou-se para os estudantes um quadro com o aparelho bucal e o hábito alimentar dos insetos, usou-se somente exemplos citados pelos alunos, não se acrescentou a formiga. A professora/pesquisadora identificou a falta de compreensão da aluna sobre as formigas. Ana não apresentou avanços cognitivos esperados.

Nesse momento a professora/pesquisadora deveria formular uma pergunta com objetivo de instigar a estudante e o grupo, como, por exemplo: - Será que a formiga come plantas? O que vocês acham? Para que ela e o grupo discutissem o conceito e verificasse se Ana estava correta. A professora/pesquisadora não interrompeu a fala de Ana para não desvalorizar o conhecimento que a mesma já possuía. Durante a interação com o grupo, na construção do desenho, evidenciou-se que o desenho construído por Ana e o grupo contribuiu para que ela refletisse e compreendesse que existem formigas carnívoras que poderiam ser acrescentadas na cadeia alimentar.

A seguir, os desenhos digitalizados dos grupos, produzidos em sala de aula, que irão facilitar o entendimento dos alunos, com relação ao que foi explicado. Os desenhos foram feitos de maneira simples pelos estudantes, porém muito bem interpretados por cada um deles.

Figura 24. Desenho da Teia Alimentar. Grupo do Kawasaki.

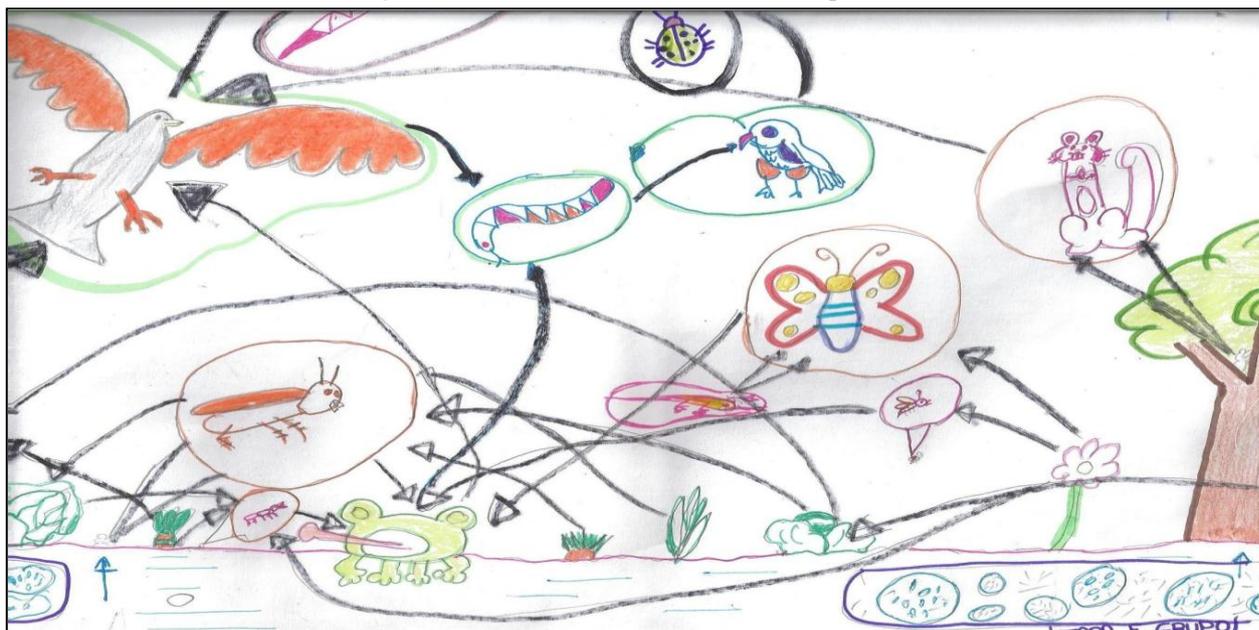


Figura 25. Desenho da Teia Alimentar. Grupo do Camila

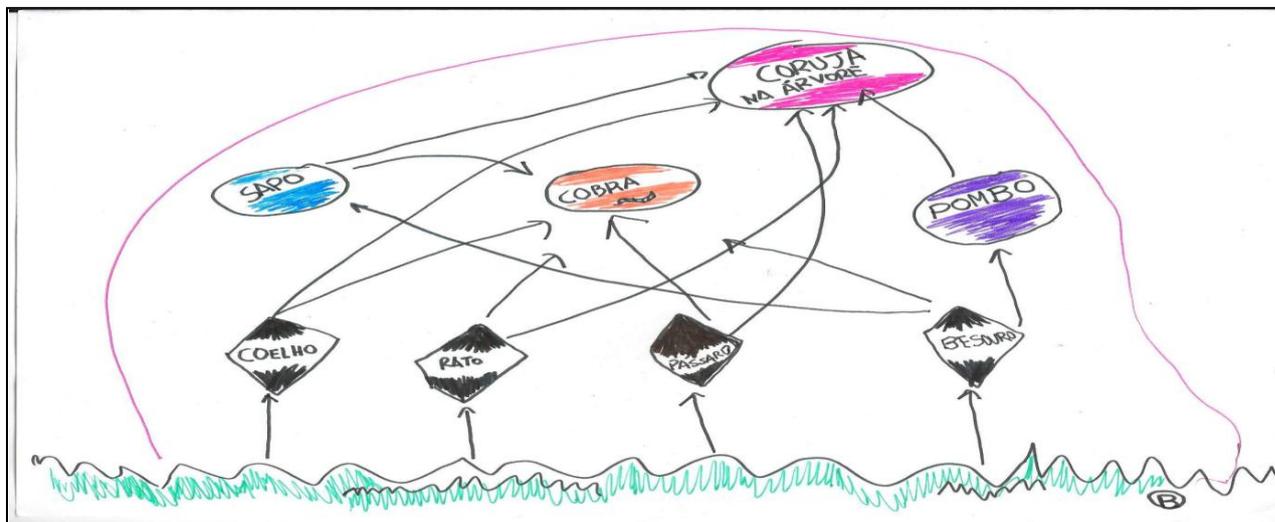
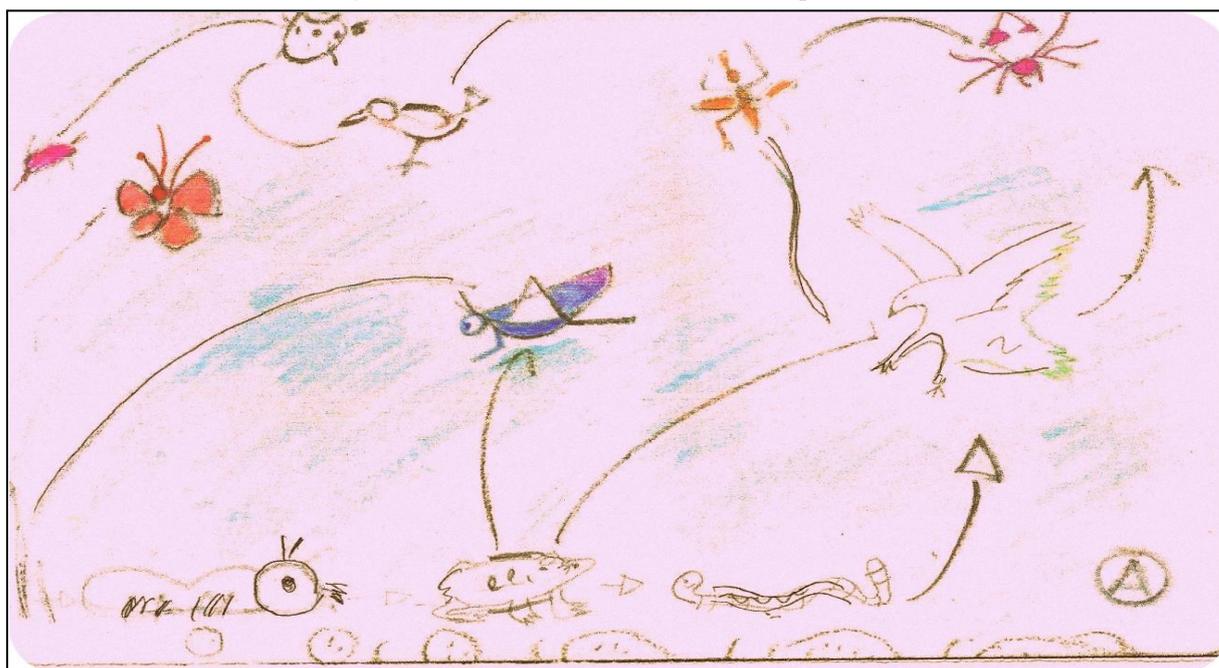


Figura 26. Desenho da Teia Alimentar. Grupo do Josiane



Os estudantes construíram conjuntamente o desenho e solucionaram as dificuldades enfrentadas, os grupos procuraram colaborar uns com os outros e demonstraram habilidade na resolução da atividade. Cada um do grupo indicava o meio para resolver como iria construir a teia alimentar. À medida que os alunos negociavam formas de resolução da atividade, cada aluno acompanhava atentamente e avançava na compreensão da teia

alimentar. Analisando o desempenho dos estudantes durante a interação com os colegas, observa-se o desenvolvimento cognitivo, a eliminação gradativa das concepções errôneas

Mesmo que os estudantes não possuíssem domínio completo sobre teia alimentar, no momento que realizavam a atividade solicitada em conjunto, o desenho foi sendo feito coletivamente como consequência da mediação simbólica dos companheiros mais capazes. Eles interagiram no momento em que estavam desenhando e com os colegas no decorrer de toda a aula.

Dois estudantes assumiram a posição de líderes no grupo para orientar os colegas na execução dos desenhos, outros alunos participaram de forma menos ativa. Entretanto, essas posições não foram fixas e dependeram das conquistas que cada um foi adquirindo nas interações, de seus diferentes modos de participação e do maior ou menor domínio que demonstram na atividade específica. Contudo, foi na realização do desenho que os alunos estabeleceram efetivamente o diálogo, expressando suas concepções.

Neste sentido, de acordo com Vygotsky (2007), na interação que ocorre entre os alunos é que se dará a evolução das formas de pensar do aluno, ao mesmo tempo em que estará se constituindo como sujeito. Verificou-se que, sem a interação social com um parceiro mais capaz não seria fácil os alunos compreenderem os conceitos sozinhos, no caso, sem a interação social com Kawasaki.

A mediação foi importante na relação do ser humano com o mundo para que se pudesse orientá-los no aprendizado de modo a fazer com que o desenvolvimento potencial deles logo se transforme em realidade.

Vygotsky (2007) destaca que

O aprendizado geralmente precede o desenvolvimento. A criança adquire certos hábitos e habilidades numa área específica, antes de aprender a aplicá-los consciente e deliberadamente. Nunca há um paralelismo completo entre o curso do aprendizado e o desenvolvimento das funções correspondentes. O aprendizado tem as suas próprias sequências e sua própria organização, segue um currículo e um horário, e não se pode esperar que as suas regras coincidam com as leis internas dos processos de desenvolvimento que desencadeia [...] O único tipo positivo de aprendizado é aquele que caminha à frente do desenvolvimento, servindo-lhe de guia; deve voltar-se não tanto para as funções já maduras, mas principalmente para as funções em amadurecimento. (p. 126-130).

Pode-se inferir que, quando o professor/pesquisador tornava-se um facilitador do processo de ensino aprendizagem, o estudante ampliava os conhecimentos que já possuía.

4.10. Episódio de ensino 10 – Preservando a integridade dos grandes ciclos ecológicos em nossas hortas

Nesta última etapa levou-se os estudantes para horta com suas cadeiras. Eles sentaram-se em círculo, deram-se início a alguns questionamentos e analisou-se como os estudantes preservavam a integridade dos grandes ciclos ecológicos.

Quadro 10. Recorte do Episódio de Ensino 9

(284) Professora/pesquisadora: O solo da horta é fértil? E por que ele é considerado um solo vivo?

Resposta esperada: Um solo fértil pode ser descrito como aquele no qual as condições existentes são favoráveis para o crescimento das plantas úteis à humanidade. O solo tem cinco requisitos necessários para a planta se desenvolver que são fornecidos pelo solo: água; oxigênio; temperatura (calor); espaço para as raízes e nutrientes.

(285) Os estudantes responderam: “Sim!”

(289) João: Aquele que tem minhocas.

(290) Jeferson: A horta, o solo é adubado, tem alimento para a planta.

(291) Kawasaki: É arejado e fofo.

(292) Lilian: Têm nutrientes.

(293) Professora/pesquisadora: O solo contém bilhões de organismos vivos por centímetro cúbico e essas bactérias do solo executam várias transformações químicas que são essenciais para a manutenção da vida na terra.

(294) Professora/pesquisadora: Por que devemos preservar o meio, a integridade dos grandes ciclos ecológicos em nossa horta?

[Para facilitar à compreensão reelaboramos nossa pergunta]

(295) Professora/pesquisadora: Por que é importante plantar diferentes variedades de hortaliças? E por que foi importante o uso de estrumes na horta?

(296) Camila: Para o solo fica mais fofo.

(297) João: Ele fica adubado e não devemos fazer queimadas.

(298) Kawasaki: Por que se plantar varias hortaliças o solo não fica pobre de

nutrientes.

(299) Professora/pesquisadora: Há cerca de quatro décadas, essa prática milenar de agricultura orgânica mudou drasticamente com a introdução maciça de fertilizantes químicos e pesticidas (CAPRA, 2003).

(300) Professora/pesquisadora: Caso usássemos produtos químicos na horta, poderia haver problemas, para a nossa saúde e para o solo?

[Os estudantes escolheram um do grupo para responder a questão]

(301) Kawasaki: Os produtos químicos estão contaminando nossas águas e o ar também, prejudicando a cadeia alimentar, muitas pessoas em Dourados estão com câncer.

(302) Josiane: Temos que preservar a natureza, cuidar dela!

(303) Professora/Pesquisadora: Que conselho vocês dariam para uma pessoa que estivesse degradando o meio ambiente.

(304) Camila: Colocaria no jornal, e pediria para ele pensar em seus filhos e netos.

(305) Josiane: Denunciaria e faria uma campanha para que ele não poluísse mais o meio ambiente.

(306) João; Temos que cuidar do nosso solo e águas, se o homem continuar contaminando a água, no futuro não teremos o que beber, eu aconselharia ao prefeito multar e fazer ele deixar limpo como era.

(307) Professora/pesquisadora: Muitos agricultores estão se dando conta dos perigos da agricultura química e voltando a usar métodos orgânicos, ecológicos. (308)

Professora/pesquisadora: Por que será que isso está acontecendo? Como podemos manter a horta em equilíbrio ecológico?

(309) Camila: Não usar veneno é o certo, mas têm pessoas que ainda não usam máscara e nem luva, a maioria não sabe o quanto faz mal, não consegue entender o que está escrito nas embalagens, meu pai continua cortando grama e passa veneno para as formigas sem se cuidar, ele não me ouve.

(310) Kawasaki: Cuidar e preservar a natureza, as pessoas estão vendo que o agrotóxico pode prejudicar os insetos.

(311) Jeferson: Porque os agrotóxicos causam doenças. O adubo orgânico, como nós usamos na horta, é o melhor, todo mundo tinha que comer verduras naturais.

(312) Professora/pesquisadora:

O agricultor usava o solo para produzir alimento para a subsistência, não precisava usar agrotóxicos, o tempo foi passando e houve uma queda na produção e o aparecimento de doenças, o agricultor sentiu necessidade de usar produtos químicos para melhorar sua

produção, quando o agricultor se conscientizou do mal que esses venenos estavam fazendo para a saúde e pelo custo dos fertilizantes e agrotóxicos, buscaram-se alternativas para assegurar sua produção e principalmente a saúde dos trabalhadores na lavoura como utilizar adubação orgânica, controle biológico natural e preservação das áreas silvestres.

(314) Laura: “Professora, para conservar a integridade do nosso ambiente devemos não consumir tudo que a gente vê isso também provoca poluição, não adianta só aplicar muitas temos que mudar a jeito de viver.”

(315) Professora/pesquisadora: Muito bem! Bela colocação! O consumo exagerado produz muito lixo, causando desequilíbrio ecológico.

É papel da professora/pesquisadora provocar avanços dos alunos a partir da interferência na zona de desenvolvimento proximal (ZDP) para que o aluno compreenda o sentido dos signos e dos instrumentos e se aproprie do conhecimento.

A zona de desenvolvimento proximal da criança é a distância entre seu desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas e o nível de seu desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes. (VYGOTSKY, 1991, p 97)

Através da análise do turno 309, Camila afirmou que não devemos usar veneno; o impressionante é que ela detectou um problema grave de trabalhadores analfabetos que trabalham na lavoura, que não conseguem ler as orientações das embalagens. Ela se conscientizou do perigo que o pai dela corre por estar usando os produtos com a roupa inadequada. Constatou-se que essa aluna compreendeu os conceitos e conseguiu aplicá-los em situações práticas. Isso significa que os estudantes nos anos iniciais do Ensino Fundamental já têm algo construído. A mediação da professora/pesquisadora possibilitou que os estudantes modificassem suas concepções e as transformassem em científicas.

Oliveira (1997, p. 38) afirma que “É na interação social, seja diretamente com outros membros da cultura, seja através dos diversos elementos do ambiente culturalmente estruturado, fornece a matéria-prima para o desenvolvimento psicológico do indivíduo.”

Os estudantes conseguiram transpor o que aprenderam durante a sequência didática e explicaram cientificamente os fenômenos com os quais se deparam diariamente.

No turno 310, observa-se que Kawasaki é consciente de que é necessário cuidar e preservar a natureza, ele ainda orienta que o agrotóxico pode prejudicar os insetos.

João, do turno 306, desenvolveu os conceitos propriamente ditos porque fez a revisão de valores e atitudes. Ele compreendeu que temos que cuidar do nosso solo e águas. Se o homem continuar contaminando a água, no futuro, não teremos o que beber, “eu aconselharia ao prefeito multar e fazer ele deixar limpo como era”. Esse aluno ainda não tem consciência de que não é o prefeito que aplica as multas.

Laura (turno 314) foi a única estudante do grupo que não respondia aos questionamentos, sempre concordava com tudo. Contudo, no final da interação discursiva ela emitiu sua opinião pela primeira vez, foi de grande valia. Segundo ela “para conservar a integridade do nosso ambiente devemos não consumir tudo que a gente vê isso também provoca poluição, não adianta só aplicar multas temos que mudar o jeito de viver”, realmente a expansão da sociedade de consumo provoca danos ambientais causando o desequilíbrio ecológico.

Tem-se que orientar os estudantes a terem consciência ecológica e que não basta só aplicar princípios racionais de manejo, administrar os recursos naturais disponíveis. A natureza deve ser percebida como uma totalidade complexa, deve-se fazer uma revisão de nossos valores, atitudes e princípios éticos.

Pelo exposto, evidencia-se que, além de se ter atingido o propósito, a horta foi um lugar satisfatório para que se proporcionasse a alfabetização ecológica, houve uma mudança de comportamento para preservar o meio ambiente. Segundo Capra (2004), “mudança de paradigma” que partiu do aprendizado e da prática dos princípios da Ecologia. Nessa perspectiva, a sociedade deveria passar a falar a “linguagem da natureza”, internalizar o seu *modus operandi*.

O estudo propiciou subsídios teórico-metodológicos para que a professora/pesquisadora pudesse se posicionar e se preocupar em redimensionar, integrar novos métodos de trabalho à realidade e à necessidade de uma transformação radical nas percepções, comportamentos e valores essenciais para uma visão holística, sistêmica e multidisciplinar.

Peacock (2004) enfatiza que a alfabetização ecológica se faz necessária porque ela pode desenvolver, nas crianças dos anos iniciais, a consciência crítica dos fenômenos que estão à sua volta, para que, assim, possam internalizar os princípios mais relevantes dos ecossistemas, os quais garantem a teia da vida e é considerada a chave para a sustentabilidade. Constatou-se que os estudantes reconheceram a importância do fluxo de

energia nos ecossistemas, perceberam que os organismos interagem entre si e estabeleceram relações ecológicas.

Ao término das etapas a professora/pesquisadora solicitou que os grupos escrevessem, desenhassem ou usassem símbolos no livrinho que foi distribuído para o grupo, para que pudessem relatar, *resumidamente*, tudo que aprenderam no decorrer dos episódios de ensino.

Figura 27(a). Livrinho do Grupo 1da Josiane.

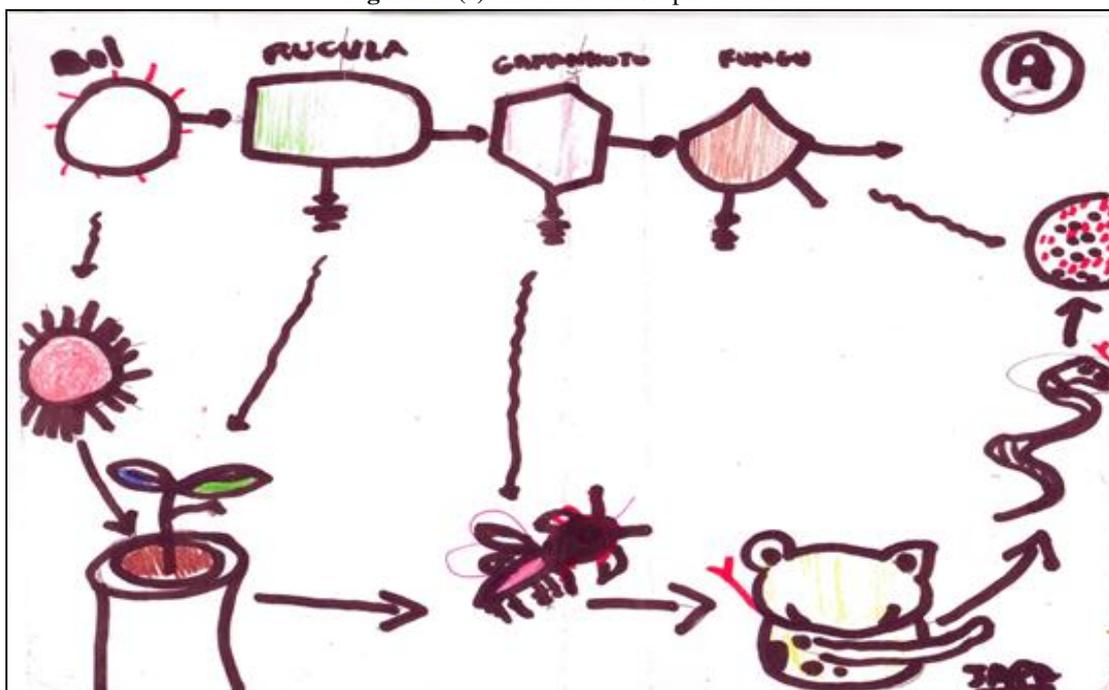


Figura 27(b). Livrinho do Grupo 1da Josiane

<p>A rucula que ficou na sombra ficou mais amarela e muco.</p> <p>E a que estava no sol ficou mais verde.</p>	<p>A rucula precisa de Sol e água, luz gas carbônico esse processo todo é fotossíntese. É na folha que ocorre fotossíntese.</p>
---	---

Figura 27(c). Livrinho do Grupo 1da Josiane.

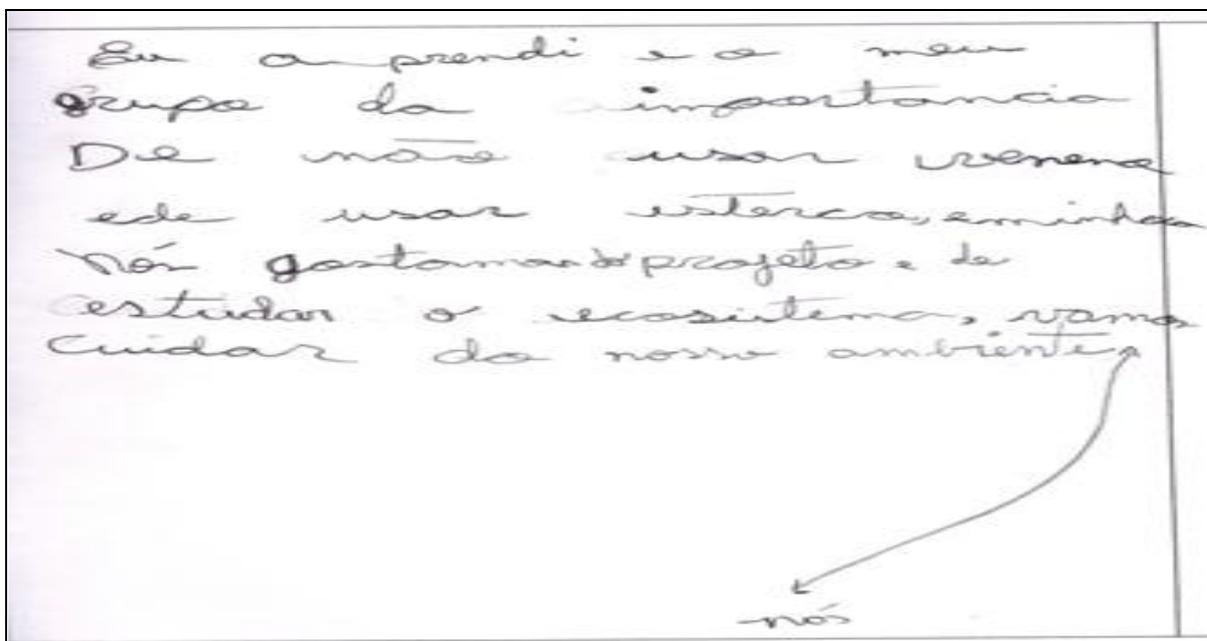


Figura 28(a). Livrinho do Grupo 2 da Camila.

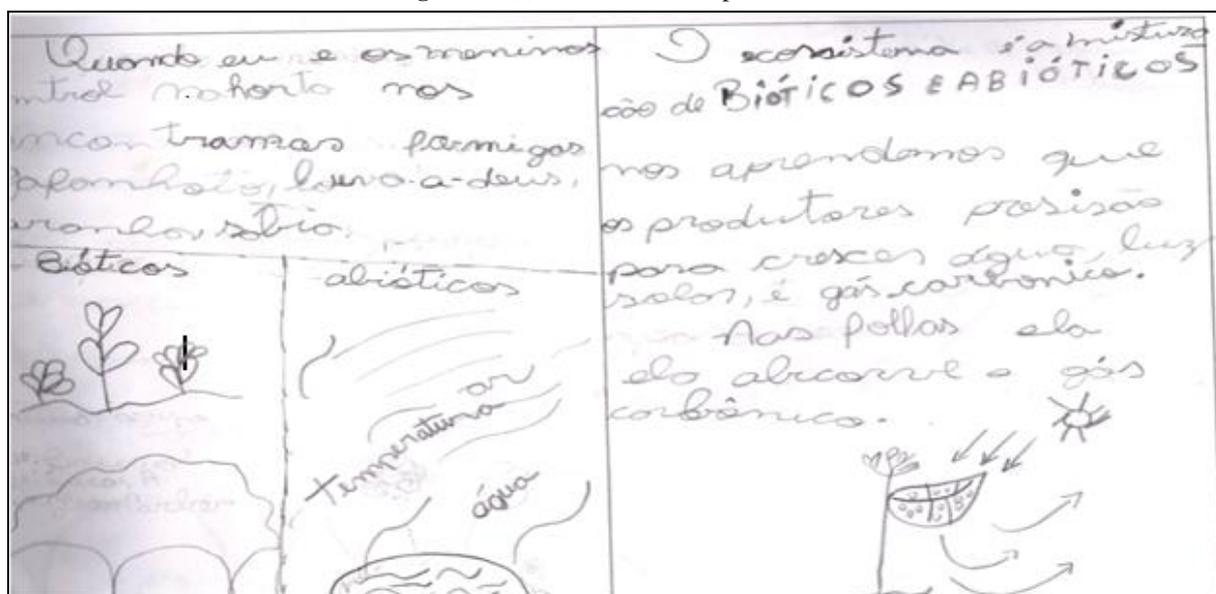


Figura 28(b). Livrinho do Grupo 2 da Camila.

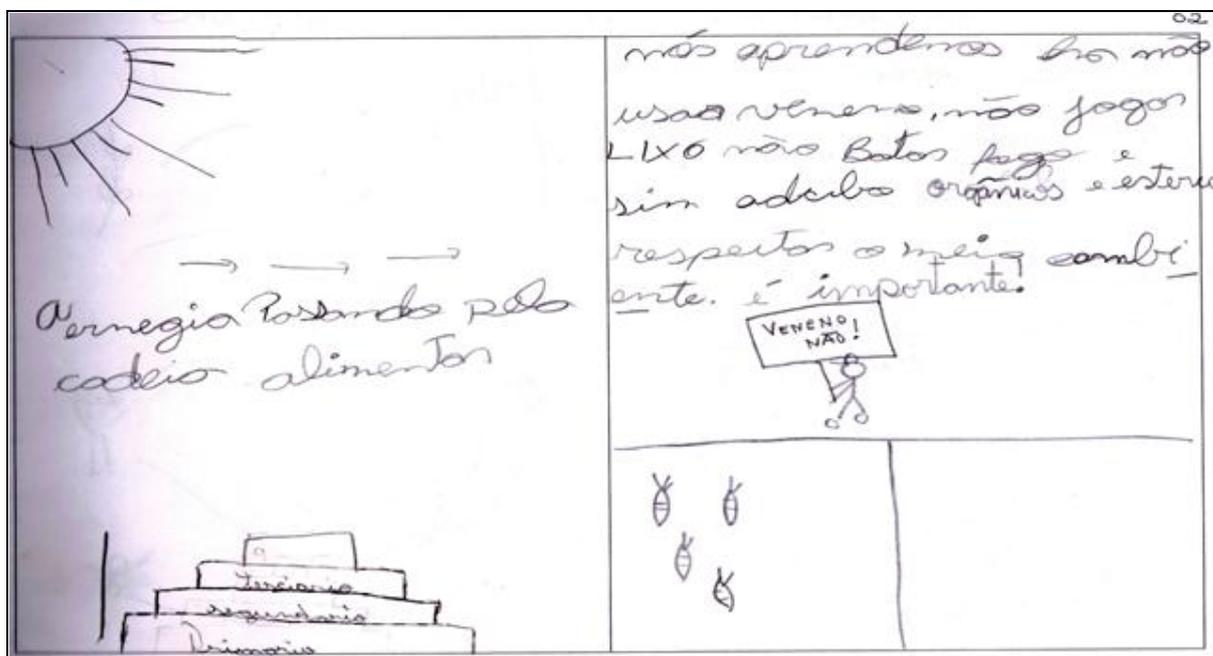


Figura 28(c). Livrinho do Grupo 2 da Camila.

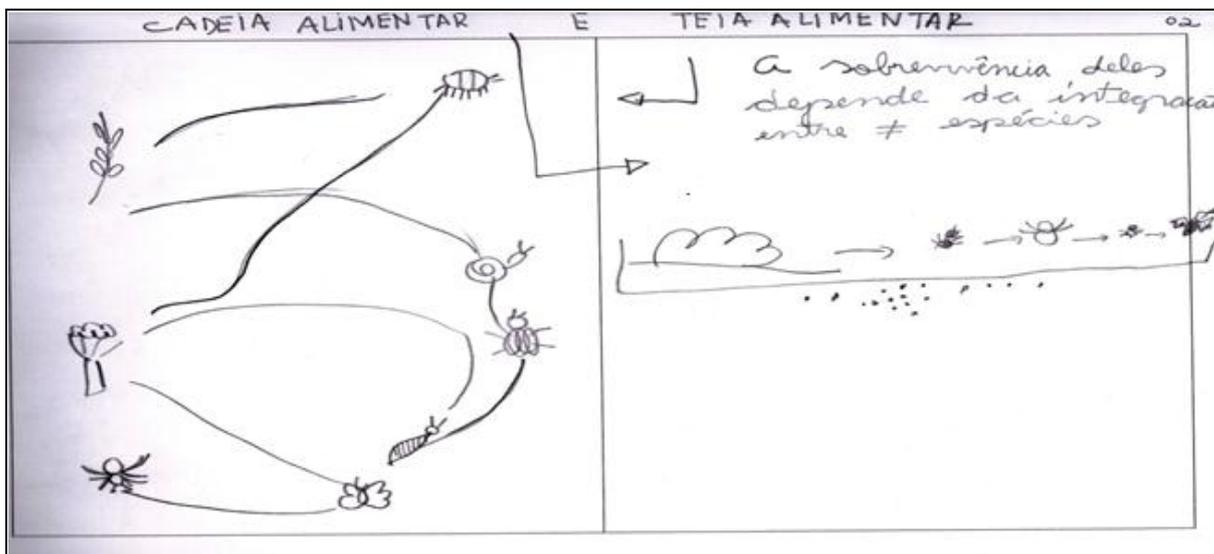


Figura 29(a). Livrinho do Grupo 3 do Kawasaki.

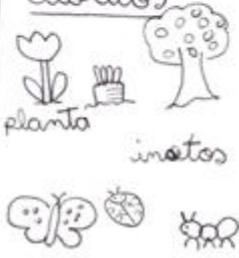
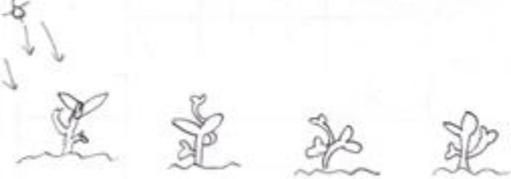
<p>O menino com o seu grupo foram a horta separaram os Bióticos = seres vivos e Abióticos = seres não vivos. Ele encontrou como Bióticos plantas e insetos, como Abióticos ar, terra e água.</p>		<p>Ele descobriu que ecossistema é um local onde seres bióticos e abióticos interagem um com o outro. É produtor é a planta que produz alimentos "sozinho" através da fotossíntese.</p> <p><u>Fotossíntese</u> → acontece nas reações químicas dentro dela.</p>
<p><u>Abióticos</u></p> 	<p><u>Bióticos</u></p> 	

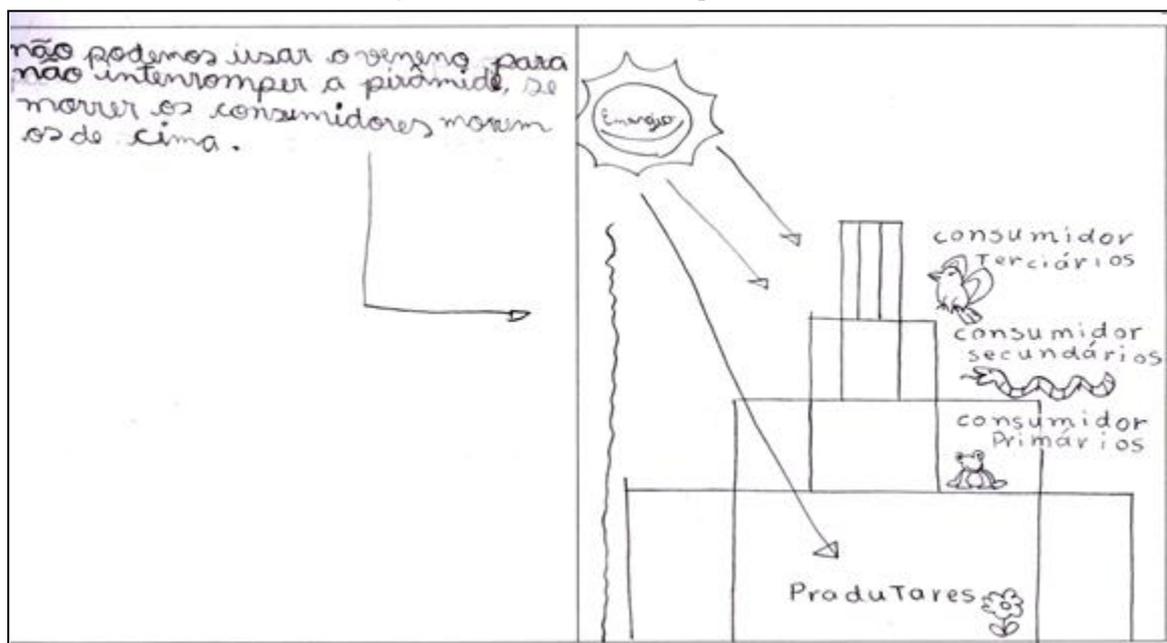
Figura 29(b). Livrinho do Grupo 3 do Kawasaki.

no ecossistema não podemos usar veneno porque prejudica os insetos e a nossa saúde, e esse veneno vai passar para toda a cadeia alimentar.

Devemos cuidar da nossa horta e das lavadeiras com a adubação orgânica.

Os agricultores deveriam pensar na saúde das pessoas não usar veneno e, não pensar no lucro

Figura 29(c). Livrinho do Grupo 3 do Kawasaki



Face ao exposto, pode-se concluir que os alunos, ao produzirem os livrinhos que visavam relatar em poucas palavras o que entenderam ao término da sequência didática, compreenderam o significado dos conceitos e conseguiram verbalizá-los com as próprias palavras, escreveram com coesão os conceitos básicos de Ecologia.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação fez com que se percebesse o quanto era carente um trabalho relevante na área de Ecologia, posto que, nos anos iniciais, geralmente os professores dão pouca ênfase a esta abordagem. A ecologia dos ecossistemas é apresentada, por vezes, de forma descontextualizada para os estudantes. É fato, que a formação dos professores é incipiente, constitui um fator de grande relevância no quadro percebido no ensino dos princípios básicos de Ecologia. Desse modo, é essencial investir na formação continuada neste seguimento.

Apresentam-se, a seguir, algumas considerações e recomendações à luz do que foi possível perceber durante a implementação, a aplicação e a avaliação de uma sequência didática sobre a alfabetização ecológica a partir de uma horta: Aproximando teoria e prática no Ensino Fundamental, com os estudantes do quinto ano (antiga quarta série). Primeiramente quero falar da minha responsabilidade como professora/pesquisadora, pude sentir o fardo em minhas costas, ser responsável por estar desenvolvendo duas funções – a de pesquisadora e a de professora –, uma responsabilidade imensa no sentido de ser honesta e ética, em relação à análise dos dados. Ser professora/pesquisadora me proporcionou subsídios para compreender a dimensão das minhas ações, refletindo e monitorando a minha prática, fez reelaborar meu conceito de construção do conhecimento e aprendizagem.

Na condução do desenvolvimento de cada episódio da investigação, a busca dos referenciais supracitados foi de fundamental relevância, porque nos favoreceu atuar na zona de desenvolvimento proximal dos estudantes. O resgate e o aproveitamento de conhecimentos que o estudante já possui; a formação e o desenvolvimento de conceitos e a mediação feita pela professora/pesquisadora no processo de ensino aprendizagem e no processo de desenvolvimento das funções psicológicas superior, possibilitou a aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo dos estudantes participantes da investigação.

Nesse sentido, verificamos, a partir das interações discursivas, que o interesse e a participação dos estudantes nos possibilitaram identificar os conhecimentos cotidianos e avaliar o grau de compreensão em relação aos conceitos desenvolvidos em cada episódio.

De acordo com os resultados obtidos no primeiro episódio, constatou-se que os estudantes não compreendiam os conceitos relacionados aos fatores bióticos e abióticos, podemos considerar que eles não percebiam que os organismos interagem entre si e estabelecem relações ecológicas. Somente no segundo episódio, constatamos que os estudantes conceituaram os elementos do ambiente e conseguiram compreender que fatores

bióticos não é sinônimo de vida e que fatores abióticos não são sinônimo de morte, os estudantes entenderam que todos os ambientes naturais apresentam seres vivos que se relacionam entre si e que dependem dos fatores não vivos (luz, solo, rochas, ar, água).

No Episódio de Ensino em que abordamos a nutrição da planta, evidenciamos que os estudantes ainda carregavam a concepção de que “as plantas se nutrem pela raiz retirando todos os nutrientes necessários para o seu crescimento do solo”. Verificamos que os estudantes fizeram algumas confusões conceituais que no decorrer dos episódios foram, gradativamente, sanadas. Durante o desenvolvimento dos episódios de ensino, foi possível favorecer o desenvolvimento de processos mentais superiores, os estudantes estabeleceram relações conceituais, buscaram utilizar uma linguagem mais adequada à situação, incluindo-se as elaborações escritas, entre outras ações.

Os estudantes reconheceram a importância do sol como fonte de energia e compreenderam como a energia transita no interior do sistema, e que os vegetais são responsáveis pela absorção da energia solar e pela transformação dela em alimento. O ambiente argumentativo de interações propiciou a elaboração do conhecimento. Assim, consideramos que a metodologia realizada na horta mostrou-se eficaz, possibilitou a apropriação dos conceitos ecológicos pelos estudantes.

No Episódio de Ensino sete tivemos que fazer algumas alterações necessárias e pertinentes para atingir os objetivos propostos na investigação, como, por exemplo, articular o estudo de cadeia alimentar com o ensino de insetos (os hábitos alimentares dos insetos e relacionados com as peças bucais). Foi a partir desta intervenção que os estudantes conseguiram desenhar e compreender o funcionamento de uma cadeia alimentar e entender o que os organismos encontrados no ambiente natural consomem e porque eles são consumidos. Perceberam o quanto os insetos são importantes no ecossistema.

Em relação aos desenhos da cadeia alimentar, foi necessário ensinar alguns símbolos para descrever o funcionamento do ecossistema, porque alguns estudantes tinham dificuldade para desenhar. Conseguimos fornecer, com essas alterações, condições para que os estudantes construíssem modelos simples de cadeia alimentar utilizando símbolos (diagramar). Os resultados foram satisfatórios, os estudantes compreenderam as relações tróficas que ocorrem no ecossistema.

Durante o desenvolvimento do último episódio de ensino os estudantes explicaram como preservar a integridade dos grandes ciclos ecológicos. Essa integridade foi associada ao uso de agrotóxicos, poluição das águas e do solo, resultados do desenvolvimento científico e tecnológico. Abrimos espaço em sala de aula para debates de questões

sociocientíficas. As análises evidenciam que conseguimos despertar nos estudantes a reflexão para aspectos como valores e atitudes. Além disso, em cada etapa que íamos desenvolvendo os conceitos básicos de Ecologia, os estudantes conseguiam escrever com coesão e melhorar sua oralidade, argumentações e a escrita, usando um vocabulário mais sofisticado na área de Ecologia. A partir de tudo que foi concluído até agora, cremos ter conseguido, pelo menos em parte, atingir os objetivos deste trabalho e responder as questões e hipóteses propostas.

A interação com os estudantes, durante o desenvolvimento de cada episódio de ensino, foi um excelente momento para o amadurecimento de ideias e aprimoramento dos conhecimentos, a mediação da professora/pesquisadora possibilitou detectar o desenvolvimento real e proximal dos estudantes.

Verificamos que os estudantes reconheceram que os seres humanos fazem parte do ambiente e que suas ações interferem nele e que o ecossistema é dinâmico. Um aspecto essencial para atingir nossas metas porque conseguimos despertar processos internos de desenvolvimento. Percebemos o grande salto dado pelos estudantes quando eles conseguiram entender que “a natureza não é um bloco isolado, mas uma complexa teia de relações entre as várias partes de um todo unificado” (Capra 1995, p.41). Esperamos que a sequência didática, produto desta dissertação, seja utilizada pelos professores e possa ser adaptado e aplicado no Ensino Fundamental, porque possibilitará que os estudantes utilizem a horta para aprender Ecologia, possibilitando boas condições para uma compreensão cada vez mais adequada para que melhorem sua interpretação das relações tróficas que ocorrem na natureza. A sequência didática proposta e experimentada, mostrou-se extremamente satisfatória, conseguimos atingir nossas metas, atendendo as aspirações que tanto almejávamos, a alfabetização ecológica. Quero concluir com um pensamento de Capra (1996, p.20) que, de alguma forma, resume e encerra esta conclusão: “nas próximas décadas, a sobrevivência da Humanidade dependerá da nossa alfabetização ecológica – nossa capacidade de compreender os princípios básicos da ecologia e viver de acordo com eles.”

6. REFERÊNCIAS

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia das Células: origem da vida, histologia e embriologia**. São Paulo: Moderna, 1997

ANGOTTI, José André Peres & AUTH, Milton Antonio. *Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação*. **Ciência & Educação**. vol. 7, p. 15-27. 2001

BAKHTIN, Mikhail. **Estética da criação verbal**. Tradução Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes. 2003.

BONANDO, P.A. **Ensino de Ciências nas séries iniciais do 1º grau – descrição e análise de um programa de ensino e assessoria ao professor**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós- Graduação em Educação, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP. 1994.

CAPRA, FRITJOT. **A sociedade e a cultura emergente**. São Paulo, Cultrix, 1982.

CAPRA, FRITJOT . **Teia da vida**. São Paulo: cultrix, 1996.

CUNHA, Maria Isabel da. **O professor universitário na transição de paradigmas**. 1ª ed. Araraquara: JM Editora, 1998.

CAPRA, FRITJOT. **O Tao da Física**, Ed. Cultrix, 1995

CAPRA, FRITJOT. **Alfabetização ecológica: o desafio para a educação do século 21**. In: TRIGUEIRO, André (org.). Meio ambiente no século 21. Rio de Janeiro: Sextante, 2003.

CAPRA, FRITJOT. **Uma ciência para a vida sustentável**. Revista Eco21, n. 75. 2003.

CAPRA, FRITJOT. **A Teia da Vida**. 9. ed. São Paulo: Cultrix, 2004.

CAPRA, FRITJOT *et al.* **Alfabetização ecológica: a educação das crianças para um mundo sustentável**. Tradução Carmen Fischer. São Paulo: Cultrix, 2006.

DELIZOICOV, D. **Conhecimento, tensões e transições**. São Paulo: Faculdade de Educação da USP. Tese de Doutorado. 1991.

DOLZ, J.; NOVERRAZ, M.; SCHNEUWLY, B. “**Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento**”. In: ROXO, R.; CORDEIRO, G. S. Campinas, Mercado de Letras, 2004, pp. 95-128

DUCATTI; SILVA, K.C. **A formação no curso de Pedagogia para o ensino de ciências nas séries iniciais**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós Graduação em Educação, Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Marília, SP, 2005.

EILAM, B. **Analysis and Evaluation of Science Teaching in the Nigerian Secondary Schools** 2002 *Jornal da Educação Biológica* 19: 311-316. Department of Teaching and Teacher Education, University of Haifa, 31905, Israel 2002. Disponível em: [http://www.duluth.umn.edu/~bmunson/Courses/Educ5560/readings/Eilam Ecology.pdf](http://www.duluth.umn.edu/~bmunson/Courses/Educ5560/readings/Eilam_Ecology.pdf). Acesso: 12 de jan. de 2010.

FACCI, M.G. D. **Valorização ou esvaziamento do trabalho do professor? Um estudo crítico-comparativo da teoria do professor reflexivo, do construtivismo e da psicologia vigotskiana**. Campinas: Autores Associados, 2004

FONTANA, R.C. **Mediação pedagógica na sala de aula**. Autores Associados, 1996.

FONTANA, R.C. **Psicologia e trabalho pedagógico**. São Paulo: Atual, 1997.

FRACALANZA & MEGID NETO . **O livro didático de Ciências: Problemas e soluções** *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003

FRACALANZA, H. MEGID NETO, J. (Org.). **O livro didático de Ciências no Brasil**. Campinas: Editora Komedi. 224p, 2006.

FRACALANZA, H. **O Ensino de Ciências no Primeiro Grau**. São Paulo: Atual, 1986.

GIORDAN, A. **Interests des recherches en didactique de la biologie**. LDES, Université de Geneve. Página 135 Módulos de formação:1. Nutrição das plantas verdes. 1990.

GIORDAN, A.; VECCHI, G. **Do saber: das concepções dos aprendestes aos conceitos científicos**. 2 ed. Porto Alegre: Artemed; 1996, 222p.

GOLDBERG , L.G.; YUNES, M.A.M.& FREITAS , J.V.de (2005). **O desenho infantil na ótica da ecologia do desenvolvimento humano**. *Psicologia em Estudo, Maringá*. 10 (1), 97-106

GÓES, M. C. R. de. **A abordagem microgenética na matriz histórico- cultural: uma perspectiva para o estudo da constituição da subjetividade**. **Cadernos Cedes**, Campinas, n.50, p. 09-25, abr, 2000.

HARLEN, W. **Enseñanza y aprendizaje de las ciencias**. Madri, MEC e Morata, 1989.

OLIVEIRA, Marta Kohl de. **Vygotsky: Aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico**. São Paulo: Scipione, 1997. (Pensamento e Ação no Magistério).

KAWASAKI, C.S .& BIZZO, N. M.V. **Fotossíntese: Um tema para o ensino de ciências?** *Química Nova na Escola*, N. 12, nov. 2000.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo, EPU/EDUSP, 1987.

KUHN, THOMAS S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1994.

LEHNINGER, A. **Fundamentos de Bioquímica**. São Paulo: SARVIER, 1977.

LINHARES, S. e GEWANDSZNAJDER, F. **Biologia**, 1ª Ed. São Paulo: Editora Ática,

2006, p.454-458.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1988.99 p.

MANZANAL, R.F.; JIMÉNEZ, M.C. **La Enseñanza de La Ecología. Un Objetivo de La Educación Ambiental**. *Revista Enseñanza de La Ciencias*, v. 13, n. 3, p. 295-311, Barcelona, 1995.

MARTINS, E. F.; GUIMARÃES, G. M. A. **As concepções de natureza nos livros didáticos de ciências**. *Ensaio*, Belo Horizonte, v. 4, n. 2, p. 1-14, 2002.

MEIRA, LUCIANO. **Análise Microgenética e Videografia: ferramentas de pesquisa em psicologia cognitiva**. *Temas em Psicologia: revista da Sociedade Brasileira de Psicologia*, São Paulo, n. 3, p. 59-71, 1994.

MIRANDA, JÓFILI, LEÃO E LINS. **Artigo: Alfabetização Ecológica e Formação de Conceitos na Educação Infantil por Meio de Atividades Lúcidas: Investigações em Ensino de Ciências**. V. 15(1), p. 181-200, 2010 Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID233/v15_n1_a2010.pdf. Acesso: 12 de jan. de 2010.

MORAES, M. C. **O paradigma educacional emergente**. Campinas-SP: Papirus, 1997.

O'NEILL, R. V. **Is it time to bury the ecosystem concept?** (with full military honors, of course!). *Ecology* 82:3275-3284. Pianka, E. R. 2000. *Evolutionary*. 2001.

ODUM, E. P. **Ecologia**. 3. ed. São Paulo: Pioneira, 1977.

ODUM, E. P. **Ecologia**, Rio de Janeiro, Ed. Guanabara, 1985, 434p.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986.

ODUM, H. T. "**Emergy in ecosystems**". Pp. 337-369 in *Environmental Monographs and Symposia*, ed. by N. Polunin, John Wiley, NY. 1986

ODUM, P. E. BARRET, G.W. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, 1988. p. 434

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

ODUM, E. P. **Fundamentos de Ecologia**. São Paulo: Cengage Learning. p. 613. 2008

OLIVEIRA, MARTA KOHL DE. **Vygotsky: Aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico**. 4. ed. São Paulo: Spicione, 1997. 111P.

ORR, D.W. **Ecological Literacy: education and the transition to a postmodern world**. Albany: State University of New York Press. 1992. In: PEDRINI, A. de G. (Org.) *Educação ambiental: reflexões e práticas contemporâneas*. Petrópolis: Vozes, 1998.

PEACOCK, Alan. **Eco-literacy for primary schools**. Sterling, VA: Trentham, 2004.
STONE, Michael K; BARLOW, Zenobia. **PERSPECTIVES: The roberth, magarthur award lecture is it time to bury the ecosystem concept?**. *Ecology*, 82(12), 2001, pp. 3275–3284 q 2001.

PONTE, J. P. da. **Didáticas específicas e construção do conhecimento profissional**. In: TAVARES, A. PEREIRA, A. P. PEDRO, & H. A. Sá. (Eds.). *Investigar e formar em educação: Atas do IV Congresso da SPCE*. Porto: SPCE, 1998.

REGO, TERESA C. VYGOTSKY. **Uma perspectiva Histórico-Cultural da Educação**. Rio de Janeiro: Vozes, 2002.

REGO, TERESA C. VYGOTSKY. **Uma perspectiva histórico-cultural da educação**. Petrópolis: Vozes, 1995.

RICKLEFS, R. E. **Economia da natureza**. 5ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

ROHDE, G. M. **Epistemologia Ambiental: uma abordagem filosófico científica sobre a efetuação humana alopoiética**. Porto Alegre: EDIPUCRS. 234p. 1996.

SANTOS, W.L.P. **Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica**. Ciência & Ensino, vol. 1, número especial, novembro.2007.

SASSERON, L.H; CARVALHO A.M.P. **Almejando a alfabetização científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo**. Investigações em Ensino de Ciências, 13, 3, 333-352, 2008.

STAVY, R., EISEN, Y., & YAAKOBI, D. (1987). **How students aged 13–15 understand photosynthesis**. International Journal of Science Education , 9 (1), 105–115.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª ed. Editora Artmed, 2004, 719p

TOWNSEND, C.R.; BEGON, M.; HARPER, J.L. **Fundamentos em ecologia**. 2ª ed. – Porto Alegre: Artmed, 2006. 592 p

VASCONCELLOS, H. S. R. de. **A pesquisa-ação em projetos de educação ambiental**, In: PEDRINI, A.G. (Org). Educação ambiental: reflexões e práticas contemporâneas. Petrópolis: Vozes, 1998. 123 p.

VYGOTSKY, L. S. **Mind in Society-The Development of Higher psychological processes** Cambridge MA: Havard University Press. 1978.

VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

VYGOTSKI, L. S. **Obras Escogidas** . Tomo I. Madrid: Aprendizaje Visor y Ministerio deEducación y Ciencia, 1991.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, L.S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem.** São Paulo, Martins Fontes, 1993.

VYGOTSKI, L. S. **Pensamiento y lenguaje.** In *Obras Escogidas.* p. 9-348. Madrid: Visor, 1993, (Texto original publicado em 1934).

VYGOTSKY, L.S. **Obras Escogidas,** Vol. III. Madrid: Visor, 1995

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente:** o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. Tradução de José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

VYGOTSKY, L. S. **A prática educativa:** como ensinar. Porto Alegre: ARTMED 1998.

VYGOTSKY, L. S. **La imaginación y el arte en la infancia.** Madrid: Akal, 1998.

VYGOTSKY, L. **A formação social da mente.** São Paulo: Martins Fontes, 1998.

VYGOTSKI, L. S. **Psicologia da Arte.** São Paulo: Martins Fontes, 1999.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente:** o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. Tradução José Cipolla Netto et al. 6. ed. São Paulo: Fontes, 1999.

VYGOTSKY, L. S. **Desenvolvimento Psicológico na Infância.** SP, Martins, 1999.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** [Trad. José Cipolla Neto et al.] 6. ed., São Paulo: Martins Fontes, 2000.

VYGOTSKI, L. V. **A Construção do pensamento e da linguagem.** Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e linguagem.** Tradução: Jefferson Luiz Camargo. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**: O desenvolvimento dos processos psíquicos superiores. 7ª edição. São Paulo: Martins Fontes, 2007

WEISSMANN, H. **Didática das ciências naturais**: contribuições e reflexões. Porto Alegre: Artmed, 1998.244p.

WERTSCH, J.V. e HICKMANN, M. “*Problem solving in social interaction: A microgenetic analysis*”. In: HICKMANN, M. (org.). Social and functional approaches to language and thought. Nova York: Academic Press, 1987



7. ANEXOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Esta instituição de ensino está sendo convidada a participar da pesquisa na área de Ecologia, relacionada ao ensino de Ciências, esta escola pública foi selecionada por que já tem uma horta escolar usada em prol da merenda escolar, a participação de sua escola não é obrigatória. Se a escola decidir participar dela, é importante que leia estas informações atentamente sobre o estudo e o seu papel nesta pesquisa.

A adesão é espontânea. A qualquer momento sua escola poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Se caso sua escola decidir retirar-se do estudo, deverá notificar ao pesquisador.

Se sua escola concordar em participar deste estudo seus alunos que estão no quinto ano do Ensino Fundamental serão solicitados a participar da sequência didática, tendo como foco a Horta implantada na sua escola. Haverá nesta etapa filmagem.

As informações obtidas a partir da participação dos alunos neste estudo não poderão ser mantidas estritamente confidenciais, mas os alunos serão identificados quando o material de seu registro for utilizado.

Esperamos que a coordenação e direção leiam e compreenda as informações acima. E que possam confirmar também que receberam uma cópia deste formulário de consentimento. Sua escola é livre para se retirar do estudo em qualquer momento, sem perda de benefícios ou qualquer outra penalidade.

Este estudo será conduzido pela mestrandia **Márcia C. Schneider** da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS). O intuito no desenvolvimento deste estudo será avaliar uma sequência didática fundamentada em uma abordagem Vygostkyana, tendo como mediadores a professora pesquisadora

A pesquisa será organizada em sete momentos, visando avaliar a sequência didática propiciada pela pesquisadora.





Diante do exposto, neste trabalho, cujo enfoque é Alfabetização Ecológica, tendo como tema a Horta, propomos desenvolver uma sequência didática, buscando a apropriação de conceitos de ecologia relativos a ecossistema, cadeia e teia alimentar e fluxo de energia no ecossistema por parte de alunos dos anos iniciais de escolarização. A escolha da horta para aprendizagem de conceitos de ecologia se fez porque ela fornece uma conexão direta com o ambiente natural para desenvolver tais conceitos e onde se podem observar os ciclos e fluxos dos ecossistemas, onde se aprende que na natureza o resíduo de uma espécie é o alimento de outra, onde se vê que a energia vem do sol, se presencia o metabolismo, se percebem as redes.

Nestes termos, o objetivo deste trabalho é investigar se uma sequência didática, utilizando a horta como tema gerador, pode possibilitar ao aluno dos anos iniciais a apropriação de conceitos de ecologia relativos a ecossistema, cadeia e teia alimentar e fluxo de energia no ecossistema.

Esta instituição será notificada dos aspectos mais relevantes e dos resultados da pesquisa que se dispôs a participar, bem como será informada, periodicamente, de qualquer nova informação que possa modificar a sua vontade em continuar permitindo a participação dos alunos neste estudo.

Mediante ao exposto, ressalva que os nomes e identidades dos alunos serão mantidos em sigilo. A menos que requerido por lei, somente o pesquisador e a equipe do estudo terão acesso às informações para verificar as informações do estudo.

Enfim, para perguntas e/ou problemas referentes ao estudo comunique-me pois estarei na escola o ano todo, e para perguntas sobre seus direitos como participante no estudo, chame o **Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMS**, no telefone **(067) 33457187**.

Atesto que expliquei cuidadosamente a natureza e o objetivo deste estudo, os possíveis riscos e benefícios da participação no mesmo, junto ao participante e/ou seu representante autorizado. Acredito que o participante e/ou seu representante recebeu todas as informações necessárias, que foram fornecidas em uma linguagem adequada e compreensível e que ele/ela compreendeu essa explicação.

A escola dará consentimento de livre e espontânea vontade e sem reservas para os alunos participarem do estudo.





Assinatura da direção/coordenação _____ data _____

Se possível disponibilize um número de telefone, para que a pesquisadora possa manter contato _____.

Assinatura do pesquisador: _____ data _____.

Termo de Consentimento dos pais para participação de seus filhos na pesquisa

Nome do Voluntário: _____

Endereço: _____

Telefone para contato: _____ Cidade: _____ CEP: _____

Email: _____

As Informações contidas neste prontuário foram fornecidas pelo aluno _____ objetivando firmar acordo escrito mediante o qual, o voluntário da pesquisa autoriza sua participação com pleno conhecimento da natureza dos procedimentos sem riscos a que se submeterá, com a capacidade de livre arbítrio e sem qualquer coação.

O voluntário tem garantia que receberá respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento de qualquer dúvida quanto aos procedimentos, riscos benefícios e outros assuntos relacionados com pesquisa. Também os pesquisadores supracitados assumem o compromisso de proporcionar informação atualizada obtida durante o estudo, ainda que esta possa afetar a vontade do indivíduo em continuar participando.

O voluntário tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo. Elaborados de acordo com as diretrizes e normas regulamentadas pesquisa envolvendo seres humanos atendendo à Resolução n.º 196, de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde do Ministério de Saúde – Brasília – DF.





A pesquisadora assegura a privacidade dos voluntários quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa.

Eu, _____, após leitura compreensão deste termo de informação e consentimento, autorizo meu filho a participar da pesquisa e ele poderá sair a qualquer momento do estudo, sem prejuízo algum. Confirmando que recebi cópia deste termo de consentimento, e autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo no meio científico.

* Não assine este termo se ainda tiver alguma dúvida a respeito.



