



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

LUCAS ROBERTO PERUCCI

**EIXOS ESTRUTURANTES DA LINGUAGEM E AS
PARÁFRASES PARA A APROPRIAÇÃO DE CONCEITOS DE
MATÉRIA E ENERGIA NOS ECOSSISTEMAS**

Londrina
2015

LUCAS ROBERTO PERUCCI

**EIXOS ESTRUTURANTES DA LINGUAGEM E AS
PARÁFRASES PARA A APROPRIAÇÃO DE CONCEITOS DE
MATÉRIA E ENERGIA NOS ECOSSISTEMAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina, como requisito final à obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Laburú

Londrina
2015

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

P471e Perucci, Lucas Roberto.
Eixos estruturantes da linguagem e as paráfrases para a apropriação de
conceitos de matéria e energia nos ecossistemas / Lucas Roberto Perucci. –
Londrina, 2015.
81 f. : il.

Orientador: Carlos Eduardo Laburú.
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) –
Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de
Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, 2015.
Inclui bibliografia.

1. Biologia – Estudo e ensino – Teses. 2. Matéria orgânica – Formação de
conceitos – Teses. 3. Estudantes do ensino médio – Linguagem científica –
Teses. 4. Energia – Formação de conceitos – Teses. 5. Semiologia (Ciência) –
Teses. 6. Linguagem e educação – Teses. I. Laburú, Carlos Eduardo. II.
Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de
Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. III. Título.

CDU 574:37.02

LUCAS ROBERTO PERUCCI

**EIXOS ESTRUTURANTES DA LINGUAGEM E AS PARÁFRASES
PARA A APROPRIAÇÃO DE CONCEITOS DE MATÉRIA E ENERGIA
NOS ECOSISTEMAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina, como requisito final à obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Laburú
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Profa. Dra. Patrícia de Oliveira Rosa da Silva
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. José Antonio Pimenta
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 22 de abril de 2015.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Nereide e ao meu pai Paulo, pelo apoio, incentivo e exemplo aos estudos desde muito cedo. Às minhas irmãszinhas Maria Paula e Ana Júlia e ao irmão Paulo Vitor, à minha madrasta Rosana que apesar da distância, sempre estão por perto e com incentivos.

À querida namorada Camila Viviane pelo incentivo, companhia e por nossas conversas sobre tudo que muito me engrandece. E também por me aguentar distraído pensando no trabalho.

Ao orientador Carlos Eduardo Laburú e a todo o Grupo de Pesquisa por esse tempo, pelas críticas, sugestões e troca de informações preciosas. Um agradecimento especial à Camila Basso com sua atenção e colaboração.

À Professora Patrícia de Oliveira Rosa da Silva, por aceitar fazer parte da banca com sugestões valiosas. Com muito carinho eu lhe agradeço por tudo o que me ensinou nesses anos de caminhada.

Ao Professor José Antonio Pimenta que aceitou fazer parte da banca, com suas contribuições. Seu exemplo e rigor me inspiram desde a graduação para a minha vida acadêmica e profissional.

Aos professores e professoras do Programa de Pós-Graduação pelo aprendizado. A todos os servidores da Secretaria de Pós-Graduação por seu trabalho.

Ao professor Ranildo que aceitou esse trabalho em suas aulas e aos estudantes pela participação.

Aos amigos e amigas que em tantas conversas e discussões me ajudaram a construir boa parte do que sou: Patrícia Santos (Patê), Tárík Elid, Venancio Guerrero (Weslei), Jackeline Aristides, Valmor Venturini entre tantos outros.

Aos meus amigos e amigas da rede pública do Paraná que tanto contribuíram para a minha formação e que mostram que a greve de 2015 também educa.

A todos os novos colegas do Instituto Federal do Paraná que deram uma força imensa na reta final de conclusão do meu mestrado.

*“Do I dare disturb the universe? In a minute there is time for decisions and revisions
which a minute will reverse.”*

T.S Eliot.

PERUCCI, Lucas Roberto. **Eixos estruturantes da linguagem e as paráfrases para a apropriação de conceitos de matéria e energia nos ecossistemas**. 2015. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

RESUMO

O trabalho apresenta uma estratégia de ensino de Biologia que se utiliza das relações linguísticas associativas e da paráfrase, para promover apropriações dos conceitos de energia e matéria dos ecossistemas. As relações associativas (paradigmáticas) derivam da semiologia de Saussure. A paráfrase é defendida como uma forma de apropriação do discurso pelo sujeito, uma autonomia para modificar o registro original de um modo singular, desde que guarde correspondência com o inicial. O trabalho se sustém dentro do programa de pesquisa do multimodos de representação, extraindo elementos da teoria da semiologia e utilizando na aprendizagem científica, com foco no registro escrito da língua. Uma Unidade Didática foi construída e aplicada com estudantes do terceiro ano do ensino médio na disciplina de Biologia, com os conteúdos de matéria e energia nos ecossistemas, durante três aulas e seis atividades produzidas por cada um dos cinco avaliados. Os resultados indicam que a estratégia de ensino pode evidenciar o repertório do estudante em conceitos-chave em ciências, ao utilizar as associações termo a termo em conjunto com a reelaboração dos conteúdos pela paráfrase. A atividade orientada pode favorecer apropriações de enunciados-chave dentro da aprendizagem científica e definir critérios para que os docentes evitar respostas estereotipadas.

Palavras-Chave: Ensino de biologia. Paradigmas e paráfrases. Semiologia.

PERUCCI, Lucas Roberto. **Structural axes of language and the paraphrasis for the appropriation of concepts of matter and energy in ecosystems.** 2015. 81 p. Dissertation (Masters Degree in Teaching Science and Mathematics Education) Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

ABSTRACT

This paper shows a biology teaching strategy, which uses the paradigmatic and paraphrase, to promote appropriations of the concept of energy and material in ecosystems. The associative relations (paradigmatics) comes from the Saussure semiology. The paraphrase is presented, as a form of appropriation of speech by the subject, which has the autonomy to modify the original register by a singular way, provided you keep similarity with the initial. The article is sustained by the research program of multimode representation, using semiology elements with the objective for learning science. A teaching practice was constructed and applied with third grade students in the biology discipline, for three classes, and each students has produced six activities. The results indicate that this teaching strategy can be useful for highlighting the student's repertoire and promoting to take ownership of cognitively key concepts in Science. Also, the activity may provide some criteria for teachers to avoid copied answers by students.

Keywords: Biology teaching. Paradigmatic relations. Paraphrases. Semiology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de Tratamento no Eixo associativo	39
Figura 2 – Exemplo de Tratamento no Eixo extensivo, paráfrase	40
Figura 3 – Estudante 1, Produção 1, Tratamento no eixo associativo	48
Figura 4 – Estudante 1, Produção 2. Elaboração da paráfrase.....	49
Figura 5 – Estudante 1, Produção 3. Tratamento no eixo associativo	50
Figura 6 – Estudante 1, Produção 4. Elaboração da paráfrase.....	51
Figura 7 – Estudante 1, Produção 5. Tratamento no eixo associativo	52
Figura 8 – Estudante 1, Produção 6. Elaboração da paráfrase.....	53
Figura 9 – Estudante 1, Produção 6. Elaboração da paráfrase.....	54
Figura 10 – Estudante 1, Produção 6. Elaboração da paráfrase.....	54
Figura 11 – Estudante 2, Produção 3. Tratamento no eixo associativo	55
Figura 12 – Estudante 2, Produção 4. Elaboração da paráfrase.....	56
Figura 13 – Estudante 2, Produção 5. Tratamento no eixo associativo	57
Figura 14 – Estudante 2, Produção 6. Elaboração da paráfrase.....	58
Figura 15 – Estudante 3, Produção 7. Tratamento no eixo associativo	59
Figura 16 – Estudante 3. Produção 8. Elaboração de paráfrase.....	60
Figura 17 – Estudante 3. Produção 9. Tratamento no eixo associativo	60
Figura 18 – Estudante 3. Produção 10. Elaboração de paráfrase.....	61
Figura 19 – Estudante 3. Produção 11. Tratamento no eixo associativo	62
Figura 20 – Estudante 3. Produção 12. Elaboração de paráfrase.....	63
Figura 21 – Estudante 4. Produção 13. Tratamento no eixo associativo	64
Figura 22 – Estudante 4. Produção 14. Elaboração de paráfrase.....	65
Figura 23 – Estudante 4. Produção 15. Tratamento no eixo associativo	65
Figura 24 – Estudante 4. Produção 16. Elaboração de paráfrase.....	66

Figura 25 – Estudante 4. Produção 17. Tratamento no eixo associativo	67
Figura 26 – Estudante 4. Produção 18. Elaboração de paráfrase.....	68
Figura 27 – Estudante 5. Produção 19. Tratamento no eixo associativo	69
Figura 28 – Estudante 5. Produção 20. Elaboração de paráfrase.....	70
Figura 29 – Estudante 5. Produção 21. Tratamento no eixo associativo	71
Figura 30 – Estudante 5. Produção 22. Tratamento no eixo associativo	72
Figura 31 – Estudante 5. Produção 23. Elaboração de paráfrase.....	73

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Exemplo de respostas da atividade 1.....	45
Quadro 2 – Exemplo de respostas da atividade 2.....	46
Quadro 3 – Exemplo de respostas da atividade 3.....	47

SUMÁRIO

Introdução	11
Capítulo 1 – A Apropriação do Discurso	17
1.1 <i>Os conteúdos representacionais, a apropriação de discursos e a aprendizagem científica</i>	17
1.2 <i>As atividades de tratamento</i>	19
1.3 <i>O signo e suas funções na linguística saussuriana</i>	22
1.3 <i>O uso e fundamentos da paráfrase e das associações na aprendizagem de ciências</i>	25
Capítulo 2 – A Ecologia como Ciência e conteúdo do Ensino Médio	30
2.1 <i>A relevância do ensino de Ecologia</i>	30
2.2 <i>A ecologia enquanto ciência</i>	31
2.3 <i>Aspectos gerais da transferência de energia e matéria na cadeia alimentar</i>	33
Capítulo 3 – Metodologia e Ambiente da Pesquisa	37
3.1 <i>A pesquisa e seu ambiente e encaminhamentos da Unidade Didática</i>	37
3.2 <i>Descrições da Unidade Didática</i>	42
Capítulo 4 – Análise dos Resultados	48
4.1 <i>Análise das produções do estudante 1</i>	48
4.2 <i>Análise das produções do estudante 2</i>	54
4.3 <i>Análise das produções do estudante 3</i>	59
4.4 <i>Análise das produções do estudante 4</i>	64
4.5 <i>Análise das produções do estudante 5</i>	69
Conclusões	75
Referências	78

Introdução

O trabalho se insere no programa de pesquisa construtivista, que articula a formação de sentido e conceitos do mundo mediado pela linguagem. Nessa perspectiva, o sujeito não apreende os fenômenos do mundo diretamente em sua mente e depois os nomeia como se houvesse uma separação radical das funções psicológicas superiores da linguagem (VYGOTSKY, 2009).

A ciência cognitiva, com sua atenção em como se relaciona com o processo do pensamento e da linguagem, não pode ser vista dissociada de um modo de conceber e ensinar ciências. A concepção de ciência como uma atividade já acabada e neutra se coaduna com um tipo de ensino tradicionalista e transmissivo (KRASILCHIK, 2000), em que se separa radicalmente da ciência seu contexto social de aceitação e seu conteúdo transitório (KUHN, 2001). Castro (2005), aponta que já no sec. XIX, uma forma de conceber o ensino oscilava entre duas vertentes: uma com ênfase no método, para executar um caminho do não-saber para o saber; e a ênfase no sujeito, que deveria ser motivado, convencido a aprender pela curiosidade. Podemos comparar que esta ênfase no método, também presente na formação técnica, coaduna com uma postura de conceber a ciência e o ensino, e que ainda é muito presente nos dias atuais, como uma forma de “modelagem/armazenagem” (CASTRO 2005).

Frente ao contexto político-econômico, que a sociedade se encontra, em que as descobertas científicas ocupam papel de destaque e vultosos recursos são direcionados para promover uma intensa atualização tecnológica, há uma demanda que os produtos das ciências sejam compreendidos pelas novas gerações, em um sentido de *alfabetização científica* (CACHAPUZ et al., 2001). Entretanto, mesmo com o aumento dos produtos tecnológicos em nosso cotidiano, Cachapuz et al. (2001) argumenta que a rejeição ao estudo e compreensão da ciência ainda apresenta um alto grau de rejeição. Essa contradição – a necessidade de aprender ciências e sua rejeição - é um dos argumentos para que uma didática das ciências específica, que rejeite explicações simplistas como, o discurso da “incapacidade inerente”, o discurso de que o conhecimento científico só se consolida por

experimentação e que seja construída uma alternativa com bases epistemológicas coerentes.

Enquanto perspectiva de aprendizagem, o trabalho se fundamenta nas multimodalidades de ensino, que tem como pressuposto as variadas formas de representação de um mesmo conteúdo, somado a formas engajadas de compreensão e aprofundamento dos significados compartilhados (PRAIN; WALDRIP, 2006). Os multimodos, particularmente em sua representação escrita, toma parte da semiótica, que é utilizada no trabalho como base para compreender as relações do signo e seus processos de significação, ao assumir, dentro da semiologia saussuriana, que a relação entre a palavra e a ideia não se origina de uma simples junção como vulgarmente se concebe (SAUSSURE, 2012), mas de uma estrutura em que a imagem acústica está associada com uma imagem psíquica, e que embora pareça pessoal, tais determinações são de ordem coletiva.

Do *corpus* teórico saussuriano foram adaptadas as categorias paradigmática e sintagmática para a produção da unidade didática. Essas categorias derivam de uma análise de como se processam as relações associativas das palavras, o repertório de cada indivíduo e as formas lógicas possíveis de combinação entre essas palavras. A ideia, portanto, é fazer com que as atividades de ensino explorem eixos estruturantes da linguagem, de modo a produzir paráfrases que permitam aos estudantes se concentrar em conceitos fundamentais por um maior tempo, a fim de potencializar a apropriação do significado. A pesquisa intenta investigar e analisar as apropriações efetuadas pelos estudantes de conceitos-chave de ecologia, ao produzir uma unidade didática que explorasse o repertório dos estudantes sobre termos e categorias de ecologia e sua capacidade de parafrasear os conteúdos.

O autor da dissertação iniciou seus estudos sobre aprendizagem e representação de conteúdos científicos por meio da Especialização em Ensino de Biologia da Universidade Estadual de Londrina. A monografia de conclusão do curso em que se analisava uma proposta didática do livro de Krasilchik, *Práticas no Ensino de Biologia*, com um viés da semiótica de Duval (1999), com especial atenção em como as formas de representação (simulação, registro escrito, gráficos e tabelas) era utilizada no transcorrer da atividade (PERUCCI et al. 2012). A análise das representações semióticas se manteve como interesse do autor, em indicar como as

simulações podem ser analisadas pela semiótica (PERUCCI; LABURÚ; ROSA-SILVA, 2012) e em uma prática de análise conotativa e denotativa de imagens anti-tabagistas (PERUCCI; ROSA-SILVA, 2013).

Com a admissão no Programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática em 2013, com orientação do Prof. Dr. Carlos Eduardo Laburú, deu-se a entrada na linha de pesquisa dos Referenciais Semióticos Aplicados ao Ensino de Ciências e Matemática. No grupo de pesquisa, dissertações e teses envolveram a aplicação e o uso de várias vertentes da semiótica para propor e analisar práticas didáticas. A utilização dos interpretantes para a análise de imagens sobre a produção de lixo e o tipo de discurso ambiental que se sobressai (ROSA-SILVA, 2013), o modo como representações 3D e o discurso verbal é utilizado com vias de apropriação de conceitos (BASSO, 2014), significados sobre a fotossíntese construídos pelos estudantes a partir das múltiplas representações (ZOMPERO, 2012), entre outros estudos.

O exercício de docência no ensino fundamental e médio da rede pública, e mais recentemente da escola técnica federal, trouxe a preocupação em produzir práticas que aliassem critérios objetivos de análise em conjunto com uma flexibilidade da atividade investigativa, nos aspectos de que ao “erro” era necessário atribuir mais do que simples negativa. Indo além, as próprias respostas ditas “corretas” por vezes traziam estereótipos, com uma cópia mais ou menos fiel de trechos inteiros dos livros didáticos que continham alguns termos equivalentes aos enunciados. Assim, ciente de que há uma cultura padronizadora nas escolas da busca de uma resposta “correta” que contém baixa criatividade. Um ambiente que favoreça os “erros honestos” e que ao mesmo tempo considere a jornada de trabalho do docente em conjunto com o excesso de estudantes por sala.

Por isso, a principal motivação deste trabalho foi a de realizar uma aprendizagem com profundidade e com maior significação e a de produzir, uma unidade didática exequível pelos professores do Ensino Médio, com a preocupação que por vezes, os programas de pesquisa produzem longas práticas didáticas sem considerar as exigências dos currículos e o tempo de trabalho disponível dos professores. Nesse sentido, um dos objetivos da Unidade Didática é produzir uma prática didática simples, mas condensada da teoria multimodal e semiótica para

propiciar um ambiente favorável de aprendizagem e critérios de análise para o professor.

Uma segunda preocupação vem da constante queixa dos estudantes no ensino de ciências e biologia ao excesso de nomes e termos que precisam ser memorizados (KRASILCHIK, 2004). Isso gera no cotidiano escolar uma série de paráfrases desonestas, cópias, provocadas por um verbalismo vazio do ensino sem nenhuma assimilação com sentido das palavras (VYGOTSKY, 2009).

Assim, se existe a perspectiva da atividade docente superar o ensino tradicionalista, uma variedade de metodologia e recursos didáticos é necessária, assim como novas propostas epistemológicas que trabalhem com a investigação, a formulação de hipóteses e a valorização do erro (BONITO, 2008). Dentro de uma variedade de tradições de pesquisa que possuem esse objetivo em comum, o presente trabalho se circunscreve em discutir critérios e propor uma prática para que o registro escrito seja utilizado com critérios mais bem definidos, ampliando o escopo da utilização da escrita. Compartilhamos como Fang (2006), que a linguagem científica escolar difere de forma expressiva da linguagem cotidiana em uso e os desafios que se apresentam para uma leitura compreensiva precisam ter uma atenção do docente.

O desenvolvimento de uma estratégia didática que envolva associações e paráfrases parte de um processo de aprendizagem que compartilhe significados entre os docentes, estudantes e os textos científicos escolares, apropriadas pelos discentes dentro de uma resposta cientificamente equivalente ao original. Bakthin (1983) indica que a autonomia do discurso provém dessa relação entre significados, e parece ser correlato, com a ideia geral de apropriação de Vygotsky (2004), sobre a fala genuína que necessita internalizar conceitos, para que não sejam apenas repetidos. Esta estratégia de aprendizagem visa uma objetivação e produção de representações que construam paráfrases e associações genuínas, tendo como base os eixos estruturantes da linguagem, com o intuito de que o professor não seja iludido por representações imitadas e não apropriadas. Por muitas vezes, a mera imitação passa a ser valorizada, sem que existam critérios objetivos para que se reconheçam significados realmente compartilhados no processo de aprendizagem. Entende-se assim que qualquer apropriação ou entendimento verdadeiro é dialógico

por essência, conforme Voloschinov (1992), que qualquer compreensão genuína exige que as respostas sejam partilhadas de onde foram enunciadas. Quanto mais palavras do próprio repertório do indivíduo e mais significativas em relação ao conceito científico, mais intensa será a compreensão. A paráfrase, vista como vinculada a regras e como tratamento do registro, pode ser orientada para atividades em que conceitos científicos-chave precisam ser apropriados pelo aprendiz.

A partir do referencial de multimodalidades, com foco no registro escrito, aliado com as referências da semiótica, encaminhou-se a construção de uma prática didática que envolve conceitos de matéria e energia nos ecossistemas para que ao final da mesma, sejam evidenciadas as apropriações que os estudantes realizaram do conjunto do conteúdo. Os eixos estruturantes da linguagem foram utilizados no intuito de refinar e ampliar pontos específicos da aprendizagem, ao verificar o limite que o repertório do estudante mantém-se congruente com o conceito inicial e suas contingências. A partir dessas intenções a respeito da prática didática, foram levantadas as seguintes questões: Como uma atividade baseada nos eixos estruturantes pode favorecer a reelaboração do repertório dos conteúdos chave desejados? Quais são os conceitos científicos apropriados pelo estudante e de que forma as relações paradigmáticas e a paráfrase podem ser utilizadas como critérios de apropriação conceitual?

Lastreado por esses questionamentos, têm-se os seguintes objetivos:

- 1º Analisar as apropriações realizadas pelos estudantes evidenciadas a partir das significações compartilhadas pelo uso dos eixos estruturantes da linguagem e da paráfrase.
- 2º Construir uma prática didática que favoreça a utilização dos eixos estruturantes em conceitos-chave de matéria e energia nos ecossistemas
- 3º Desenvolver critérios para que os professores analisem o repertório científico compartilhado via paráfrase e relações paradigmáticas.

Este trabalho está organizado em quatro capítulos: no primeiro, discutimos as contribuições das teorias semióticas e representacionais e suas interações com a aprendizagem de ciências; no segundo, a relevância do ensino de ecologia; no

terceiro, os encaminhamentos metodológicos necessários para o desenvolvimento da prática; no quarto, analisamos os resultados obtidos através da prática didática construída. Por fim, algumas conclusões que pretendem articular uma forma de realizar o tratamento do registro escrito com o ensino de ciências.

Capítulo I - A apropriação do discurso

1.1 *Os conteúdos representacionais, a apropriação de discursos e a aprendizagem científica.*

Para o ensino de ciências, não podemos considerar que se aprende uma categoria ou um conteúdo como se apreende uma habilidade intelectual qualquer (VYGOTSKY, 2009). Um conceito científico está permeado da descrição prática de um fenômeno com a tentativa de sua generalização, em diversos níveis de complexidade. Isso exige não apenas a descrição do conceito, mas também no que é aplicável e onde se delimita. Verifica-se no ensino de biologia uma insistente utilização de categorias e vocábulos nas aulas que direciona o estudante a aprender por repetição e memorização (KRASILCHIK, 2000). A tentativa de empregar esse conhecimento em uma reflexão real pode acabar frustrada, manifestando a impotência de articulá-lo em outros momentos.

As disciplinas científicas confluem em inúmeras formas de representação e criação de símbolos, fórmulas e esquemas para sua demonstração. Para contribuir com formas mais permanentes e profundas de compreensão, Waldrup et al. (2010) sugerem a coordenação de conceitos estudados em diversas formas de representação, em uma perspectiva de multimodalidade de representações para favorecer apreensões conceituais.

A multimodalidade é um programa de pesquisa para a aprendizagem de ciências, com o foco na utilização de diferentes formas de representação e discursos, em sua representação oral ou escrita (LEMKE, 2003; PRAIN; WALDRUP, 2006) com o objetivo de criar variações e incorporar dentro de um discurso vários modos de representação. Assim, a linguagem seria configurada por esses dois tipos básicos de representação, alinhados a uma investigação de como as variantes discursivas apresentam-se, com o objetivo de aprender ciências. Dentro desse programa de pesquisa, Mortimer e Machado (2000), com foco no discurso oral, propõem uma alternância entre um gênero dialógico com o de autoridade, objetivando a produção e conflito de argumentos, para clarear e aprofundar as elaborações científicas.

Entre os estudos que abordam o conteúdo científico em relação ao discurso verbal escrito, destacamos o de Nigro e Trivelato (2010), que compara a leitura de estudantes do colegial em relação à interpretação de textos de divulgação científica em comparação a uma forma livre. O estudo indica, que ao interpretar os textos, o próprio tipo de gênero influencia em como os estudantes o compreendem. Realizando uma análise de textos de genética, Nascimento e Martins (2005), têm como objetivo ressaltar as relações entre os discursos subjacentes ao texto e os sentidos construídos pelos estudantes. As autoras apontam que a inserção da genética nos textos didáticos tem forte influência midiática das pesquisas noticiadas e que o sentido atribuído pelos estudantes aos conceitos também têm essa interferência. Também salientam que polêmicas, como o conceito de gene, não aparecem e que a História da Genética surge somente em caráter ilustrativo. Um discurso “implícito” ali está contido, sem problematizações.

Ainda dentro da análise escrita, ressalta-se o estudo de Fang (2006) que descreve as distinções entre a linguagem da ciência escolar e a fala cotidiana, assim como discute estratégias para que exista uma leitura compreensiva da linguagem científica. Para Fang (2006), a apropriação de uma linguagem relaciona-se com a capacidade de interpretar, ler e escrever dentro da própria cultura, e no caso indicado, a linguagem científica. Por fim, precisamos considerar que a apropriação de um conteúdo, não necessariamente, significa adotar tal conhecimento como visão de mundo, já que a visão de mundo conflituosa mantém-se, como apresentando no estudo de Sepulveda e El-Hani (2006) com estudantes protestantes, em que mesmo com uma apropriação formal do conteúdo científico, tais fenômenos só tinham utilidade para o próprio contexto da sala de aula.

Para se apropriar de uma linguagem científica e utilizá-la para a construção de saberes, é necessário delimitar sua diferença com a linguagem rotineira, já que a linguagem científica contém características léxicas, semânticas e sintáticas próprias, além de denotar significados, funções e elementos específicos (OLIVEIRA; MUNFORD, 2014). Os autores ainda argumentam em conjunto com Fang (2006), sobre a diferença elementar entre a fala cotidiana e a científica. A fala cotidiana seria mais dinâmica e relaciona-se com sujeitos que interagem com ações e processos, já a linguagem científica trabalha de modo conjunto com conceitos abstratos e densos,

e em particular na biologia, por muitas vezes os conceitos são polissêmicos. A indicação geral de Fang (2006) é de que os estudantes entendam quais são os pressupostos da linguagem científica e o que se difere de uma fala cotidiana.

1.2 As atividades de tratamento

Para Duval (1999), a língua, a escrita, as representações algébricas e gráficas são signos, tratados como registros de representação semiótica, possuindo uma função primária de comunicação, mas também de objetivação e representação de dado conteúdo. Duval considera que toda apreensão conceitual, de um conteúdo ou de um objeto, ocorre em consonância com a produção de uma representação semiótica (DUVAL, 1999). Mais do que uma técnica pedagógica, a representação dos conceitos é necessária para a compreensão do próprio conceito. Assim, a apreensão do objeto de estudo em si, depende da *noésis*, apreensão conceitual de um objeto, e da *semiósis*, ato de produção de uma representação semiótica (DUVAL, 1999). Desse modo, não existe nenhuma forma de compreensão de um conteúdo sem que exista uma determinada forma de representação deste mesmo conteúdo, sendo que a produção da representação deve acontecer ao mesmo tempo em que a apreensão.

Quando Vygotsky (2009) enfatiza que o ensino direto dos conceitos se mostra pedagogicamente estéril, como uma assimilação vazia de palavras, esse tipo de ensino pode gerar falsos resultados por imitação, em que o conceito científico só se adequa ao contexto da própria sala de aula e o aprendiz não consegue relacioná-lo aos fenômenos do mundo. Desse modo, o discurso pode ser repetido, mas não internalizado. Essa análise encontra correspondência com Duval (1999), em que a objetivação é constituída de representações mentais novas acompanhadas de produções semióticas, mas alerta que é possível existir expressão de certo conteúdo sem nenhuma objetivação, fazendo com o que o sujeito apenas imite as representações. A teoria da semiótica tem um foco nas relações entre representação e representado e a teoria de Vygotsky versa sobre como discursos exteriores aos indivíduos são interiorizados. A partir da multimodalidade, e com foco na representação do discurso verbal escrito, como podemos explorar e coordenar ao máximo tais representações para fins de aprendizagem científica? Esses são os três pressupostos teóricos articulados no presente trabalho.

Duval, em consonância com a perspectiva elementar da multimodalidade, considera que o processo de apreensão conceitual (noésis) de um objeto também depende da capacidade de expressá-lo em diferentes tipos de representação semiótica. A transposição dos dados de uma tabela para o gráfico, ilustrar e colocar em correspondências frases ou palavras são exemplos de um mesmo conteúdo apresentado em diferentes representações semióticas (DUVAL, 1999). Para o processo de produção de representações, são consideradas três atividades inerentes à semiósis: a formação, o tratamento e a conversão. Toda representação semiótica segue regras próprias, sendo que sua estrutura forma um signo com capacidade de comunicação, definido socialmente.

A formação de uma representação semiótica respeita regras próprias, que são definidas convencionalmente, para que o signo possa ser reconhecido no meio social. Com isso, é possível que a representação seja percebida, identificada e, assim, o aprendiz pode extrair o conceito representado e internalizá-lo cognitivamente (DUVAL, 1999)

A atividade de tratamento é uma propriedade transformar internamente a representação de um dado registro semiótico, sem alterar suas características iniciais. Conforme determinados procedimentos de resolução de exercícios, o tratamento pode ser considerado como uma expansão, uma alteração da informação mantida em um mesmo registro semiótico. Considera-se como exemplos de tratamento o manejo de dados internos na realização de cálculos dentro de um mesmo sistema e a paráfrase que reformula um conteúdo e o substitui na própria língua natural (DUVAL, 1999)

Já a conversão consiste em uma propriedade de transformar a representação de um objeto, de uma situação ou de uma informação dada em outra representação distinta desse mesmo objeto ou informação (DUVAL, 1999). A conversão ocorre pela mudança de um sistema semiótico para outro e que, necessariamente, envolve dois registros semióticos distintos. Para o autor, a conversão representa atividade de fundamental importância para o conhecimento, porque ela possibilita, ao aprendiz, a troca de registro de representações e, conseqüentemente, processos de compreensão conceitual. Uma análise das conversões dentro do Ensino de Ecologia, foi feita por Perucci et al. (2012), em que uma simulação de cadeia

alimentar foi convertida em gráficos e tabelas, e depois, perguntas foram realizadas para interpretar e expandir as informações ali contidas. Na conclusão do trabalho os resultados apontam que o aumento e a não congruência dos elementos resultam em maior dificuldade.

Um discurso surge como uma forma de comunicação e só depois como atividade de reflexão interior (VYGOTSKY, 2004) em que um aprendiz aprende a verificar os pressupostos de seu pensamento. Assim, para Vygotsky (2004), a função de comunicação, dentro de uma etapa livre e desprendida, é gradualmente substituída por momentos conceituados, em que essa fala encontra correspondência com determinados esquemas lógicos e de razão exteriores a ela, internalizados.

Utilizando a categoria de Duval, o plano de expressão, a *semiósisis* passa a se relacionar mais intimamente com o plano das representações mentais (DUVAL, 2006), do conteúdo, das apreensões conceituais, da *noésisis*. Para Luria (2010), esse momento da substituição da fala livre e comunicativa para uma etapa de aprendizado conceituado não é espontâneo, faz com que seja exigido criar estratégias de internalização do discurso. Com o objetivo da integração de diferentes tipos de representação, Lemke (2003) sugere a utilização de variadas formas de representação visuais, símbolos, figuras com o intuito de resolver problemas de uma forma, que provavelmente não poderiam convenientemente ser resolvidos de outra. Assim, certo evento científico exposto de um modo puramente verbal só poderia ser apropriado ao combinar-se com outras formas de representação. Para existir compreensão de dado conceito, um estudante precisa reconhecer que um mesmo conteúdo pode ser representado de formas distintas e ainda compreender que se refere ao mesmo fenômeno (WALDRIP; PRAIN; CAROLAN, 2010). De acordo com Jaipal (2010), articular os diferentes modos de representação é condição essencial para uma apreensão mais profunda, já que o significado não se localiza em uma representação exclusiva, mas está diluído em distintas representações. Assim, indica-se o uso e o enriquecimento de diferentes tipos discursos.

Duval (1999), explana que a conversão e o tratamento interno dos registros semióticos são vistos por vezes durante o processo de aprendizagem como algo natural e simples de ser realizado. Assim, dentro dessa perspectiva, sempre que as atividades solicitadas envolverem tratamentos, uma maior atenção do professor é

necessária. Nas funções de tratamento do registro, quando correm transformações de conteúdo dentro de um mesmo registro de representação, são considerados por Duval (1999) de duas formas: os chamados “quase-instantâneos” e os tratamentos “intencionais”. O primeiro é efetuado quando um sujeito tem imediatamente consciência de todas as significações (DUVAL, 1999), podendo ser realizados sem se importar com a quantidade de elementos a integrar, ou seja, indiferentes à quantidade de informação anterior. Já os tratamentos intencionais precisam de um controle consciente do sujeito, uma vez que demanda a integração de dados novos aos que já estavam anteriormente marcados em sua consciência. Quando são apresentados elementos novos, o sujeito necessita integrar em sua estrutura cognitiva as possibilidades abrangentes e contingenciais daquele conceito. Precisa exprimir o quanto é válida a sua extensão e associação com outros elementos. É preciso então muita atenção quando elementos novos são inseridos no processo de aprendizagem, para que não sejam integrados na atividade de tratamento com uma significação diferente da intencionada, pois para o ensino de Ciências, é perceptível a grande variedade dos temas relevantes em Ecologia que utilizam signos, como figuras, esquemas, pirâmides, tabelas e gráficos, que são representações semióticas (ROSA-SILVA; LABURÚ, 2010)

Ao utilizar as representações semióticas em uma perspectiva multimodal de aprendizagem, é importante considerar os tipos de tratamento (intencionais ou quase-instantâneos) e as conversões para elaborar a estratégia de aprendizagem intencionada. A quantidade de elementos que são integrados, quais são novos e os que estão apreendidos anteriormente, se os símbolos são novos ou apenas familiares, precisam ser considerados para que existam reconhecimento e contexto mais favorável para a apropriação de conteúdo. É justamente o uso intencionado das transformações semióticas que podem construir conexões mais profundas (STEINBRING, 2006).

1.3 O signo e suas funções na linguística saussuriana

A semiologia saussuriana possui como base epistemológica o estruturalismo. É uma teoria a respeito da natureza dos signos e dos seus modos de constituição. A linguagem é vista como algo anterior à origem do sujeito, que surge no mundo com regras e modos já pré-estabelecidos, com uma essência institucional, mesmo que o

sujeito se considere livre na sua utilização. Para Barthes (1972), Saussure considerava a linguística como um ramo de uma teoria geral dos signos, que incluiria sons, gestos e qualquer sistema de significação, que intenciona dar um conteúdo a algum fenômeno.

De modo geral, a língua é considerada um rol de termos que estão associadas a uma série de coisas. Saussure atenta que essa visão é muito ingênua, pois supõe que existam ideias anteriores às palavras (SAUSSURE, 2012). O pressuposto básico é que a língua é um sistema de signos que se relacionam com as ideias de forma complexa, criando sistemas de significação. O signo, então, seria constituído por uma dupla face: por um conceito e por uma imagem acústica. A representação da palavra e um veículo físico da própria palavra são associados em nosso cérebro, pois não se trata apenas de algo unicamente físico, mas a “marca psíquica desse som” (SAUSSURE, 2012).

A união entre a parte física do signo, seu significante, com o conteúdo do signo, seu significado, é arbitrária. Não há qualquer ligação natural, sendo ela própria do signo linguístico. Não é arbitrário na perspectiva do “sujeito falante” (SAUSSURE, 2012), pois ele depende da comunidade de falantes que se insere para se fazer entendido, ou seja, para que aquela palavra possua significado dentro do contexto que deseja, sendo o sujeito impotente perante a comunidade. O significado de alguma coisa ou plano de conteúdo como define (BARTHES, 1972), é a representação psíquica da coisa. Para Saussure (2012), o significado de “boi” não é a palavra boi, mas sim sua imagem psíquica. O significante é o mediador material do significado, os sons, as palavras etc. sendo a associação entre um som e a representação fruto da educação coletiva (SAUSSURE, 2012).

Não existe a junção do significado e do significante em um sistema de significação, unindo ambos em dado momento, pois significado e significante são propriedades inseparáveis. Não se concebe um significante puro, nem um significado destituído de algum veículo material (SAUSSURE, 2012). Assim, a união dos dois depende de um significado que deriva de um significante e o significado depende de algum significante anterior para que seja possível uma imagem psíquica dele. Santaella (2001) diz que o traço mais característico do signo linguístico está em sua arbitrariedade e convencionalidade, assim, a palavra não é uma “coisa”, ela

afeta a conduta dos pensamentos da pessoa como regra. A linguagem tem um caráter social e ao mesmo tempo individual de seu uso, já que seus significados são compartilhados por um grupo de falantes e ao mesmo tempo cria significações particulares. Um signo, então, pode ser essa unidade constitutiva, coletiva e bem determinada, e ao mesmo tempo possuir alto grau de particularidade de seus significados, sem fronteiras definidas (SANTAELLA, 2001).

Outra característica da linguagem é sua linearidade. A linguagem articula de modo combinado eixos verticais, associativos (paradigmas) e os eixos horizontais e extensivos (sintagmas), produzindo cada um desses eixos formas mentais necessárias ao discurso (BARTHES, 1972). O caráter linear da fala impede que dois signos sejam repetidos ao mesmo tempo, seus significantes aparecem como uma linha com os elementos formados um após ou outros (SAUSSURE, 2012). Derivado dessa característica, a linguagem através da escrita mostra-se no espaço ao longo de uma linha (RODRIGUES, 1991).

A estrutura da linguagem do eixo sintagmático é a combinação de signos com uma disposição sequencial. Ao expressar “O cavalo é muito rápido” existe uma sequência da ação para esta sentença que exprime uma mensagem dentro de determinados limites lógicos. É possível articular “Muito rápido é o cavalo” ou “É muito rápido o cavalo”, mas torna-se ilógico e sem sentido uma expressão como “Muito cavalo o é rápido”. O sintagma Há um encadeamento no sistema falado que exprime essas possibilidades (COELHO NETTO, 2003). O sintagma age sob a lógica da contiguidade, do arranjo de palavras, das suas combinações possíveis para formar o significado.

Para o eixo paradigmático a construção da linguagem advém de um esquema associativo, em que cada unidade significativa (monema) possui um repertório que se encaixa conforme o eixo extensivo aumenta. Assim, no exemplo anterior, cavalo poderia ser substituído por “égua”, “coelho” ou “cachorro” e o adjetivo ser alterado para “velho”, “lento”. O paradigma se constrói através de representações possíveis de serem conectadas ao construir uma frase e essas unidades significantes se associam na memória criando um repertório (BARTHES, 1972). O eixo paradigmático age sob a lógica de similaridade, do repertório de significados e das associações por semelhança.

A língua apresenta diversas unidades independentes como: “sim”, “não”, obrigado, (SAUSSURE, 2012), mas, via de regra, não conseguimos exprimir ideias complexas a partir de unidades simples. O todo de uma frase vale pelas suas partes, assim como suas partes têm um valor em virtude da significação de seu todo (SAUSSURE, 2012). Portanto, surge uma relação recíproca entre cada elemento individual de uma frase com o significado geral da mesma. Uma expressão é geralmente uma massa de signos articulados, em grupos de signos, que são organizados em unidades maiores (frases, parágrafos) que também são signos. Uma frase qualquer, necessariamente é a relação entre os eixos associativos verticais com seus eixos extensivos e horizontais. A semiologia saussuriana elevou a linguística para um estudo em que os indivíduos se comunicam por signos com uma estrutura, mesmo que seja de forma inconsciente. A compreensão das formas de constituição dos enunciados se torna um referencial essencial para compreender como os indivíduos formam e desenvolvem os conceitos, nos seus planos de expressão e em suas imagens psíquicas dos conteúdos.

1.4 O uso e fundamentos da paráfrase e das associações na aprendizagem de ciências

Em uma apreensão ampla, o signo pode ser compreendido como um enunciado científico altamente complexo, composto de uma série de signos. A compreensão de um signo normalmente requer a revisão constante de termos e de seus significados em variadas aplicações. A significação de um enunciado não é apenas a união de seus termos ou a reapresentação mais ou menos exata de seus monemas elementares. A relação entre os signos que constituem esse enunciado é mais problemática do que isso (LABURÚ; BARROS; SANTOS, 2013).

Na aprendizagem em si, evidenciamos agora o uso das relações paradigmáticas e sintagmáticas como uma estratégia de ensino. Através delas, intenta-se construir um aprofundamento conceitual dos aprendizes, com uma possibilidade do professor acompanhar o modo que um estudante conceitua determinado conteúdo. Portanto, quando o estudante é solicitado a executar operações linguísticas dentro desses eixos, considera-se como uma atividade semiótica de tratamento, as análises sintagmáticas e paradigmáticas correlacionando-as com o que Voloschinov (1992) intitula de compreensões

genuínas. Os usos dessas análises seriam uma etapa do processo de aprendizagem e ensino, que induz o estudante a compartilhar respostas orientadas em relação aos enunciados que lhe foram apresentados.

Ao focar-se no discurso verbal escrito e utilizar-se de estratégias de aprendizagem fundamentadas no tratamento dos registros semióticos, a modificação nos eixos paradigmáticos e sintagmáticos pode ser utilizada para atividades oportunas de reconstrução dos enunciados científicos. No eixo sintagmático, o estudante por contraste, exclusão lógica e reconhecimento das unidades significantes, pode modificar o registro inicial ao realizar uma paráfrase, que mantém o mesmo significado geral do conceito. Assim, um enunciado científico já estabelecido pode não apenas ser copiado ou memorizado, mas estimulado em suas relações lógicas para que se expressem suas possibilidades, evidenciando as contingências das formas adequadas de expressão. Wenzel (apud. HILGERT, 1997) designa de paráfrases reconstrutivas as que refazem um dado conteúdo mantendo suas equivalências semânticas. Esse tipo de paráfrase pode ser utilizado por um ouvinte para reformular o enunciado de outra pessoa, com o uso de outras palavras, ampliando as capacidades de compreensão.

Paralelamente, o eixo associativo paradigmático evidencia o repertório do estudante para cada termo utilizado, ou seja, mostra quais relações de similaridade podem ser expressas, desde conceitos equivalentes até exemplos particulares. A linguagem científica exige do estudante outro repertório de palavras, que por vezes, não podem ser associadas ao seu uso cotidiano.

O uso de uma estratégia didática que envolva associações e paráfrases parte de um processo de aprendizagem que compartilhe significados, dentro de uma resposta cientificamente equivalente ao original. Bakthin (1983) indica que a autonomia do discurso provém dessa relação entre significados, e parece ser correlato, com a ideia geral de apropriação de Vygotsky (2004), sobre a fala genuína que necessita internalizar conceitos, para que não sejam apenas repetidos ou imitados.

O trabalho de Sant'Anna (1985) indica que a paráfrase é a história da invenção e da descontinuidade, e não da repetição, pois o corte e a ruptura são marcas dos

estudos que marcam diferença entre o velho e o novo e acrescentam algo ao que já foi construído. Nesse sentido, a paráfrase é constituinte do desenvolvimento das ideias, que aumentam e dialogam com novos sentidos ao invés de imitá-los.

Com a necessidade de reformular conteúdos ao explicá-los de outra forma para que se tenha um melhor entendimento, a paráfrase é comum nos trabalhos científicos e seu desenvolvimento exige a construção e diálogos com o que já foi produzido em dado campo do conhecimento. Medeiros (2006) indica que a paráfrase é essa reconstrução, a tradução de palavras para outras mantendo um sentido equivalente, desde que se mantenham as ideias originais.

Para este autor, existem cinco tipos de paráfrase: a reprodução, o comentário explicativo, o resumo, o desenvolvimento e a paródia (MEDEIROS, 2006). A reprodução é o ato de reescrever de modo direto ou indireto ideias literais de um texto com palavras distintas; o comentário explicativo é usado para argumentar e reexplicar ideias de um texto original; o resumo como uma condensação dos conteúdos tratados; o desenvolvimento como um modo de expandir o conteúdo do texto, ao associar ideias novas e exemplos e a paródia como uma forma de satirização.

Fuchs (1982) faz caracterizações das paráfrases através de uma perspectiva linguística. Indica que a paráfrase pode surgir na consciência de um sujeito ao identificar frases com um mesmo significado e compará-las. Também aparece como a atividade do sujeito na qualidade de um exercício de interpretação e reformulação, e ao mesmo tempo, atividade de produção do enunciado de um texto-fonte que modifica e o recria.

Outra caracterização de Fuchs (1982), a respeito da paráfrase, é a relação entre um novo enunciado com sua fonte ao equivaler uma situação dada dentro da dimensão sintagmática do discurso, ou seja, a integração entre todos os enunciados em uma oração. A dimensão paradigmática se apresenta no momento em que a paráfrase apresenta relação entre os conteúdos equivalentes da língua.

Com essas definições, a autora delimita três perspectivas de estudos da paráfrase. A formalista toma as questões lógicas, se a paráfrase tem termos de equivalência em relação ao conteúdo original. A segunda é a da sinonímia, com o

intuito de verificar se há relação de sentido ou apenas proximidade semântica. Por último, a terceira proposta é a paráfrase como reformulação e interpretação, no sentido de verificar que se ao articular o discurso com vias de reformulação, o conteúdo original continua previsível mesmo depois de ser parafraseado.

As considerações de Pêcheux (1997) sobre a paráfrase apontam dois elementos: a base linguística e o processo discursivo. O processo discursivo designa um sistema de relações de substituição, paráfrases, sinonímias etc., que funcionam entre elementos linguísticos significantes, dentro de determinada forma discursiva (PÊCHEUX, 1997). Para uma substituição equivalente que mantenha o sentido na formação discursiva, considera possível substituição orientada, na qual a relação entre o texto original e a paráfrase não seja a mesma, embora equivalentes (PÊCHEUX, 1997).

O que é comum a esses autores e proveitoso para a aprendizagem de ciências é a perspectiva das paráfrases e associações para reconstruir conceitos de outra forma. Nas palavras de Duval (1999), isso seria realizar um tratamento do registro semiótico escolhido, ao modificar conceitos e enunciados chave em uma estratégia de ensino. A paráfrase do conceito, poderia se aproximar do que Bakhtin (1983) chama de compreensão genuína, ao reconstruir o enunciado dentro de seu campo conceitual e construir condições favoráveis para internalizar o discurso.

As atividades que se utilizam da modificação do registro escrito, usando os eixos sintagmáticos e paradigmáticos, estão em consonância com as propriedades de tratamento descritas por Duval. Portanto, apesar da importância de variar as representações (PRAIN; WALDRIP, 2006), o trabalho opta por avançar no modo verbal escrito de representação apenas. Consideramos que o emprego mais eficiente em enunciados científicos desta estratégia visa contribuir com os programas de pesquisa em multimodalidades, por destacar maneiras originais de trabalhar as representações escritas dos estudantes.

Os critérios da paráfrase, que estabelecem relações semânticas equivalentes entre o enunciado inicial e o final, baseiam a forma com que os aprendizes possam ser criativos e simultaneamente resguardar critérios científicos válidos. Com critérios objetivos de modificação dos registros, esta estratégia de aprendizagem visa uma

objetivação e produção de representações que construam paráfrases autênticas e associações genuínas, com o intuito de que o professor não seja iludido por representações imitadas e não apropriadas.

Capítulo 2 – A Ecologia como Ciência e conteúdo do Ensino Médio

2.1 A Relevância do Ensino de Ecologia

O temário de ecologia e meio ambiente ganhou notoriedade durante o século XX, ao se estruturar como um campo científico e político de contestação do modo de utilização dos recursos naturais do nosso planeta, antes visto como infinitos. O ensino de ecologia tem grande relevância nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de ciências naturais (BRASIL, 1997), ao objetivar que o estudante seja capaz de interpretar e lidar com as transformações da humanidade, com uma posição eticamente ativa e de valorização da vida. Já imiscuído de uma visão ampla, o PCN de Meio Ambiente (BRASIL, 1997) é construído como um tema transversal, com o intuito de articular diversos campos do conhecimento em torno da temática, escapando a uma visão unilateral e técnica de abordagem da ecologia como única representante autorizada das questões ecológicas.

Ao mesmo tempo em que os PCN's são um importante passo para destacar e organizar o conteúdo de Biologia em uma visão que supere o ensino tecnicista, a criação de temas geradores com intensa valorização de competências e habilidades ocorreu em dano a uma abordagem mais aprofundada de conteúdo dos temas essenciais (PARANÁ, 2008). Assim, sem desconsiderar a necessária articulação com temas “da vida do estudante”, compartilhamos da crítica feita pelas Diretrizes Curriculares do Paraná, que apontam potenciais esvaziamentos de conteúdo, com os conceitos básicos e elementares das ciências apresentados de forma reducionista (NARDI, 2002).

Um ensino que se oriente pela construção histórica de cada disciplina e suas divisões, certamente manifesta desafios pela extensão do conhecimento gerado em cada área. A avaliação de Krasilchik (2004) é de que a biologia passou de uma ciência que descrevia fenômenos e conhecimentos qualitativos para um campo de conhecimento com leis gerais, o que aumenta suas dimensões. Com esse tipo de desafio em vista, saber o que é necessário ensinar com um exíguo currículo no que se refere aos conteúdos conceituais (ZABALA, 2002), o conteúdo da dinâmica dos ecossistemas ganha relevo, por sua necessária apreensão para um entendimento

das relações entre os seres vivos, como eles obtêm energia e sua interdependência com o meio ambiente. É um conteúdo essencial para valorizar a diversidade biológica e uma postura ativa para a manutenção homeostática dos ecossistemas.

2.2 A Ecologia como ciência

Os conceitos de matéria e energia foram desenvolvidos durante o século XX, por uma série de autores que integrados, desenvolveram os conceitos elementares desse campo da ciência.

Um dos primeiros conceitos que nortearam um novo campo para a ecologia é o de Elton, em que discutia a diferença em que os organismos toleram as variáveis do ambiente e a forma com que os seres se relacionam, em uma perspectiva funcional da nutrição, em teias alimentares (ODUM; BARRETT, 2007; RICKFLESS, 2003). Na mesma década, Tansley argumenta que vegetais e animais, mais os fatores ambientais, são unificados em uma categoria, o ecossistema, como unidade fundamental de análise do ambiente. Essa visão apresenta a dependência dos seres vivos com o meio físico e as alterações no meio físico derivadas dos organismos. (RICKFLESS, 2003)

Na década de 40, o ecólogo Lindeman unifica as definições de teia alimentar e ecossistema com um foco nos nutrientes inorgânicos que entram e saem da cadeia alimentar, como indicadores mais úteis para a expressão de ecossistemas (RICKFLESS, 2003; TOWNSEND; MICHAEL; JOHN, 2003). O bioquímico Lotka integrou os princípios da termodinâmica dentro das comunidades, em que a lei da entropia versa na impossibilidade de qualquer transformação espontânea de energia com 100% de eficiência (ODUM; BARRETT, 2007). Essa ideia faz com que as teias alimentares sejam regidas por uma sequência de perda de energia nas trocas entre seus componentes. Por fim, Odum integrou esses conceitos em considerar as cadeias alimentares como fluxos de energia e matéria, com a energia diminuindo por causa da respiração e compostos não digeridos e os nutrientes sendo reciclado, assumindo formas orgânicas e inorgânicas dentro dos ecossistemas (RICKFLESS, 2003). A ecologia, então, pode ser subdividida em campos mais específicos de estudo, como ao delimitar o conjunto de indivíduos de uma mesma espécie que ao viverem em uma área delimitada compõem uma população em um determinado

tempo (MILLER JUNIOR; SPOOLMAN, 2012), assim como o conjunto de populações de uma área geográfica compor uma comunidade (ODUM; BARRETT, 2007) ou na definição de Rickfless (2003) de que a comunidade é a associação de populações interativas.

Especialmente a partir dos anos 60, a ecologia passa a ser fortemente associada com a ideia de ecossistema e rapidamente tem seus principais conceitos popularizados em relação à temática ambiental (GOLLEY, 1993) com uma aliança entre os conceitos desenvolvidos na academia, somado a um vigoroso movimento estudantil da época, o que Golley denomina de um acelerado desenvolvimento do conceito. Nesse mesmo período, autores como a Rachel Carson com a Primavera Silenciosa e Garret Hardin com a Tragédia dos Comuns, simplificaram e popularizaram os conceitos de ecologia (HANNIGAN, 1995) e conseguiram um grande espaço para as questões ambientais. A ideia de que os ecossistemas são auto-regulados, integrados e em equilíbrio, possui uma imensa ressonância no movimento ambientalista. A visão compartilhada de que a humanidade faz parte da natureza e as defesas de um equilíbrio da mesma apresentam-se como uma posição frente à crise ambiental, que influencia a ideia de Odum de que os ecossistemas e os ciclos biogeoquímicos são influenciados pela atividade humana (GOLLEY, 1993). A argumentação de Hannigan (1995), é que a ecologia foi transformada de um modelo científico de compreensão das comunidades e plantas para uma forma de organizar a mensagem moral de relação com a natureza, adquirindo uma forma mais política, criando a junção da ecologia como uma forma de ativismo social. Dentro dessa perspectiva, a ecologia mantém-se em uma duplicidade discursiva, que é apresentada como ciência, mas também enquanto uma postura política de manutenção da homeostase do nosso planeta.

Sem dúvida, ao ensinar conceitos de ecologia em consonância com os PCN's (BRASIL, 1997) e as Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná (PARANÁ, 2008), exige-se construir uma relação entre os conteúdos conceituais da ecologia que promovam mudanças de comportamento frente a relação com a natureza. Em outras palavras, a própria história da ecologia para sua consolidação como Ciência, da conceituação científica até um comportamento engajado, parece se articular intimamente com a concepção de conteúdos conceituais e atitudinais de Zabala

(2002), em que uma dimensão do conteúdo também se articula com a sua dimensão prática, em que se modificam comportamentos. O presente trabalho se circunscreve exatamente nessa medida: em como utilizar-se da linguística para propiciar a apropriação de conteúdos-chave de ecologia, focando-se em um aspecto conceitual, mas sem desconsiderar a necessidade de uma tomada de posição frente aos efeitos que a humanidade promove nos ecossistemas.

2.3 Aspectos gerais da transferência de energia e matéria na cadeia alimentar

Como recorte do trabalho, as aulas ministradas foram focadas na transferência de energia nas cadeias alimentares e em como as populações de seres vivos interagem com base na necessidade de obter energia para suas atividades metabólicas.

Partimos do princípio de que todo o funcionamento do conjunto de organismos da Terra depende do nível de produtividade que os vegetais alcançam. Essa produtividade consiste na capacidade do conjunto de produtores em transformar a energia luminosa em energia potencial para o consumo de toda cadeia alimentar. (TOWNSEND; MICHAEL; JOHN, 2003). A produtividade do planeta varia em tendências latitudinais, sendo menores nas florestas temperadas e boreais e maiores nas florestas tropicais. A radiação solar se apresenta como maior fator limitante para a produção nesse caso. Ao falar de ecossistemas aquáticos, a produtividade diminui conforme mais se afasta da plataforma continental, sendo o maior recurso limitante os nutrientes disponíveis, como o nitrogênio (RICKFLESS, 2003)

Para utilizar a energia luminosa produtivamente, as plantas, algas e algumas bactérias são capazes de utilizar carbonos oxidados de baixa energia, produzir e transformá-lo em um carbono reduzido de alta energia. Os organismos fotossintéticos são capazes de absorver luz por pigmentos especiais, as clorofilas, e utiliza a energia solar para oxidar a água, liberando oxigênio para reduzir carbonos e produzir açúcares (TAIZ; ZEIGER, 2013). A energia total assimilada pela fotossíntese é chamada de produtividade primária bruta. Para o seu crescimento, manutenção e reprodução, parte dos carbonos reduzidos são continuamente utilizados e convertidos em energia utilizada produtivamente pela planta. Parte

dessa energia é continuamente perdida para o ambiente de acordo com a entropia pela ineficiência da conversão de energia luminosa em energia química potencial (TOWNSEND; MICHAEL; JOHN, 2003). A produtividade primária líquida é a quantidade de energia disponível pela planta que pode ser consumida, ou seja, tudo que excedeu seu uso respiratório (ODUM; BARRETT, 2007). A importância da velocidade de produção das plantas em determinado ecossistema é importante, pois implica em conhecer a quantidade de energia disponível (RICKFLESS, 2003).

Para a transferência da energia contida nas plantas existem diferentes eficiências na assimilação do recurso. No consumo dos produtores, boa parte da biomassa consumida pelos herbívoros não consegue ser digerida. Chamamos de produtividade secundária a taxa de armazenamento de energia nos consumidores (ODUM; BARRETT, 2007). Os consumidores utilizam materiais que já sofreram perdas respiratórias e como apenas captam energia já preexistente, sua produtividade é designada como assimilação e não produção (ODUM; BARRETT, 2007). Devido ao tipo de característica dos tecidos vegetais, alguns muito resistentes à digestão, a assimilação dos herbívoros é aproximadamente um décimo da produtividade primária na qual ela se assenta (TOWNSEND; MICHAEL; JOHN, 2003). Isso é devido também a série de fungos e bactérias decompositoras e aos detritívoros que se alimentam de maneira orgânica morta. As fezes dos herbívoros são mais ricas em matéria orgânica do que a dos carnívoros, sustentando uma maior comunidade de decompositores e detritívoros (RICKFLESS, 2003). A eficiência da assimilação depende diretamente da dieta. Insetos são mais difíceis de serem digeridos do que vertebrados, pois seus exoesqueletos rígidos constituem uma proporção maior do que pelos, penas e escamas dos animais (RICKFLESS, 2003). Dentro dos animais vertebrados, os mais ativos, homeotérmicos possuem uma eficiência líquida mais baixa, pois precisa gastar muita energia na manutenção da temperatura, em circulação sanguínea e em sua movimentação. Animais heterotérmicos, em especial os sedentários, conseguem direcionar até 75% da sua obtenção de energia em crescimento e reprodução (RICKFLESS, 2003).

Para medir a quantidade de energia que passa de um nível trófico para o outro, como eficiência da transferência trófica total, precisamos relacionar a eficiência do consumo, da assimilação e da produção. O consumo, é a quantidade de matéria

orgânica em potencial que é ingerida pelos herbívoros e por todos os outros consumidores. A assimilação é a quantidade de energia absorvida pelos intestinos e utilizada como trabalho ou incorporação no crescimento. Por fim, a produção é a quantidade de energia finalmente incorporada à biomassa, já descontadas a ineficiência de conversão e o que foi perdido como calor respiratório (TOWNSEND; MICHAEL; JOHN, 2003). Com isso, cerca de 5% a 20% do total de energia produzida passa de um nível trófico para outro (RICKFLESS, 2003).

Toda a matéria orgânica não digerida e toda a comunidade biológica que morre, passa por um processo de consumo por seres decompositores e detritívoros. A decomposição geralmente se inicia com as bactérias e fungos porque seus esporos são frequentes no ar e na água. Alguns decompositores também são especialistas em tecidos difíceis de digerir, como celulose e lignina, que demoram mais para disponibilizar novamente seus nutrientes na cadeia alimentar (ODUM; BARRETT, 2007).

Vários animais invertebrados participam da decomposição de animais e vegetais mortos ao se utilizar desse tipo de energia. É um grupo heterogêneo definido como detritívoros, pois são pertencentes a várias classes. Os detritívoros contribuem para aumentar a velocidade de decomposição ao reduzir o material decomposto em partículas menores, fazendo com que suas excretas sejam reaproveitadas por outros decompositores (TOWNSEND; MICHAEL; JOHN, 2003).

Por fim, os decompositores retornam um carbono de baixa energia e oxidado para a atmosfera, que pode ser recapturado pelos produtores para reiniciar seu ciclo como molécula orgânica energética. Outros nutrientes retornam as formas inorgânicas e são reabsorvidos pelas plantas e algas por outras vias, como o nitrogênio, consequência do metabolismo de bactérias que fixam nitrogênio. Diferentemente da matéria, uma vez perdido, o calor não pode ser reciclado, pois é dissipado para a atmosfera. Assim, a existência de vida na Terra só é possível pelo contínuo suprimento de energia solar que garante nova fonte para que os produtores continuem a reduzir carbono através da fotossíntese.

Apenas considerando os conteúdos conceituais designados para o ensino de ecologia no ensino médio, podemos afirmar que temos um vasto campo de estudo.

Somente o recorte de cadeias alimentares e transferência de energia possui grande densidade em um contexto de um currículo grande com apenas duas aulas semanais, em geral. Assim, a prática didática proposta no trabalho, necessariamente, precisa delimitar um campo específico para a aprendizagem no ensino médio e refletir sobre as possibilidades práticas que os professores têm de aplicá-la na prática docente, no chão da sala de aula. O desenvolvimento da ideia de usar eixos linguísticos para propiciar apropriações genuínas pelos estudantes, foi acompanhado de uma reflexão do trabalho concreto que os professores executam e a distância que certas práticas didáticas, longas e detalhadas, são propostas na academia, mas sem reflexo para a Educação Básica. Portanto, a constituição da prática exige que conceitos elementares de cada conteúdo sejam sintetizados em enunciados chave (algo rotineiro nas ciências), e esses conteúdos vitais demandem foco e tempo dispendido do estudante, com maior custo cognitivo em sua atividade.

Capítulo 3 Metodologia e Ambiente da Pesquisa

3.1 *A pesquisa e seu ambiente e encaminhamentos da Unidade Didática*

A presente pesquisa é descrita como qualitativa com cunho interpretativo, e tem como referencial o uso das relações associativas e extensivas da linguística, assim como a paráfrase, na análise das produções escritas em atividades de ecologia.

O trabalho tem um viés exploratório, que de acordo com Gil (1999), distingue-se por abordar, introduzir ou modificar conceitos para estudos posteriores. Há um único estudo publicado que utiliza as relações sintagmáticas e paradigmáticas (LABURÚ; BARROS; SILVA, 2013) na área do ensino de física. Esse tipo de prática não tem pares no ensino de Biologia. As aulas aconteceram no 3º ano do ensino médio de um colégio público de Londrina, em uma turma de 11 estudantes. A amostra recolhida para a análise foram de 5 estudantes, sendo o critério de escolha a participação integral nas três atividades.

A característica da sala era de um perfil mais quieto, com baixa participação espontânea e um reduzido número de alunos. Professores e professoras de outras matérias, em conversas paralelas relatavam um quadro semelhante a esse. Nesta escola, essa era a única turma de 3º ano do período matutino, reflexo da evasão escolar que afeta de forma geral o Ensino Médio.

Antes do planejamento das atividades, houve uma integração do conteúdo com o planejamento realizado pelo professor, sendo que os conteúdos de ecologia e cadeia alimentar e fluxo de energia foram trabalhados de modo paralelo, pelo professor da turma e pelo pesquisador. No total, foram dadas três aulas em um intervalo de três semanas, intercalando com as aulas do professor-regente da turma.

Os temas das aulas foram discutidos em conjunto, assim como as dúvidas apresentadas em pontos específicos em ambas às aulas. Não houve ajustes no planejamento do professor ao trabalhar esses conteúdos, de modo que nos conteúdos elencados para o ano, o pesquisador se integrou nos conteúdos que já eram esperados. O professor regente analisou de antemão a proposta dos enunciados e as considerou como razoáveis para o nível escolar exigido e posterior

produção dos estudantes. Cada aula que ocorria era comentada posteriormente (possuía uma hora-atividade logo depois) a respeito de dúvidas específicas dos estudantes, participação e percepções gerais, que serviam como um replanejamento das próximas atividades.

Antes do início das produções, houve um momento em que os estudantes se habituaram à proposta, com a preparação de uma atividade para se acostumar com o modo de associar com os termos e em como modificar os conceitos-chave.

A seguinte frase foi apresentada, a partir de um fato que realmente havia sido comentado durante a aula.

“Alguém disse que o professor pediu um trabalho sobre plantas”

Com esse exemplo, foram solicitadas associações a partir dos termos destacados em negrito da frase acima. Várias associações foram feitas, como “os estudantes” em lugar de “alguém”, “João” (nome do professor), “Professor de biologia” no lugar de “professor” e “plantas”, “vegetais” no lugar de plantas e assim por diante.

Ao desenvolver melhor a frase, expandindo sua informação, várias modificações foram realizadas pelos estudantes, levando em conta os termos que continuam equivalentes e o núcleo de significado do enunciado original.

“O professor de biologia solicitou ontem uma pesquisa sobre flores e insetos”.

Inicialmente, a proposta desta pesquisa se limitaria em propor alterações sintagmáticas (ou extensivas) nos conceitos-chave, com o intuito de analisar as variantes possíveis de serem construídas a partir das orações dadas. Mas, no momento de habituação da proposta, verificou-se que os estudantes conseguiam inverter as posições da oração de modo muito simples e quase irrefletido, o que não coadunaria com a proposição original do trabalho de promover um maior tempo e custo cognitivo em determinados conteúdos centrais. Em uma análise posterior do pesquisador, refletindo sobre a aula, verificou-se que a proposta necessitava ser alterada.

No intervalo entre a aula de habituação para o início da construção das atividades, houve uma alteração brusca na pesquisa, agora orientando os

estudantes a reescreverem livremente o conteúdo, desde que guardasse as semelhanças semânticas, executando paráfrases. Optou-se também por essa mudança por inferir que a atividade de inverter as posições da frase se mostrava um tanto tediosa, e a paráfrase demonstrava um potencial inventivo e com ambiente mais propício para apropriações de conteúdo.

A produção textual, ao fim de cada aula, foi planejada em um critério de aumento de complexidade, ou seja, os três conceitos-chave que foram escolhidos de livros didáticos estavam interligados em um grau crescente de complexidade. No momento de realizar a produção, os estudantes recebiam a indicação de um termo sublinhado em que precisaria encontrar mais três termos associados, como no exemplo a seguir:

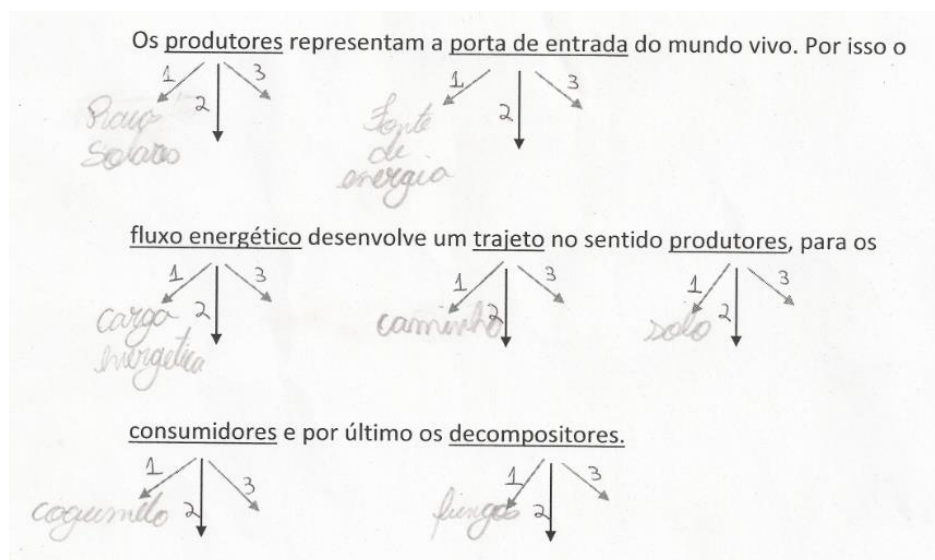


Figura 1: Exemplo de tratamento do eixo associativo

Os números em cada seta foram adicionados posteriormente, para facilitar as indicações do que seria analisado. Foi observado que no início, os estudantes tentavam manter a concordância de gênero na frase, ou seja, de que para o termo “produtores”, não poderia caber uma associação com “as plantas”, já que planta é um substantivo feminino. Posteriormente, o pesquisador deu uma ênfase em cada aula, de que os termos em associação não precisariam conciliar o termo substituído com as concordâncias de gênero, número e verbal que já estão na frase. Também

foi abordado que não era imprescindível completar todas as três linhas de todos os termos, que caso não conseguisse realizar a associação, que a deixasse em branco.

Para o eixo extensivo, a orientação dada foi a de que o estudante realizasse uma paráfrase, substituindo o máximo que conseguisse os termos e sua ordem. Assim, o estudante estava livre para reescrever do modo como desejasse a frase inteira que representava um conceito-chave de cada aula. Novamente, uma atenção foi explícita para que os estudantes modificassem quaisquer termos, mesmo que alterassem a concordância de gênero e de número originais, desde que fossem equivalentes e preservassem o sentido geral proposto.

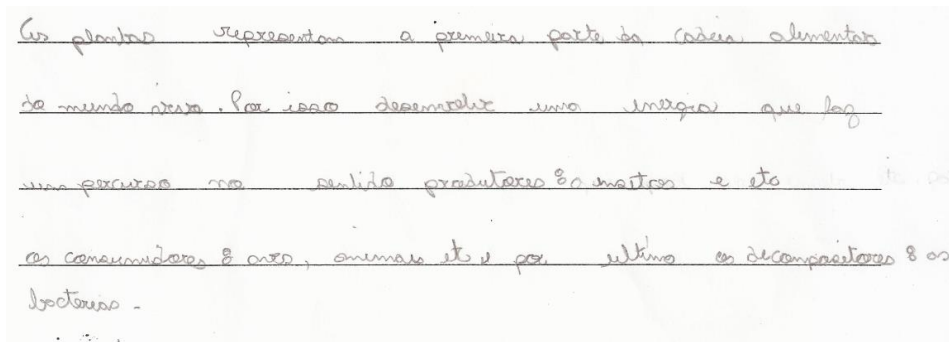


Figura 2: Exemplo de tratamento no eixo extensivo, paráfrase.

Também foi necessária uma orientação de que as linhas do papel (quatro) poderiam ser extrapoladas ou não serem completadas. Havia uma tendência dos estudantes completarem rigidamente as linhas, aumentando a letra ou a distância entre as palavras. Essa fala fez com que os estudantes realizassem a atividade de modo mais livre, sem as limitações das linhas.

Para a análise dos dados alguns critérios foram estabelecidos. Para o eixo associativo, foi considerado como correto se o termo substituído estava de acordo com o original e se guardasse uma relação que validasse de modo científico sua substituição. A quase totalidade dos termos sublinhados eram substantivos, com poucos advérbios e verbos. A escolha de substantivos como maioria foi orientada no sentido de priorizar o repertório do estudante sobre cada conceito. Os verbos e advérbios foram utilizados para indicar critérios de uma dimensão mais interpretativa

para o pesquisador, se o estudante reconhecia com clareza o significado lexical, e com isso, se pode interpretar o conceito de forma ampla em toda a oração.

Para a análise do eixo extensivo, o critério foi a abundância de termos substituídos e a ordem que esses termos aparecem na sua paráfrase. Quanto mais distante e ao mesmo tempo fiel aos conteúdos-chave do enunciado original, as respostas foram consideradas satisfatórias. Isso significa que apenas a substituição da ordem em que os termos aparecem, mesmo que mantenha a coerência sintática, foi ponderada como semelhante demais com o conteúdo original. Em suma, a análise levou em consideração um aspecto duplo, a manutenção do significado geral e a riqueza de substituições e inversões de ordem ocorridas na produção da paráfrase.

Esse quadro analítico foi utilizado em parte em uma atividade de física no estudo das leis de Newton (LABURÚ; BARROS; SILVA, 2013). Esse trabalho e a presente dissertação compartilham características derivadas da utilização de conceitos cientificamente bem estabelecidos, como as leis de Newton e o conteúdo de Energia nos Ecossistemas, com pouca ou nenhuma polêmica dentro de níveis do ensino médio. As diferenças entre os quadros analíticos são de que o presente estudo faz uma caracterização longitudinal dos estudantes, em que termos semelhantes reaparecem e podem ter seus significados aprofundados e o referido trabalho analisa as inversões sintagmáticas possíveis, ao passo que este procura desenvolver significados mais abrangentes com as paráfrases.

Os tipos de paráfrases elencados por Medeiros (2006) considerou sua classificação quatro tipos de paráfrase (resumo, comentário explicativo, desenvolvimento e reprodução) também serviram de base para a análise das paráfrases produzidas. Dentro da proposta geral da atividade, as paráfrases que se utilizaram de um comentário explicativo, ao reescrever trechos específicos que melhorem a compreensão, e as de desenvolvimento que ampliam o conteúdo ali descrito, foram consideradas como mais favoráveis para a apropriação de conceitos desta atividade. O resumo que condensa informações e a reprodução (desde que tenha alteração das palavras) diminuem a abundância de termos, e por consequência, mostra um menor repertório do estudante sobre o tema.

Por fim, um último critério, além de cada atividade analisada individualmente, foi um foco nas apropriações feitas por cada indivíduo no transcorrer das atividades. A análise levou em conta se existia em alguma medida sofisticação das associações e das paráfrases conforme as atividades aconteciam, ou seja, se ocorriam internalizações mais complexas e refinadas dos conteúdos. Assim, o estudante também foi comparado com ele mesmo durante as três atividades.

3.3 *Descrições da Unidade Didática*

Para as aulas, utilizaram-se da ampla variedade de figuras, esquemas, tabelas, gráficos, em suma, vários registros de representações semióticas que os conteúdos de biologia e em especial os de ecologia já comumente trazem, se sustentando na perspectiva da multimodalidade de representações. A dinâmica de todas as aulas foi baseada pela metodologia de alternância do discurso univocal e de autoridade e o dialógico, variando ocasiões de perguntas abertas e momentos dirigidos para a definição de conceitos. Esse método é elaborado no intuito de procurar o desenvolvimento de participações mais ativas no conhecimento elaborado (MORTIMER; MACHADO, 2000).

Na primeira aula, foram apresentados os modos de obtenção de energia dos seres vivos, fotossintéticos, quimiossintéticos e heterotróficos. Depois, foram relacionados quais são os níveis tróficos e suas ligações relacionadas com seu modo de obtenção de energia. Posteriormente, foi debatido como a energia é transferida para o outro nível trófico e suas perdas de calor pela dissipação. Foi debatido o não aproveitamento tecidos não consumíveis e egestados, assim como o que é consumido no crescimento e na reprodução. Por fim, foi apresentado que a matéria orgânica morta e os rejeitos e excretas são decompostos por uma série de fungos e bactérias decompositores e de animais detritívoros, que continuam a oxidação do carbono. Ao final da aula, o seguinte conceito-chave foi trabalhado:

“A quantidade de energia presente em um nível trófico qualquer sempre será maior que a quantidade de energia do nível trófico posterior.” (AMABIS, J. M. MARTHO, 2009)

Na segunda aula, foi desenvolvido o tema do fluxo de energia, explicando as perdas de energia derivadas da respiração e exemplificando com pirâmides de

energia e produtividades brutas e líquidas dentro da cadeia alimentar. Discutiu-se sobre os tecidos vegetais que produtos da fotossíntese que demoram mais para entrar produtivamente na cadeia alimentar, como as fibras e porções lignificadas, em uma biomassa produtiva de longa duração. Foram construídas tabelas e pirâmides que mostravam as quilocalorias absorvidas por determinado nível e as que eram transferidas para o outro. Ao final da segunda aula, o seguinte conceito-chave foi apresentado:

“Quanto menos níveis tróficos uma cadeia alimentar apresentar, menor será a dissipação energética ao longo dela, uma vez que as maiores perdas de energia acontecem, precisamente, na transferência de matéria orgânica de um nível trófico para outro”. (RICKFLESS, 2003)

Por último, foi apresentada a variedade de cadeias ou teias alimentares existentes, com atenção especial para ecossistemas menos lembrados, como os marinhos dependentes das algas. Foi definido o conceito de ecossistema, em suas relações bióticas e abióticas e apresentadas as pirâmides de biomassa representativas para os níveis tróficos. Algumas considerações provocaram dúvidas nos estudantes, como exemplo, o porquê ecossistemas “tem mais animais” que outros e as relações com a produção primária e a biomassa disponível foram realizadas. Por fim, comparações entre as pirâmides de energia e biomassa foram apontadas, mostrando a direção em que flui a matéria orgânica e a energia dentro da variedade de cadeias alimentares e ecossistemas.

Por fim, o último conceito-chave apresentado foi:

“Os produtores representam a “porta de entrada” da energia no mundo vivo. Por isso o fluxo energético desenvolve um trajeto no sentido produtores, para os consumidores e por fim decompositores (PAULINO, 2002).”

No início de cada aula, as atividades anteriores foram comentadas, com especial atenção aos conceitos que foram introduzidos e as suas relações. Na primeira atividade todos os estudantes entregaram em um tempo médio de 5 minutos, sem consultar materiais ou anotações. A partir do momento em que alguns conceitos foram revisitados, fazendo relação com a aula anterior e com a atividade escrita, também foi notório alguns comentários de que existiam algumas lembranças de relações incorretas por parte dos estudantes.

A sala de aula possuía uma organização em que os livros didáticos ficavam disponíveis em estantes, assim como dicionários de português, sendo mais de um tipo presente para a consulta. É importante tomar nota que durante as três atividades, raras foram às vezes em que um estudante consultou quaisquer dos livros como fonte de informação, usando mais as anotações do próprio caderno e de sua memória. Por fim, a sala de aula possuía poucos estudantes e no geral, eram extremamente tímidos e quietos, com poucas questões, mesmo quando constantemente indagados. Ao conversar com os outros professores, todos relataram que era uma característica comum deles, levando a crer que não era um comportamento específico para com o pesquisador.

Como uma orientação das respostas que seriam aceitáveis para a atividade, seguem elencadas quais seriam resoluções aceitáveis para os termos sublinhados e para a paráfrase. A análise das produções executadas não levou em consideração apenas os termos contidos nesta tabela, assim como a grande variedade de paráfrases possíveis não se encerram no exemplo que aqui é apresentado. Este quadro de referência também foi montado dentro de um repertório mais realista de um estudante do ensino médio, portanto as construções são adaptadas dentro de um contexto da linguagem científica escolar.

“A quantidade de energia presente em um nível trófico qualquer sempre será maior que a quantidade de energia do nível trófico posterior.” (AMABIS, J. M. MARTHO, 2009)	
Termo sublinhado	Exemplo de resposta
Quantidade de energia	Total de energia A energia dos compostos orgânicos A energia armazenada no nível trófico
Sempre	Toda vez A todo o momento Em todas as situações
Nível Trófico Posterior	Nível de alimentação acima Consumidores de primeira ordem em

	relação aos produtores Próximo nível de nutrição
Exemplo de paráfrase: Ao considerar os níveis tróficos de uma cadeia alimentar, o total de energia assimilada no nível inferior, como os produtores, sempre será maior do que o nível superior, como os consumidores de primeira ordem.	

Quadro 1: Exemplo de respostas da atividade 1

“Quanto menos níveis tróficos uma cadeia alimentar apresentar, menor será a dissipação energética ao longo dela, uma vez que as maiores perdas de energia acontecem, precisamente, na transferência de matéria orgânica de um nível trófico para outro”. (RICKFLESS, 2003)	
Termo sublinhado	Exemplo de resposta
Menos	O reduzido o número Menor quantidade Quanto mais baixo
Menor será a dissipação	Menos se perderá Uma menor perda O desperdício será reduzido
Dela	Da cadeia alimentar Dos níveis tróficos Da teia alimentar
Perdas de energia	Energia perdida como calor Diminuição no fluxo de energia Redução da energia disponível
Matéria orgânica	De energia da matéria orgânica Nos compostos orgânicos Da energia contida nas proteínas, lipídios e carboidratos
nível trófico	Nível de nutrição

	<p>Nível de alimentação</p> <p>De produtores para consumidores de primeiro grau, consumidores de primeiro para os de segundo grau e assim por diante.</p>
<p>Exemplo de paráfrase: Em uma cadeia alimentar, a menor quantidade de níveis tróficos significa uma menor quantidade de energia perdida, porque as maiores reduções de energia ocorrem no momento de passagem entre os níveis tróficos.</p>	

Quadro 2: exemplos de respostas da atividade 2

<p>“Os produtores representam a “porta de entrada” da energia no mundo vivo. Por isso o fluxo energético desenvolve um trajeto no sentido produtores, para os consumidores e por fim decompositores (PAULINO, 2002).”</p>	
Termo sublinhado	Exemplo de resposta
Produtores	<p>Autotróficos</p> <p>Algas</p> <p>Plantas</p> <p>1º nível trófico</p>
Porta de entrada	<p>O início</p> <p>A base</p> <p>O que sustenta</p>
Fluxo energético	<p>O sentido da energia</p> <p>O caminho que a energia</p> <p>A energia contida nos compostos orgânicos</p>
Trajeto	<p>Direção</p> <p>É transferida</p> <p>Caminho</p>
Produtores	Plantas

	<p>Algas</p> <p>1º nível trófico</p> <p>Autotróficos</p>
Consumidores	<p>Heterotróficos</p> <p>Demais níveis tróficos exceto os decompositores.</p> <p>Animais</p> <p>Insetos.</p>
Decompositores	<p>Fungos</p> <p>Bactérias</p> <p>Organismos que decompõe a matéria</p>
<p>Exemplo de paráfrase:</p> <p>As plantas e algas são a base da cadeia alimentar, pois ao realizar fotossíntese e fixar carbono sustentam direta ou indiretamente todos os seres. Assim, os produtos da fotossíntese são transferidos em uma direção, passando dos produtores, aos consumidores primários, secundários, etc. até que sejam decompostos por fungos e bactérias.</p>	

Quadro 3: Exemplo de respostas da atividade 3

Capítulo 4 Análise dos Dados

4.1 Análise das produções do Estudante 1

Estudante 1 – Produção 1 e 2

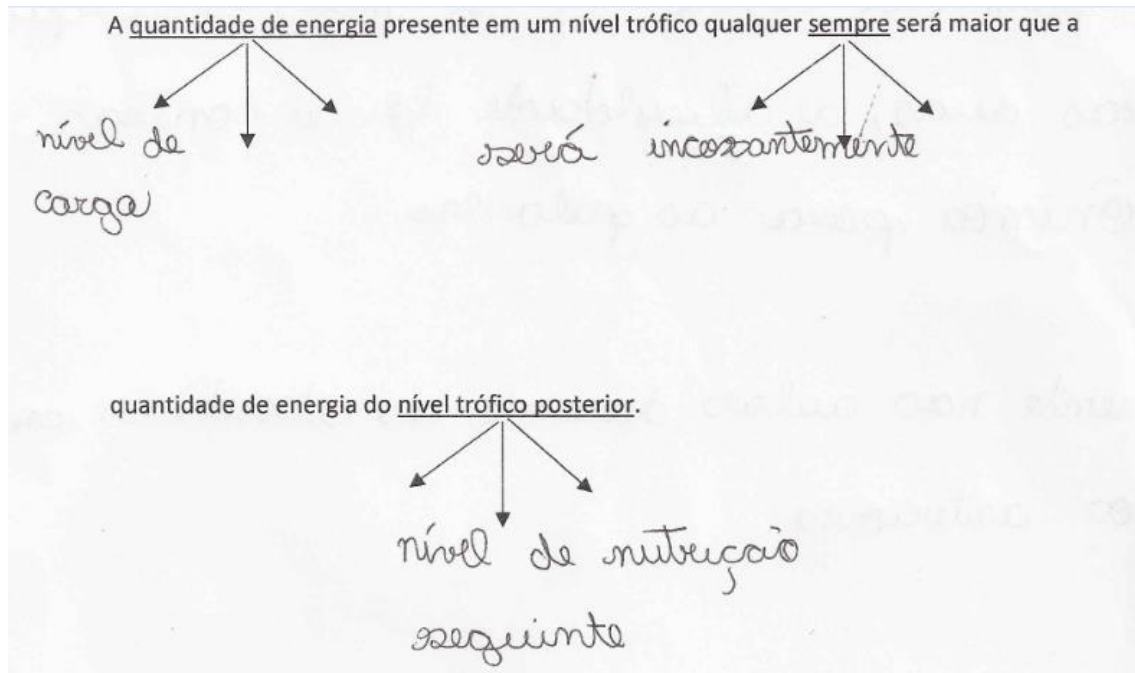
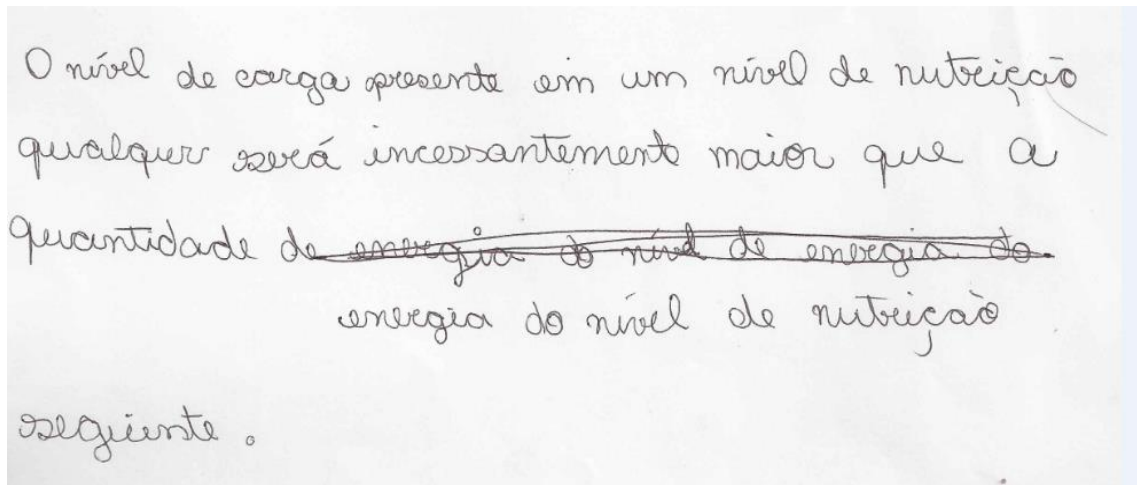


Figura 3: Estudante 1, Produção 1. Tratamento no eixo associativo.

O Estudante 1 não realizou a maioria das associações indicadas no enunciado chave. Sua associação “nível de carga” com “quantidade de energia” pode indicar uma tentativa de relacionar “carga” com “quantidade”, como se ocorresse um transporte da energia. Mas de qualquer modo, é uma associação um tanto tênue e que não beneficia a compreensão do enunciado. O advérbio “sempre” foi corretamente associado com “incessantemente”, mostrando a generalidade da afirmação do enunciado. Por fim, “nível de nutrição seguinte” pode ser comparado diretamente com “trófico posterior”, já que trófico tem como sinônimo e diz respeito exatamente aos níveis de nutrição. Dentro desse eixo, não houve a tentativa de ampliar as associações possíveis, restringindo-se a somente uma por cada termo relacionado. Mesmo assim, para cada termo buscou-se sinônimos que tentavam representar cada um dos termos em destaque, a atividade evidencia uma correlação com energia, ao associá-la com “carga”.



O nível de carga presente em um nível de nutrição qualquer será incessantemente maior que a quantidade de ~~energia do nível de energia do~~ energia do nível de nutrição seguinte.

Figura 4: Estudante 1, Produção 2. Elaboração da paráfrase.

Na elaboração da paráfrase, o Estudante 1 usou todos os elementos que já foram apresentados em sua primeira produção para a associação. Não houve variação na ordem dos monemas presentes no enunciado-chave, apenas substituição dos termos que já foram associados na exata ordem que já ocorria em cima. No passo que o estudante 1 associa poucos termos cognatos e não apresenta uma paráfrase que reelabore e faça equivalência semântica com outros termos, podemos perceber nesse momento uma mediana apropriação e pouco repertório em relação aos conceitos. Na paráfrase reapareceu o termo “carga”, que ao ser substituído, não guarda relação com energia, sendo difícil de compreender qual é o sentido original da frase, caso se considere apenas a reescrita. Trófico foi substituído corretamente com “nível de nutrição”, e a reescrita substituiu os dois momentos em que trófico aparecia no enunciado original.

De acordo com os tipos de paráfrase designados por Medeiros (2006), a paráfrase construída seria do tipo “reprodução”, quando o conteúdo é reproduzido literalmente de forma direta ou indireta. A ausência de exemplos para caracterizar “quantidade de energia” e “níveis tróficos”, dois termos que poderiam ser substituídos por exemplos concretos, mostra que não houve condensação ou expansão do enunciado original.

Estudante 1 – Produção 3 e 4

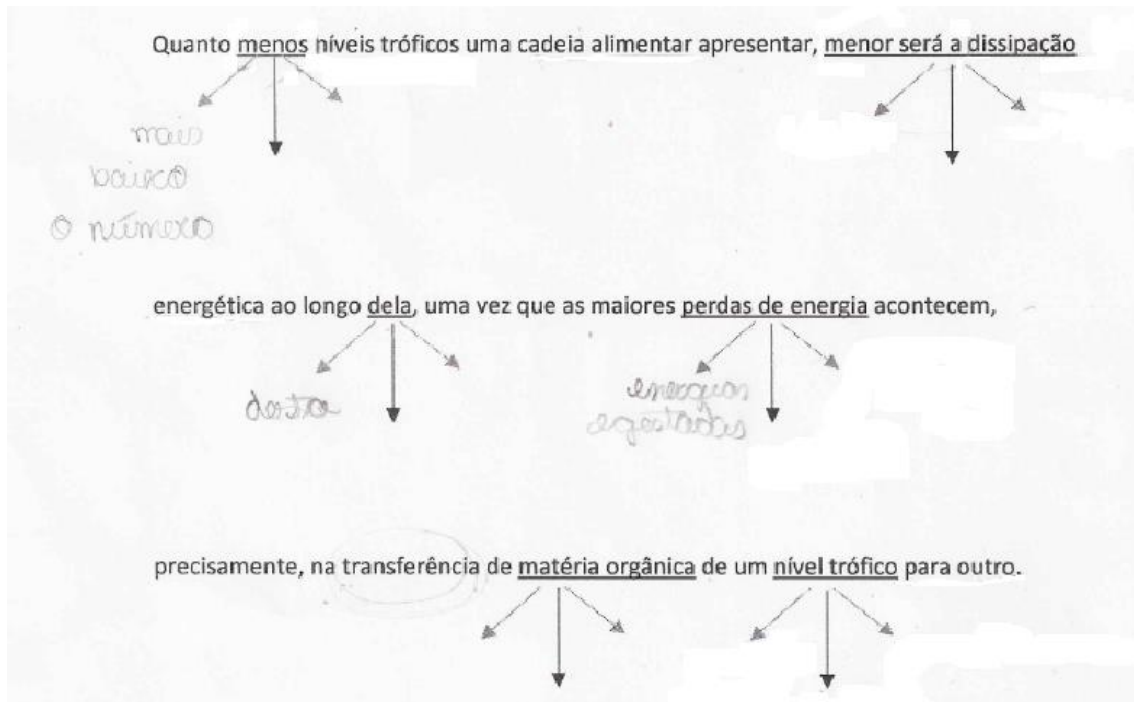


Figura 5: Estudante 1, Produção 3. Tratamento no eixo associativo

Na terceira produção, o estudante associou uma baixa quantidade de termos, deixando vários campos em branco e com uma única associação em três termos. No primeiro deles, “mais baixo” o número foi associado corretamente. O pronome possessivo “dela” se remetia à cadeia alimentar e não pode equivaler a “desta” que é um pronome demonstrativo. Não é possível reconhecer se há um problema de interpretação ou se não há reconhecimento de que o termo “dela” se referia à cadeia alimentar.

. Por fim, com o termo “perdas de energia”, uma analogia correta foi feita com “energias egestadas”, que se relaciona com o comportamento de alguns animais em regurgitar tecidos ou anexos que não podem ser digeridos, como ossos, pelos, etc. Esse foi um dos exemplos utilizados na aula pelo professor e talvez tenha chamado mais atenção. Evidentemente que outras perdas de energia mais relevantes acontecem no processo de transferência de energia e que não foram citadas.

Algo curioso é que essa atividade repetia termos que já apareceram, como “nível trófico”, que mesmo existindo associações na atividade anterior, desta vez não obteve nenhuma relação. “Matéria orgânica” também foi um termo em que não se

obteve nada anotado e é um substantivo com vários sinônimos possíveis de serem relacionados. Dissipação também pode ser um substantivo pouco usual e que não foi relacionado com a perda de energia ao longo da cadeia. A segunda atividade apresenta uma baixa apropriação dos conceitos, somado ao fato de que o estudante não associou um termo que foi assinalado positivamente na atividade passada.

Quanto mais baixo for o número de níveis tróficos de uma cadeia alimentar maior será a diminuição da dissipação energética ao longo desta, uma vez que as maiores energias egestadas acontecerem, precisamente.

Figura 6: Estudante 1, Produção 4. Elaboração da Paráfrase.

A paráfrase mostrou uma inversão de “menor dissipação” para “maior será a diminuição” que mesmo sendo uma construção prolixa, está correta. Mesmo sem associar termos relacionados no eixo paradigmático, o estudante reconstrói em parte o conceito ao conseguir manter o sentido da oração. A expressão “uma vez que...” que é de caráter causal, não tem seu raciocínio desenvolvido, já que foi interrompida. Mas vale notar o trecho “maiores energias egestadas” como incoerentes, pois o que é egestado não tem relação quantitativa de maior ou menor energia perdida com o nível trófico que tal animal ocupa, podendo ocorrer em qualquer nível.

Seguindo os critérios de equivalência semântica das paráfrases e que ao alterar o registro de representação semiótica via tratamento, a produção final não permite compreender qual a ideia do enunciado original. A ausência de correspondência semântica não nos permite classificar a paráfrase dentro das acepções de Medeiros (2006).

Estudante 1 – Produção 5 e 6

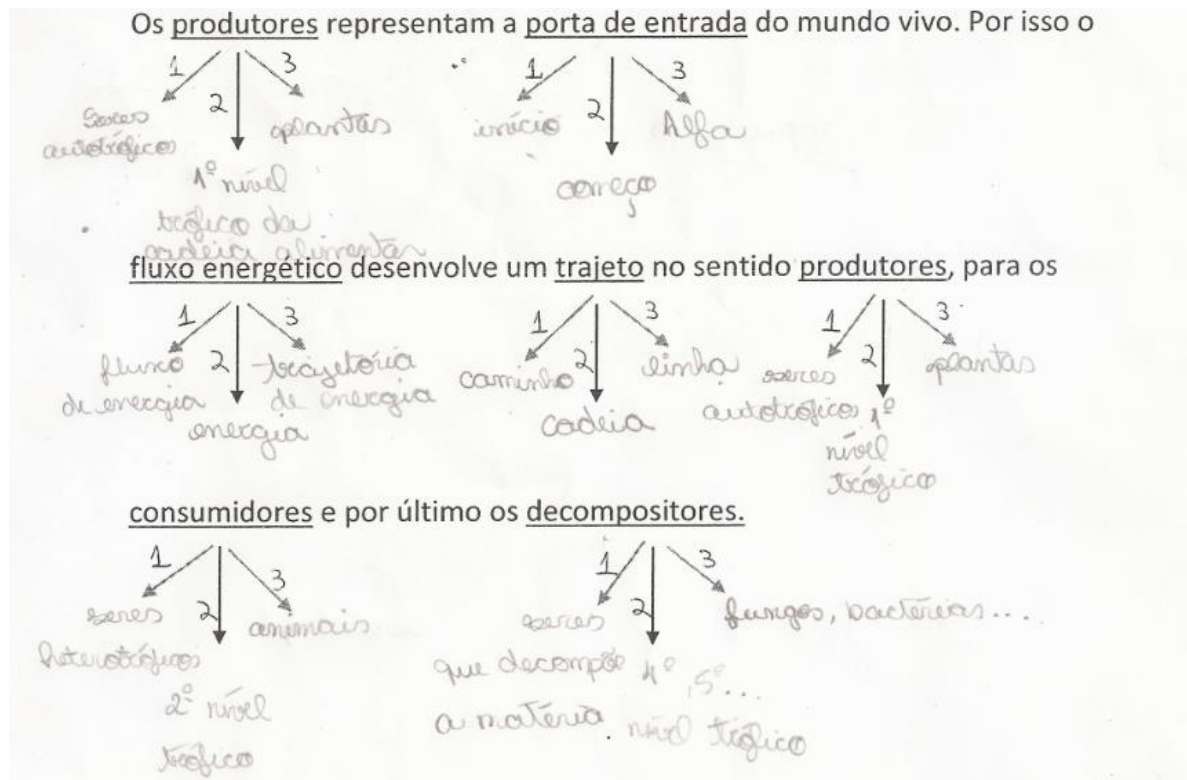


Figura 7: Estudante 1, Produção 5. Tratamento no eixo associativo.

Na segunda produção, o estudante associa corretamente o termo “produtores” citando exemplos de produtor como “plantas” e “seres autotróficos” e ao relacionar como “1º nível trófico da cadeia alimentar”.

O segundo termo, “porta de entrada”, uma metáfora para os produtores como base da cadeia alimentar, foi referido com duas associações corretas com “início” e “começo” e uma terceira associação “alfa”, que não foi possível identificar qual o significado intencionado.

O termo “fluxo energético” foi listado de três modos muito análogos ao termo escolhido, apenas com o uso de sinônimos muito próximos da palavra energia. A lacuna de exemplos a respeito do termo evidencia uma ausência de repertório, já que somente sinônimos lexicais foram escolhidos.

A associação com o termo “trajeto” foi adequada, com a relação de “trajeto”, “cadeia” e “linha” compatíveis com a ideia geral da transferência de energia e matéria em uma sequência determinada”.

Por fim, os três últimos termos remetiam aos níveis tróficos da cadeia alimentar. As três associações contiveram exemplos (plantas, animais, fungos e bactérias) e outras categorias que são equivalentes (autotróficos, heterotróficos, seres que decompõem). O estudante relacionou corretamente os três níveis tróficos e evidenciou um bom repertório ao combinar no eixo paradigmático exemplos e categorias correspondentes. No termo “decompositores” conseguiu compreender que os decompositores podem variar seu nível trófico, ao anotar “4º, 5º nível”.

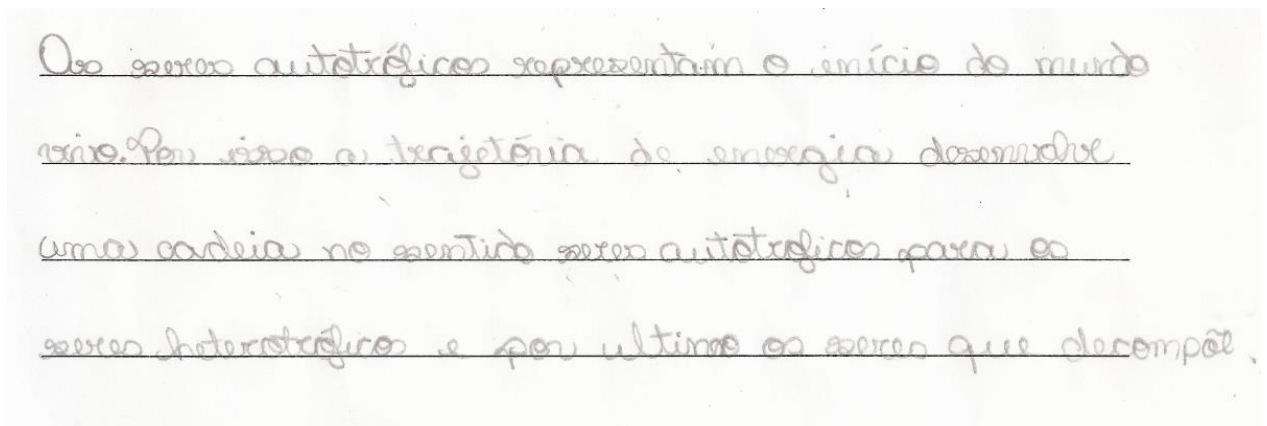


Figura 8: Estudante 1, Produção 6. Elaboração da paráfrase.

A paráfrase do estudante reelaborou de maneira correta o conceito. Foram realizadas substituições dos termos sublinhados na primeira atividade, mantendo a mesma sequência da ordem da frase original. Essa paráfrase do tipo reprodução mantém a equivalência semântica com o conceito-chave e apenas substitui os monemas que já haviam sido indicados. Todos os conceitos associados são similares e correspondentes.

Considerações gerais sobre as atividades do estudante 1

É importante notar a diferença que o estudante apresenta durante as atividades, em especial a terceira em relação com as duas anteriores. A quantidade de associações com os nomes aumentou expressivamente e com a maioria se relacionando corretamente. Muitos termos semelhantes não ou mal associados anteriormente tiveram uma abordagem mais pormenorizada, misturando categorias e exemplos na terceira produção.

Mesmo assim, suas paráfrases ainda mantiveram a mesma ordem de disposição do enunciado-chave, houve apenas uma troca para os termos que já

havia sido associados no eixo paradigmático. Com isso, vê-se uma apropriação razoável dos conceitos por parte da aluna, em especial na terceira atividade.

4.2 Análise das produções do estudante 2.

estudante 2 – Produção 1 e 2

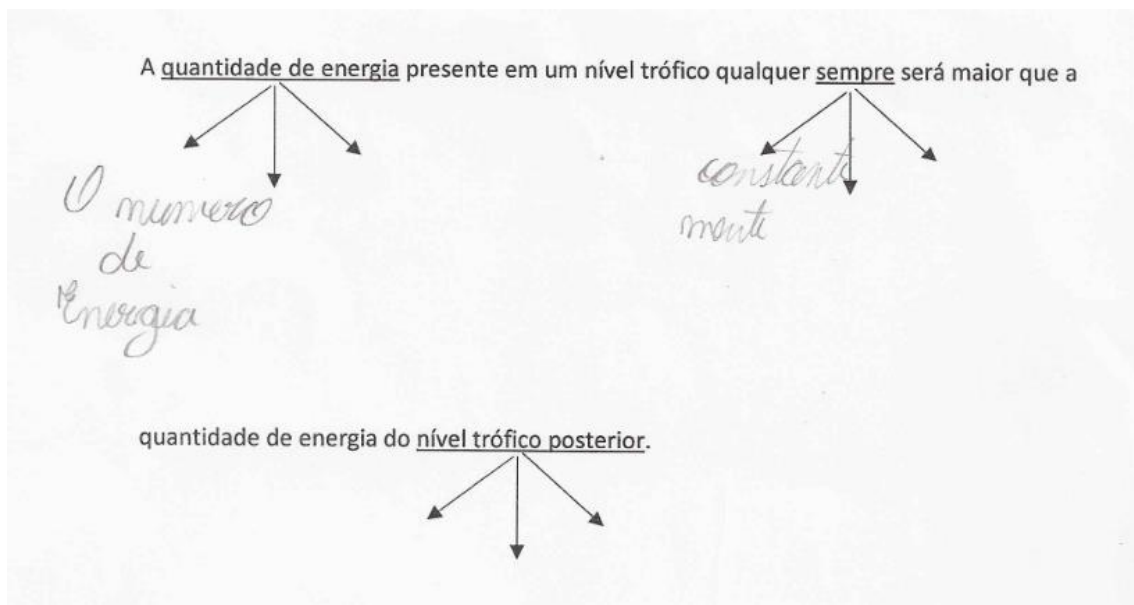


Figura 9: Estudante 2, Produção 1. Tratamento no eixo associativo

O estudante 2 relacionou apenas dois termos, “número de energia” com “quantidade de energia” e “constantemente” no advérbio “sempre”. As duas associações estão corretas. É importante verificar que o estudante não completou a maioria das informações desejadas e não conseguiu trazer outros exemplos para o termo “quantidade de energia”, apontando apenas um sinônimo direto.

O número de energia presente em um nível trófico qualquer constantemente será maior que a quantidade de nível de nutrição.

Figura 10: Estudante 2, Produção 2. Elaboração da paráfrase

Na elaboração da paráfrase, o estudante utilizou praticamente os mesmos elementos usados acima, com uma substituição acertada de nível “trófico” para nível

de “nutrição”. Mas, não houve a descrição da relação do nível nutrição em comparação com o outro “qualquer”, mostrando uma incompletude da ideia.

A paráfrase possuiu uma construção muito simples, realizando um tratamento com a mesma ordem extensiva dos monemas do enunciado-chave original.

Estudante 2 – Produção 3 e 4

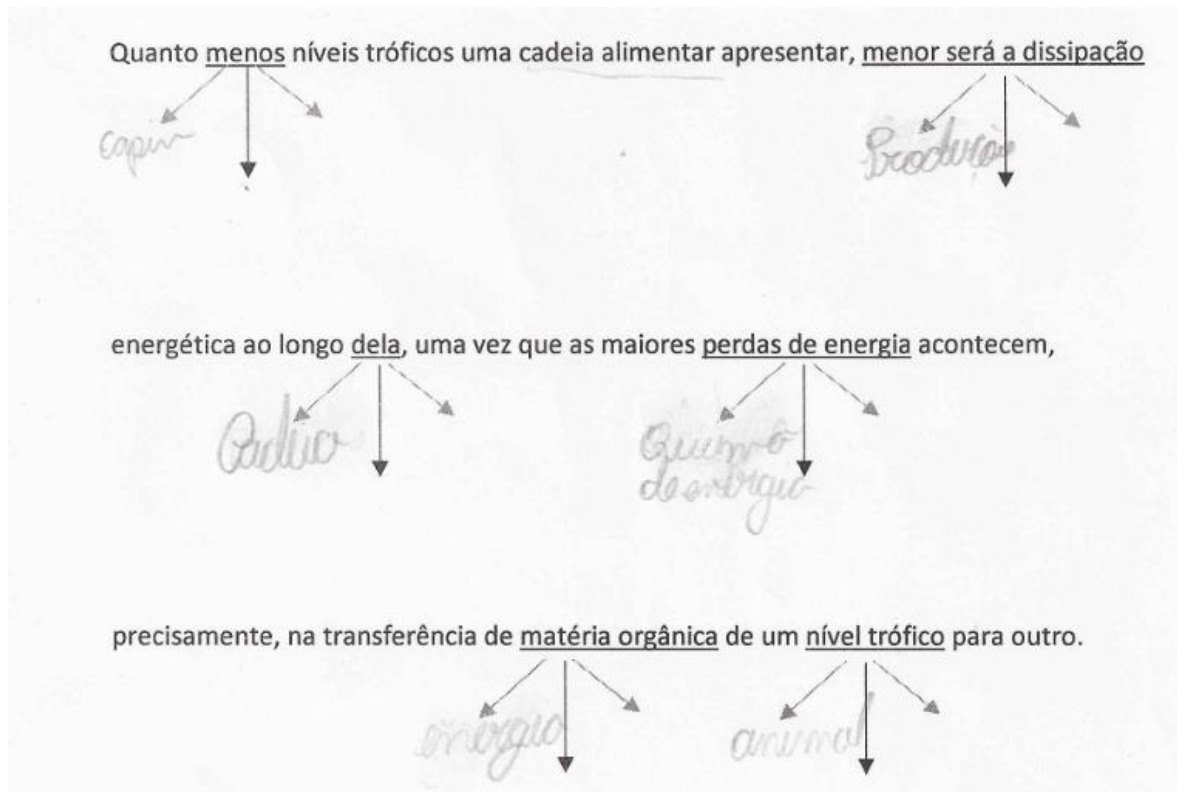


Figura 11: Estudante 2, Produção 3. Tratamento no eixo associativo

Na terceira produção, o estudante associa “menos” com “capim”, confundindo talvez com “menor nível” e colocando um exemplo de menor nível trófico. No segundo termo, refere-se incorretamente “produção” com “dissipação”, justamente na parte do enunciado em que se aponta que a energia se perde não produtivamente. O pronome possessivo foi corretamente substituído por “cadeia” e as “perdas” de energia foram relacionadas com “queima”. Essa associação talvez venha dos exemplos comuns em comparar o processo de respiração celular a queima de energia, de qualquer modo, no contexto do enunciado, referir-se desse modo à perda de energia não é válido.

Posteriormente, o estudante faz uma associação entre “transferência de matéria orgânica” com “transferência de energia”. Essa associação é interessante, pois comumente não se consegue interligar que a matéria orgânica na forma de carboidratos, proteínas, lipídios e ácidos nucleicos, o conteúdo transferido entre os seres vivos na cadeia alimentar, é a fonte energia dos seres vivos.

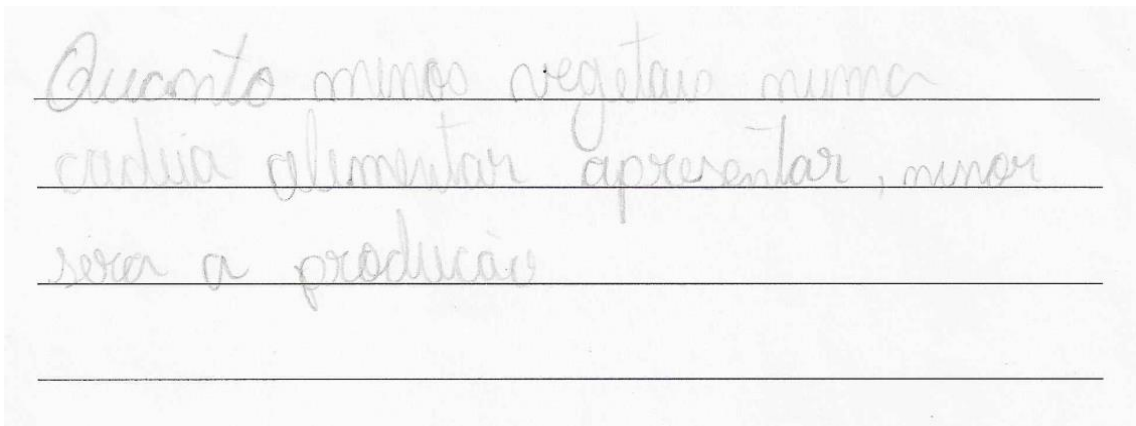


Figura 12: Estudante 2, Produção 4. Elaboração da paráfrase

Na elaboração da paráfrase, o estudante associa os níveis tróficos com um único exemplo “vegetais”, construindo um enunciado que relaciona menor produção com uma menor quantidade de vegetais. “Produção” nesta paráfrase parece não ser utilizado em significado científico, talvez o estudante tenha reconstruído em um sentido que compare “menos vegetais, menor produção”.

A reescrita do conceito condensou e se modificou em relação ao original, não sendo possível inclusive, caso se observe apenas a paráfrase, apreender quais eram os significados da frase inicial.

Estudante 2 – Produção 5 e 6

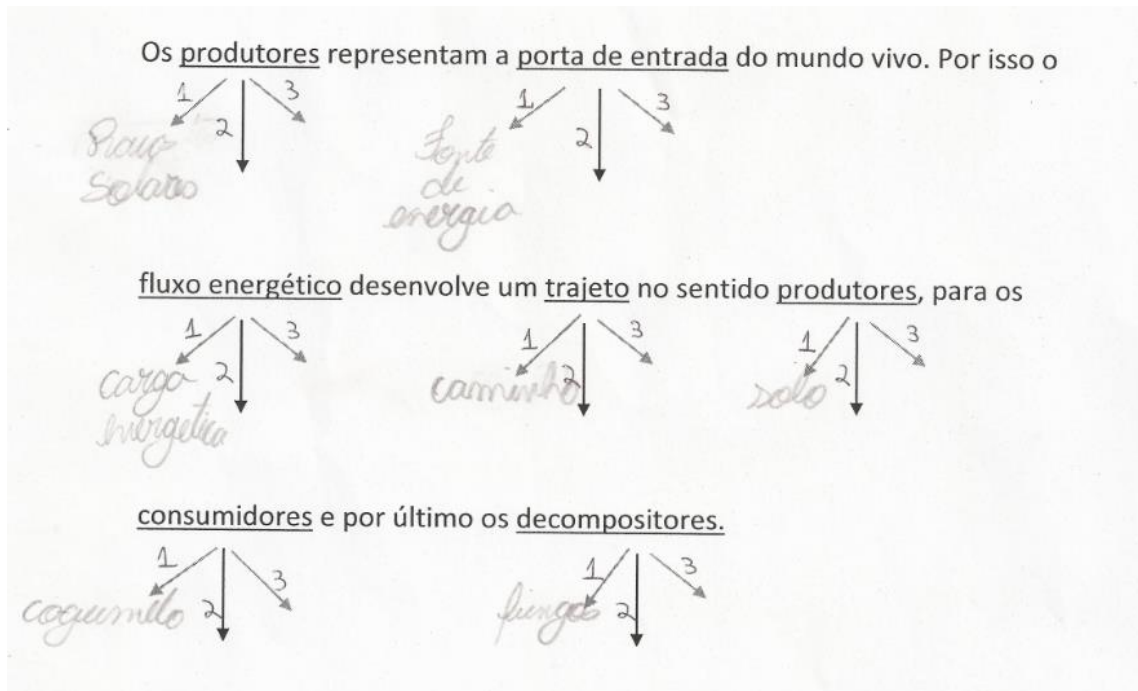


Figura 13: Estudante 2, Produção 5. Tratamento no eixo associativo

Na última produção, o estudante associa incorretamente “produtores” com “raios solares”. Houve uma troca à respeito da fonte de energia preponderante dos seres fotossintéticos com o nível trófico que os fotossintéticos ocupam. No segundo termo “porta de entrada”, houve uma boa associação entre com “fonte de energia”, já que relacionou diretamente a metáfora com uma característica mais essencial dos produtores frente à cadeia alimentar. O termo “fluxo energético” foi associado com o termo “carga”, essa tentativa de aproximação perde a ideia de movimento que “fluxo” traz. O termo “carga” se aproxima mais de “quantidade” e não a um caminho que a energia percorre. A associação de “caminho” com o “trajeto” é correta.

Na segunda vez que produtores aparece no enunciado, o estudante novamente associa erroneamente com o termo “solo”, agora confundindo o substrato com o qual as plantas retiram água e sais com o próprio nível trófico que elas ocupam. Por fim, para “consumidores” foi posto um exemplo incorreto como “cogumelos” e o termo “decompositores”, foi exemplificado corretamente com “fungos”. Podemos inferir que o estudante apresenta incompreensões sobre a categoria dos níveis tróficos.

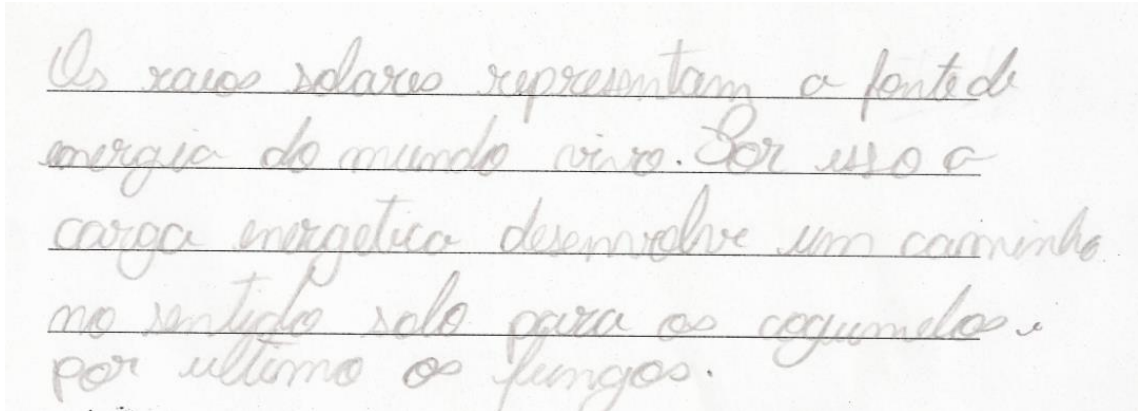


Figura 14: Estudante 2, Produção 6. Elaboração da paráfrase

O estudante 2 mantém a mesma estrutura do enunciado-chave, apenas alterando os termos nos quais associou outros para a produção anterior.

Na elaboração da paráfrase, o estudante mostra na primeira parte uma boa reorganização do enunciado. Ao dizer que os “raios solares representam a fonte de energia do mundo vivo”, faz uma correta generalização da influência da energia luminosa como base da imensa maioria de cadeias alimentares existentes. A segunda parte da oração mantém os mesmos erros de associação da primeira parte, com “solos” e “cogumelos” designados como representantes dos níveis tróficos, e por último, os fungos como decompositores.

Considerações gerais sobre as atividades do estudante 2

O estudante demonstra um baixo repertório dos termos de ecologia ao associar uma série de termos de forma equivocada, o que acaba comprometendo suas reconstruções parafrásicas. As associações foram muito econômicas, em baixa quantidade. Quando ocorriam, a maioria dizia respeito a conteúdos próximos, mas muito diferentes da categoria dada. Em algumas ocasiões, mostra-se que o estudante não compreendeu o significado do termo e apresentou um sinônimo muito diferente.

Na 2º e na 4º produção, a paráfrase se afastou muito do enunciado original e na 6º produção, mesmo com um início correto, houve graves erros como a comparação de “solo” como produtor.

De forma geral, evidencia-se uma baixa apropriação e repertório do estudante à respeito do tema, com pequena quantidade de monemas substituídos, vários trocados de forma não aceitável, e pouca criatividade na reformulação dos conceitos-chave.

4.3 Análise das produções do Estudante 3.

Estudante 3 – Produção 1 e 2

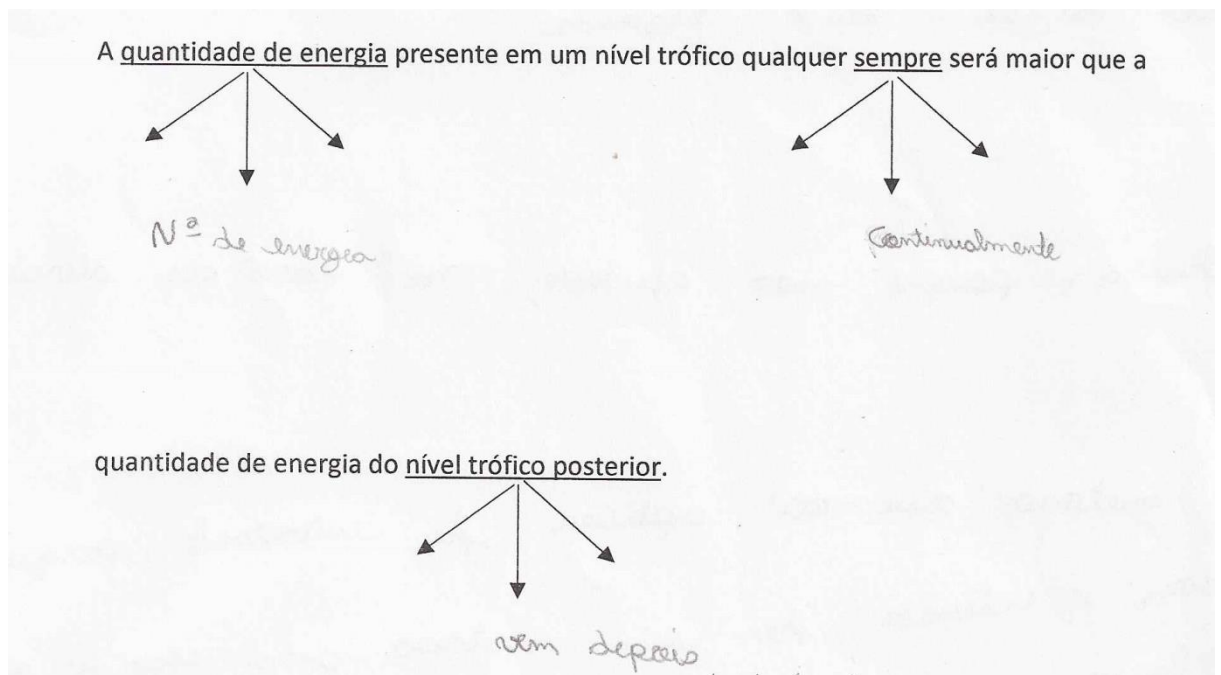


Figura 15: Estudante 3, Produção 7. Tratamento no Eixo Associativo

O estudante 3 realizou poucas substituições dos termos do enunciado geral. Em “quantidade de energia” associou com “número” o que corresponde a uma noção numérica de energia com significado semelhante. O advérbio “sempre” foi substituído por outro de igual sentido, o “constantemente”, e manteve o mesmo sentido. Já o último termo substituído, “nível trófico posterior” por “vem depois” foi uma associação incompleta, já que o termo encontrado pelo estudante só faz referência a ordem com que o nível trófico está relacionado. Ao não atribuir substituição para “Nível trófico”, a associação fica prejudicada.

Número de energia presente em um nível trófico qualquer continuamente será maior que a quantidade de energia do nível trófico que vem depois.

Figura 16: Estudante 3. Produção 8. Elaboração de Paráfrase

A paráfrase não apresentou nenhum termo novo, nem em ordem extensiva, nem na condensação ou expansão da informação, apenas foram substituídos os que já foram apresentados no eixo associativo. Nesse ponto, se mantém como uma cópia quase literal do enunciado original, com uma alteração importante frente ao eixo associativo, já que se manteve o termo “nível trófico” do enunciado original, que passa a fazer sentido com a adição posterior do “vem depois”.

Estudante 3 – Produção 3 e 4

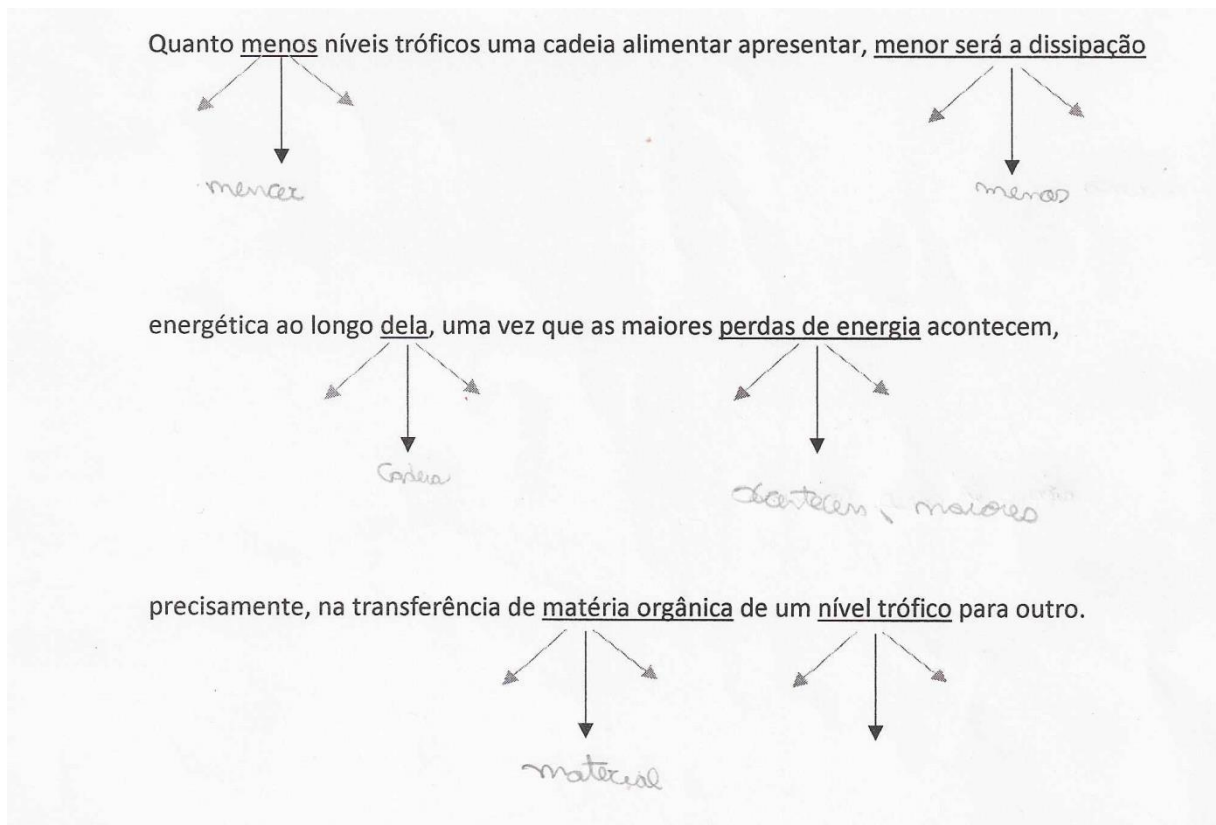


Figura 17. Estudante 3. Produção 9. Tratamento no Eixo Associativo

O estudante apresentou baixa quantidade de termos substituídos, deixando alguns locais ausentes de qualquer substituição. Na primeira substituição, houve uma alteração errônea de “menos” para “menor”. Neste caso, esse adjetivo não poderia servir, pois exprime a ideia de diminuir para um nível mais baixo, o que seria inexato. Já na substituição de “dissipação”, somente a associação com menos deixa uma incompletude. Já o pronome possessivo “dela” obteve uma associação correta com o exemplo de “cadeia”, mas sem explorar mais substantivos que seriam possíveis. A associação de “maiores” com “perdas de energia” e “matéria orgânica” com “material” não permite uma análise dos motivos da associação.

Quanto menos níveis tróficos uma cadeia alimentar
apresentar, menos será a dissipação energética ao longo
da cadeia, de modo que as maiores perdas de energia
ocorram, na transferência de material orgânico de um nível
trófico

Figura 18. Estudante 3. Produção 10. Elaboração de Paráfrase

O Estudante 3 realizou a paráfrase demasiado semelhante com a original. A ordem com que os termos aparecem em referência ao enunciado é quase idêntica. Isso revela baixa apropriação e modificação do conteúdo proposto.

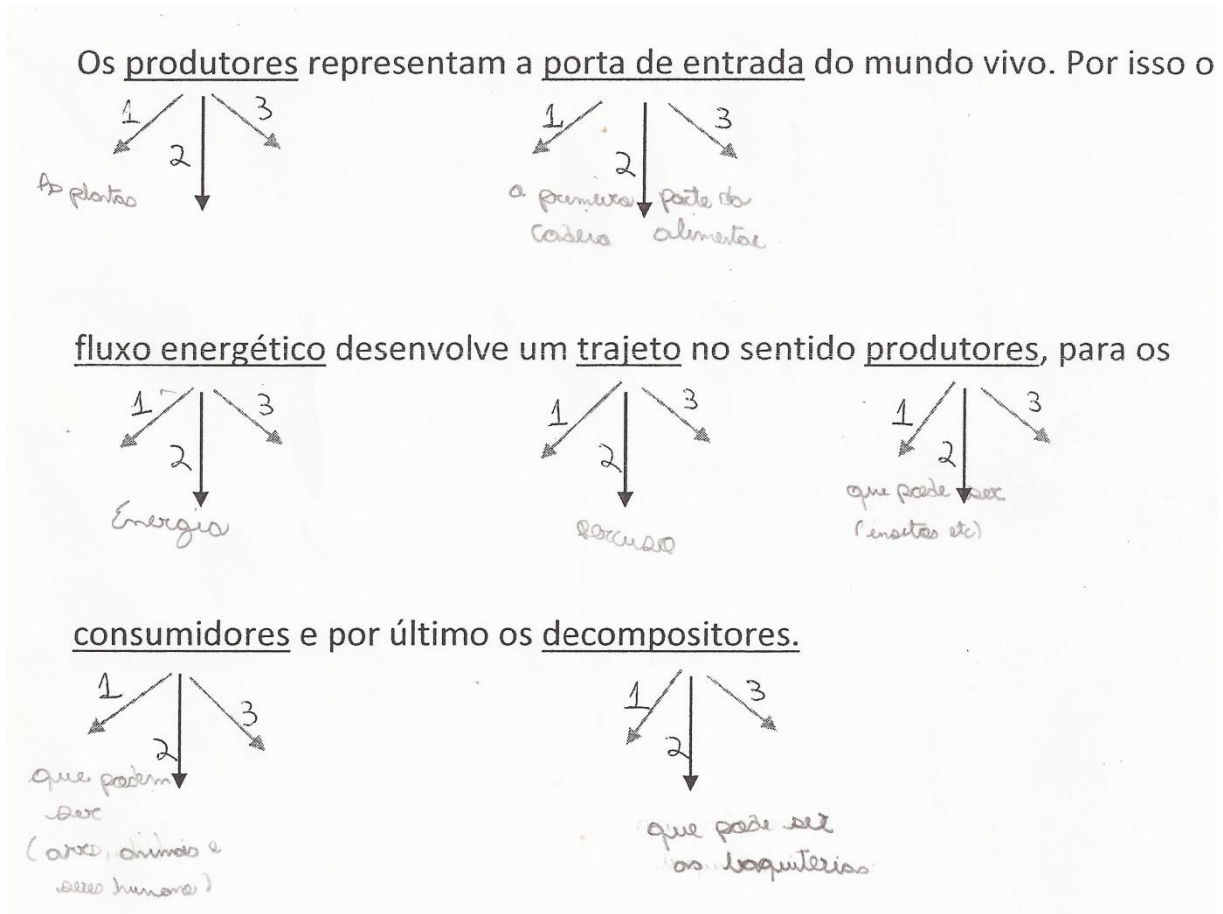


Figura 19. Estudante 3. Produção 11. Tratamento no Eixo Associativo

Por fim, o último tratamento do eixo associativo realizado mostrou baixo repertório de substituição de cada termo só que associação em todos eles. “Plantas” é um aceitável exemplo de “produtores” e a metáfora da “porta de entrada” também foi associada ao início da cadeia alimentar. Mesmo que ambos os termos “a primeira cadeia” e “parte da cadeia alimentar” não sejam do repertório da linguagem científica escolar, mantém uma relação próxima ao início da cadeia. A associação com “fluxo energético” com “energia” retira a ideia de movimento do termo, condensando seu significado. O “Trajeto” tem semelhança com o “percurso” original ao indicar o caminho.

Para os termos em diante, a opção do estudante foi relacionar em seu repertório os exemplos de cada nível trófico apresentado. Há uma associação incorreta entre “produtores” e “insetos”, ocorrendo uma troca entre os níveis tróficos que eles podem ocupar. Já em “consumidores” o estudante associa com “aves, animais e humanos”, sem ter a compreensão, por expansão do conceito, que insetos

encontram-se incluídos dentro dos animais. Mesmo que a relação dentro do termo “consumidores” seja correta, a dilatação do conteúdo não permite sua generalização. Por fim, “decompositores” foi relacionado corretamente com “bactérias”, que compõe parte desse nível trófico.

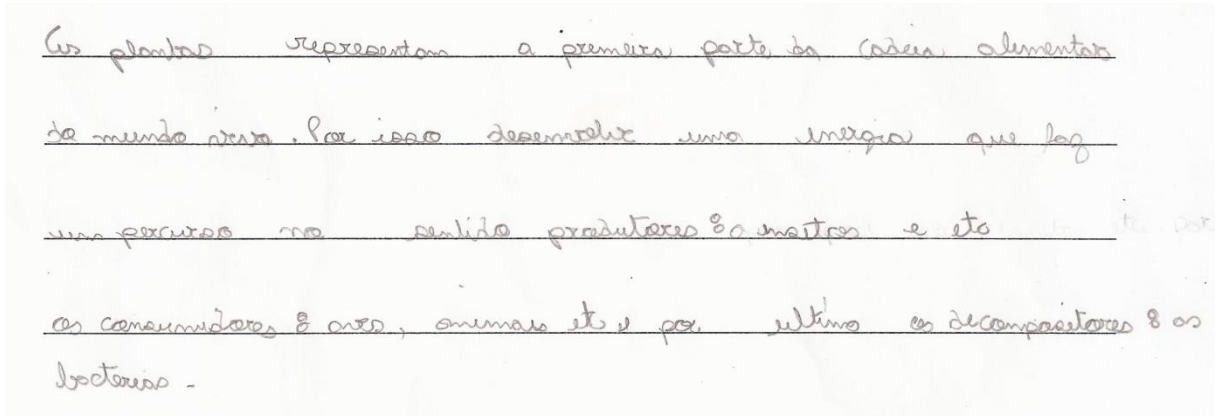


Figura 20. Estudante 3. Produção 12. Elaboração de Paráfrase

A elaboração da paráfrase seguiu um padrão semelhante à associação realizada. Os termos elencados na primeira produção foram substituídos diretamente, na mesma ordem. Cabe ressaltar uma questão que se reapresenta ao utilizar os “insetos” incluídos como “produtores”. Nesse ponto se apresenta o maior problema conceitual, o que pode derivar uma incompreensão em outros elementos dos níveis tróficos.

Considerações Gerais sobre o Estudante 3

As produções do estudante 3 apresentaram o padrão de pequeno número de associações termo a termo e paráfrases deveras semelhantes ao enunciado original. Ao analisar mudanças entre as atividades, um padrão de pequeno repertório e cópia quase literal das atividades se manteve. Vale destacar na 3ª produção um maior esforço ao produzir sinônimos de “consumidores” e “decompositores”, mas ainda assim, insuficiente.

Um aspecto relevante desse estudante é a dificuldade em analisar suas associações quando não existem modificações relevantes. O recorrente emprego de

sinônimos muito próximos (como “energia” para “fluxo de energia”) indica que não há vocabulário relacionado, nem um início de apropriação das categorias.

4.4 Análise das Produções do Estudante 4

Estudante 4 – Produção 1 e 2

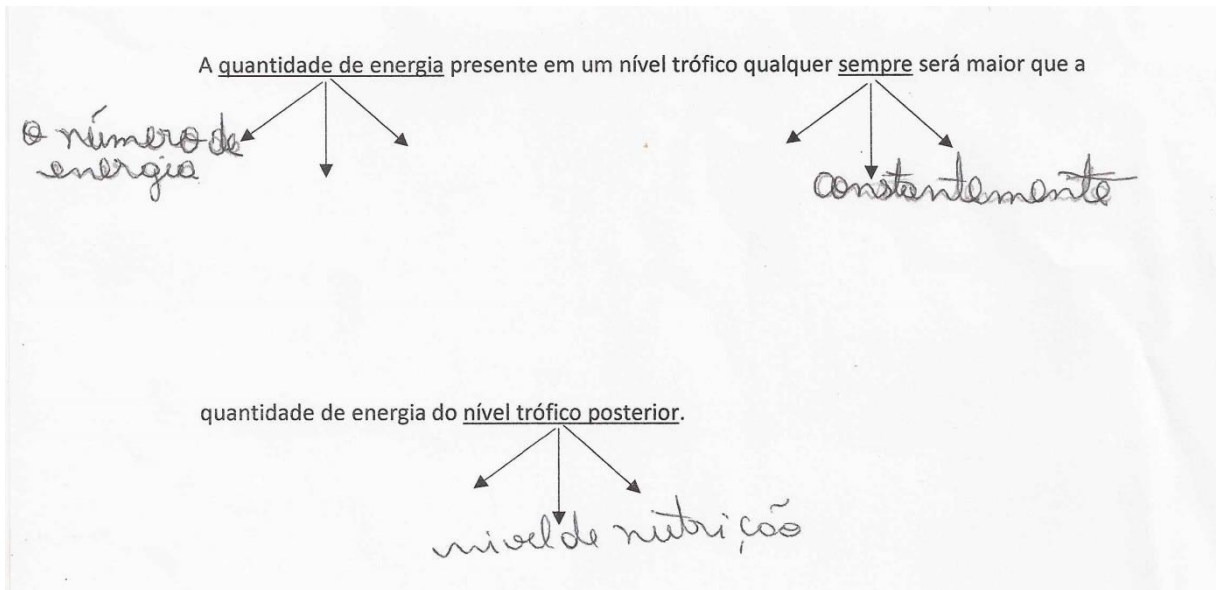


Figura 21. Estudante 4. Produção 13. Tratamento no Eixo Associativo

As associações do Estudante 4 não completaram todas as possibilidades indicadas. Assim como outros estudantes, “quantidade de energia” foi relacionada a “número”, para exprimir a equivalente ideia quantitativa. “Constantemente” foi corretamente posicionado no lugar do advérbio “sempre” e o “nível trófico posterior” substituído apenas pelo seu conceito de “nutrição”. Não é possível analisar se o Estudante não compreende o que seria “posterior.” para que ocorra algum termo equivalente.

~~Resposta:~~ O número de energia presente em um nível trófico ~~qualquer~~ qualquer, constante será maior que a quantidade de energia do nível de nutrição

Figura 22. Estudante 4. Produção 14. Elaboração de Paráfrase

A paráfrase seguiu a mesma ordem da produção anterior, substituindo apenas os termos já indicados no tratamento. Cabe ressaltar que a ausência de algo equivalente a “posterior” deixa o enunciado desprovido de sentido, sobre qual nível de nutrição está se referindo.

Dentro das classificações possíveis de paráfrase, dado o grau de semelhança com o conteúdo original, não é suficiente dizer que houve substituições relevantes por conta da cópia quase literal dos conteúdos originais.

Estudante 4 – Produção 3 e 4

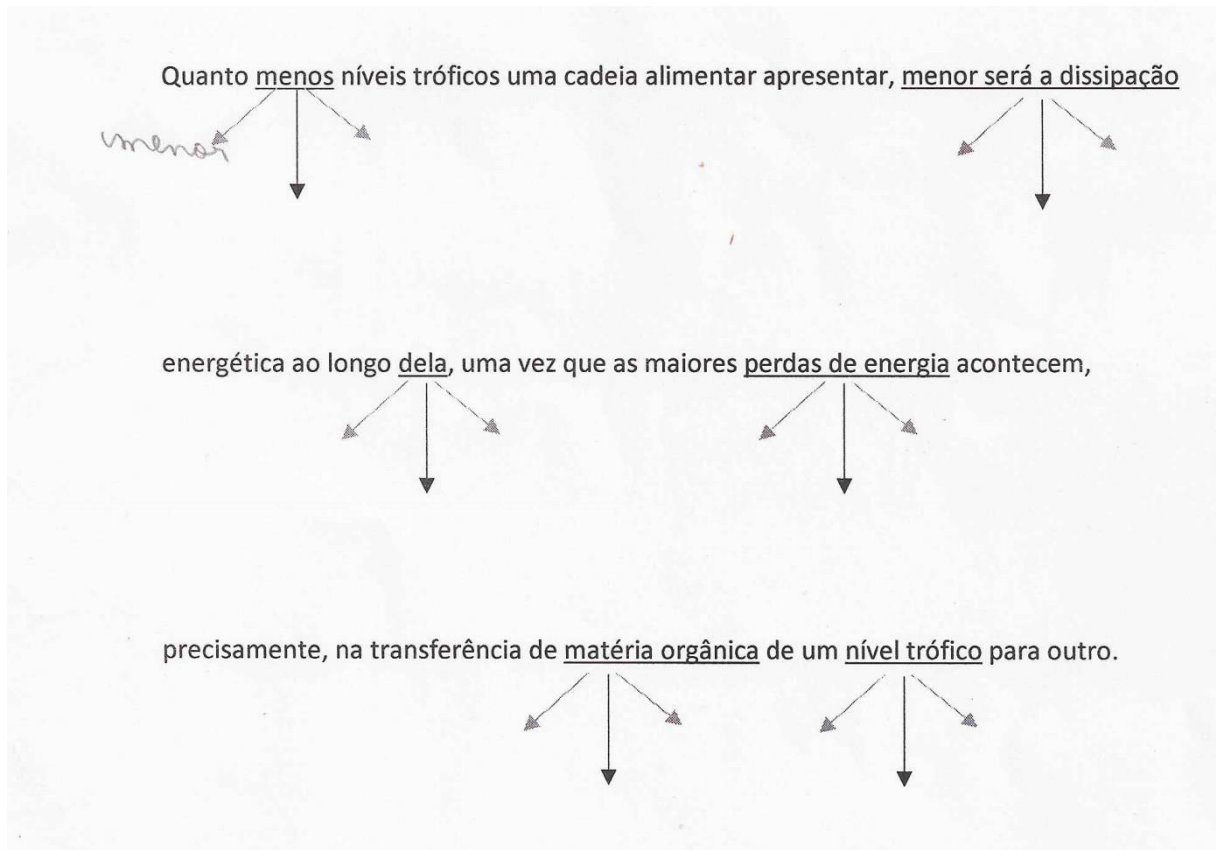
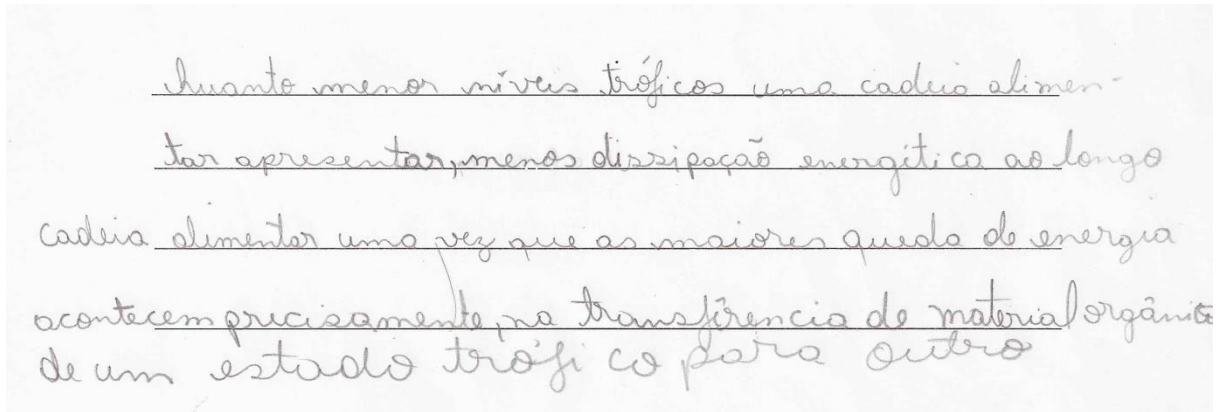


Figura 23. Estudante 4. Produção 15. Tratamento no Eixo Associativo

Para a atividade 3, o Estudante 4 só relacionou erroneamente “menor” por “menos”. A diferença de “menos níveis” em que toda a cadeia alimentar se reduz é distinto de apresentar “Menor nível trófico” que se refere aos primeiros níveis dessa cadeia. Em seguida, o Estudante 4 não associou nenhum elemento.



Quanto menor níveis tróficos uma cadeia alimentar apresentar, menos dissipação energética ao longo cadeia alimentar uma vez que as maiores quedas de energia acontecem precisamente, na transferência de material orgânico de um estado trófico para outro

Figura 24. Estudante 4. Produção 16. Elaboração de Paráfrase

Na atividade da paráfrase, houve muita semelhança com o enunciado original, existindo uma breve uma modificação no final. “Nível trófico” foi substituído por “estado trófico”. A associação entre “nível” e “estado” pode se relacionar com uma ideia cotidiana de posição, mas que de qualquer modo, não cabe na substituição, deixando o enunciado sem conclusão.

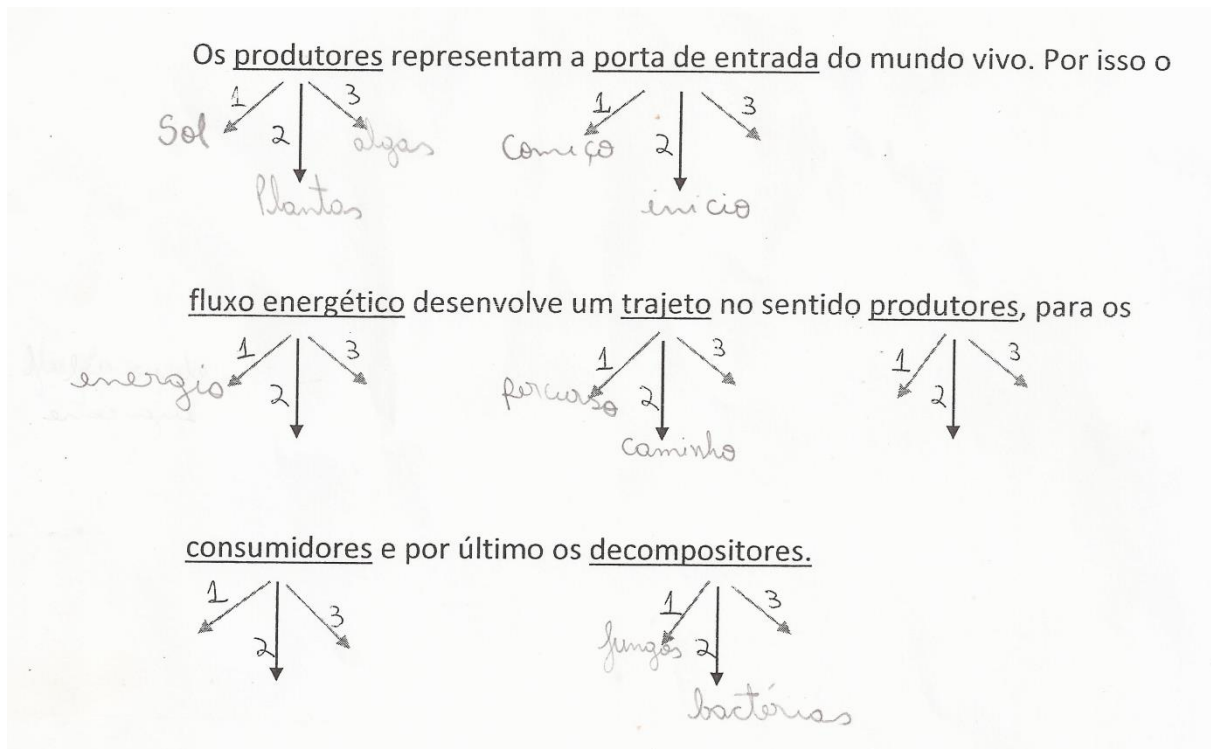


Figura 25. Estudante 4. Produção 17. Tratamento no Eixo Associativo

Na terceira atividade, houve um aumento dos termos relacionados. Para “produtores”, “plantas” e “algas” foram corretamente indicados, mostrando a base da cadeia alimentar nos ecossistemas terrestres e marinhos. Mas na terceira associação aparece “sol” como pertencente a um nível trófico. Há uma confusão entre a principal fonte de energia para os produtores e o próprio nível trófico.

Em sequência, “porta de entrada” é ligada corretamente a “início” e “começo” e “fluxo energético” é condensado em “energia”, o que faz perder a ideia de seu movimento. “Trajeto”, uma palavra que pode ser relacionada em uma acepção cotidiana, está bem associada a “percurso” e “caminho”.

Ocorre na segunda vez do aparecimento de “produtores” que nenhuma associação é realizada. Não é possível identificar se o Estudante 4 não compreendeu bem as indicações e não quis preencher ou assemelhar os termos já feitos do mesmo exercício, assim como em “consumidores” não existiu ligação. Por fim, “decompositores” foi corretamente associado com fungos e bactérias.

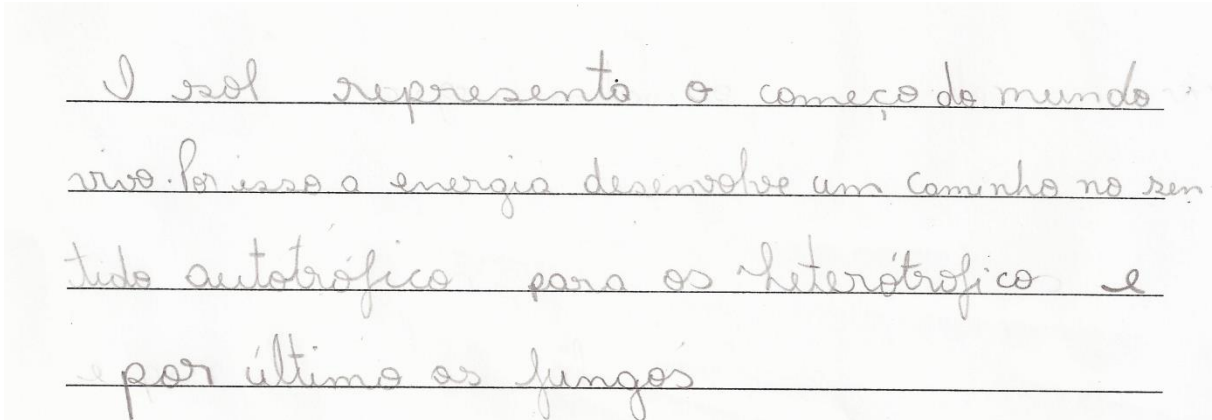


Figura 26. Estudante 4. Produção 18. Elaboração de Paráfrase

A paráfrase do Estudante 4 apresenta uma diferença com a atividade associativa, com novos termos sendo apresentados e substituídos. A ordem se manteve muito semelhante a original, não ocorrendo mudanças no eixo sintagmático. Nota-se que há uma mudança expressiva no início da oração quanto ao conteúdo. “Sol” é apresentado de uma forma que indica o “começo do mundo vivo”. Essa expressão é muito comum, ao indicar que a fonte primária e mais expressiva para a cadeia alimentar de nosso planeta é o Sol. Na continuidade, ocorrem duas substituições que não apareceram no tratamento: “autotróficos” e “heterotróficos”, que deixa o sentido geral do enunciado de modo correto, e por fim, “fungos” também tem uma reelaboração correta com decompositores.

É importante notar, que dois termos “autotróficos” e “heterotróficos” que não aparecem na atividade de tratamento surgem na paráfrase. Uma possibilidade é que o Estudante tenha compreendido que o conjunto dos autotróficos são anteriores aos heterotróficos, mas sem conseguir associá-los com “produtores” e “consumidores”, mostrando uma incompletude na hora de expandir o conceito.

Considerações Gerais sobre o Estudante 4.

É perceptível que o Estudante 4 tem uma reduzida quantidade de associações nas duas primeiras atividades de tratamento.. Foram poucos termos substituídos e as paráfrases eram muito semelhantes as dos enunciados originais. Por fim, a última atividade mostrou um progresso interessante, com um aumento da

quantidade de termos relacionados na atividade de tratamento e uma construção da paráfrase que integrou elementos novos, reconstruindo uma parte do enunciado.

4.5 Análise das produções do Estudante 5

Produção 1

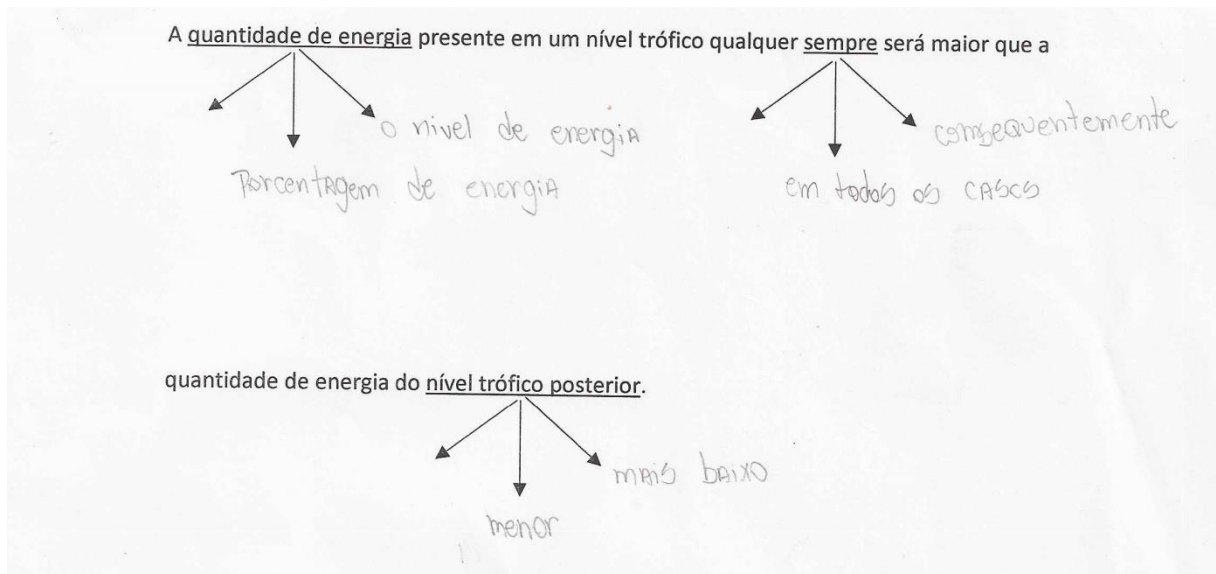


Figura 27. Estudante 5. Produção 19. Tratamento no Eixo Associativo.

O Estudante 5 associou dois termos a “quantidade de energia” que representam a ideia de quantidade, “nível” e “porcentagem”. Ambas as afirmações são corretas, porque se considerarmos um total de energia adquirida pela cadeia alimentar, a porcentagem ou fração presente em determinado nível trófico, também será maior. O termo “Nível” é equivalente a “quantidade de energia”. O advérbio “sempre” foi corretamente substituído pela expressão “em todos os casos”, mas a expressão “conseqüentemente” mostra problemas para substituir “sempre”, porque infere ou deduz uma informação anterior em uma resolução posterior. O enunciado é a descrição de um processo e não uma premissa com resolução lógica.

Por fim, o estudante não encontra equivalentes para “Nível trófico” e substituiu posterior por “menor” e “mais baixo”, provavelmente confundindo “posterior” com “anterior”. A substituição não fica correta.

O estudante não executou a atividade de paráfrase desta aula. Houve um combinado para que entregasse durante a semana para o professor regente, o que acabou não ocorrendo. Na aula seguinte, o estudante também não havia realizado a atividade.

Produção 3 e 4

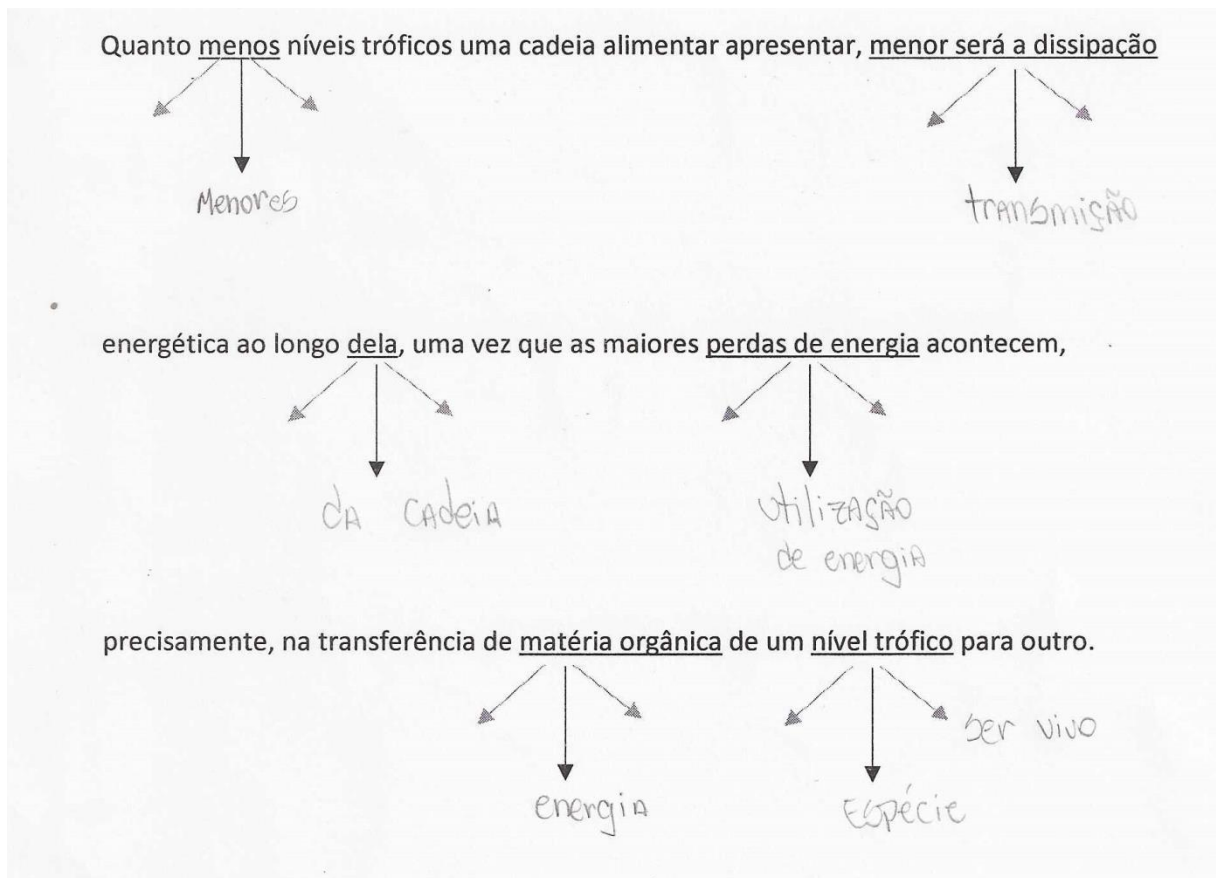
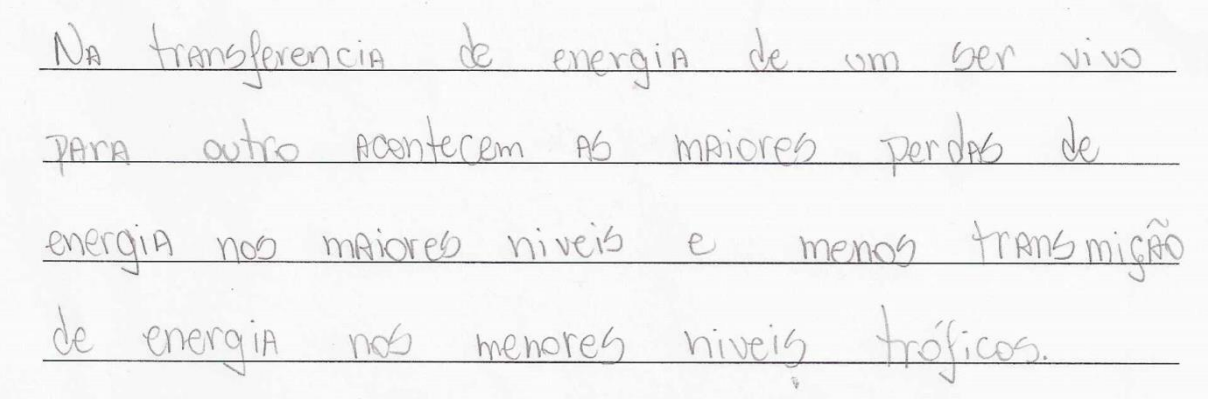


Figura 28. Estudante 5. Produção 20. Tratamento no Eixo Associativo

O estudante apresenta um pequeno repertório de associações nesta atividade de tratamento. Apenas um termo foi substituído com mais de um exemplo, mantendo o resto em branco. O termo “menos” foi relacionado com “menores” e a relação mantém-se equivalente. No termo “dissipação” houve uma relação incorreta com o substantivo “transmissão” que não expressa a ideia de “perda” energética no processo. O estudante buscou um termo equivalente e provavelmente o erro derive da compreensão do significado de dissipação. O pronome possessivo “dela” foi corretamente substituído por “cadeia alimentar”, ao que se refere.

A associação de “perdas de energia” com “utilização de energia” representa uma apreensão incorreta, já que o conceito exprime que a maior parte da energia é perdida de modo improdutivo, por calor para o meio e por tecidos não digeríveis e não por gasto de energia. A substituição de “matéria orgânica” por “energia” é correta, pois a energia é realmente transferida de um nível trófico para outro. Por fim, “nível trófico” para “espécie” e “ser vivo”, representa uma apreensão parcial do conceito. Embora seja comum que os exemplos são nominados, como “capim” para produtores, “sapo” para consumidores e assim por diante, “espécie” no singular não mostra a dimensão do conjunto de seres que formam o nível trófico. Assim como “ser vivo” não precisa que se refere a uma população.



Na transferencia de energia de um ser vivo para outro acontecem as maiores perdas de energia nos maiores niveis e menos transmissão de energia nos menores niveis tróficos.

Figura 29. Estudante 5. Produção 21. Elaboração de Paráfrase

Na paráfrase, o Estudante 5 fez profundas modificações no enunciado, alterando tanto a ordem quanto o alcance do seu sentido. Pode-se dizer que houve uma reescrita completa, com aumento da informação, o que se aplicaria na classificação de Medeiros (2006) a um desenvolvimento. Ao analisar o conteúdo do texto, o recorte “maiores perdas de energia nos maiores níveis” não pode ser considerado como correto, pois de modo generalizado ao considerar que existe muita variedade nos ecossistemas, a eficiência de absorção dos tecidos vegetais é mais baixa que a absorção de tecidos animais, o que faz com que as maiores perdas, em geral, sejam nos primeiros níveis. O conceito de “transmissão” reaparece

de modo errado, ao substituir “dissipação”. Considerando que o Estudante substituiu um substantivo pelo outro com a intenção de ter o mesmo sentido, tentou construir um raciocínio que as menores dissipações ocorreriam nos menores níveis tróficos. Essa ideia é incorreta pelas razões apresentadas acima.

É importante salientar que o Estudante 5 promoveu uma grande transformação no enunciado, alterando sua ordem e tentando expandir as informações dadas.

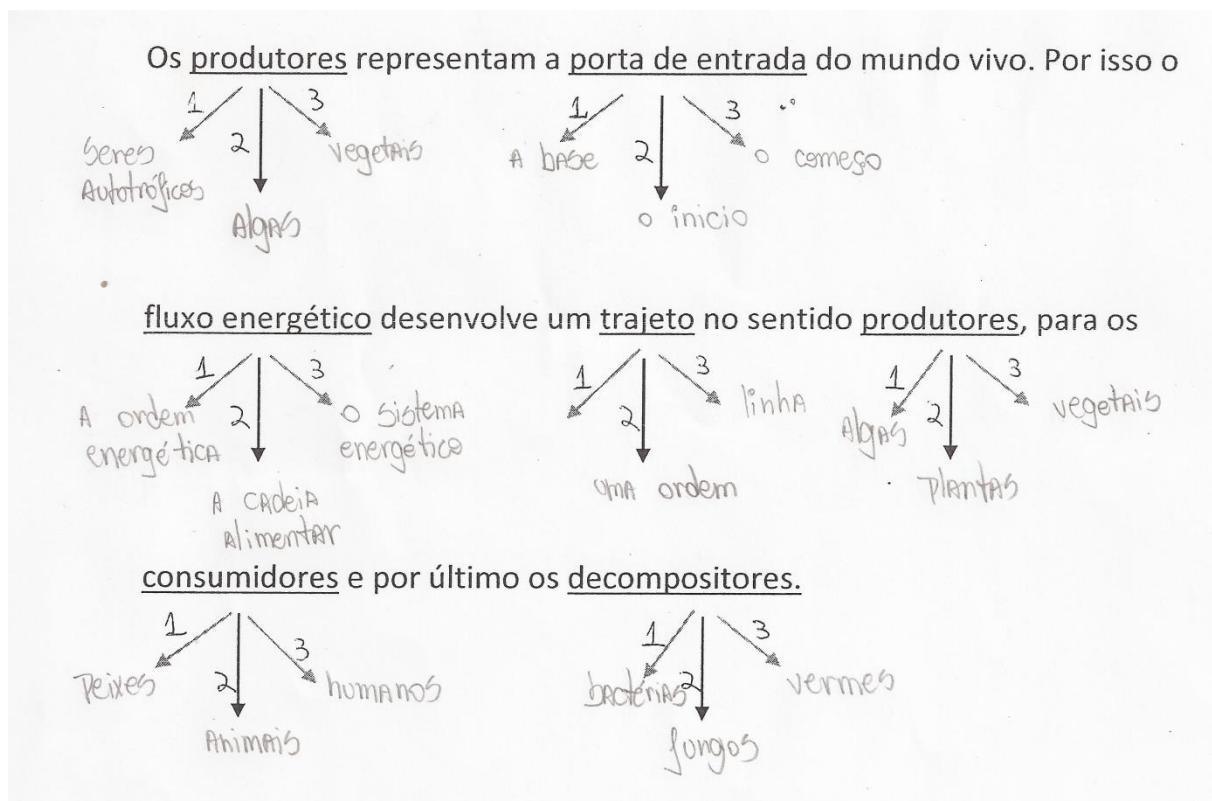
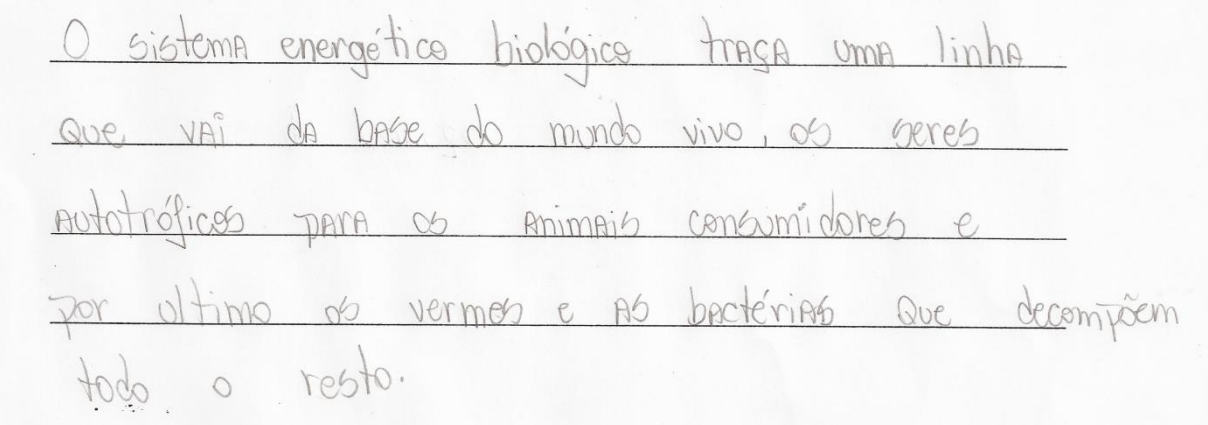


Figura 30. Estudante 5. Produção 22. Tratamento no Eixo Associativo

O Estudante 5 mostrou uma grande quantidade de associações na última atividade, completando quase todos os termos indicados. As duas vezes com que “produtores” aparecem foram corretamente relacionadas a “plantas”, “algas”, que reforça o repertório dos ecossistemas marinhos, “vegetais” e “autotróficos” se referindo ao tipo de alimentação”. A metáfora de “porta de entrada” foi corretamente associada com os três elementos “base”, “início” e “começo”. Já a associação com “fluxo energético” se mostrou incorreta, porque “ordem” e “sistema” não representam

a ideia de um caminho, uma direção que a energia percorre, assim como “cadeia alimentar”, não pode substituir a ideia de fluxo.

O termo “consumidores” foi corretamente relacionado com seres heterotróficos, como “animais”, “peixes” e “humanos”. É interessante notar a inclusão de “humanos” na cadeia alimentar, nos inserindo dentro das dinâmicas ecológicas e não apartados em ambientes completamente artificiais. Por fim, o estudante associa decompositores a “fungos” e “bactérias”, que são associações mais recorrentes, e por fim a “vermes”. É interessante que essa última associação não é muito comum, “verme” não é uma categoria taxonômica, abarcando uma grande quantidade de seres muito distintos em seus hábitos alimentares e nichos ecológicos. Dificilmente o estudante tenha associado a alguns platelmintos e rotíferos que realmente são decompositores, o uso de “verme” na fala cotidiana são os animais alongados de corpo mole, que contemplam desde larvas de moscas necrófilas até as minhocas.



O sistema energético biológico traça uma linha que vai da base do mundo vivo, os seres autotróficos para os animais consumidores e por último os vermes e as bactérias que decompõem todo o resto.

Figura 31. Estudante 5. Produção 23. Elaboração de Paráfrase

A paráfrase do estudante reelabora boa parte da estrutura do enunciado original, não apenas mudando a ordem, mas condensando informações. Com base em Medeiros (2006), principalmente pela primeira parte até “mundo vivo”, a informação foi concentrada, sendo uma paráfrase de tipo resumo. Ao escrever que o “sistema energético biológico traça uma linha” há uma inversão do que é efetivamente a causa e a consequência. O que é uma boa discussão dentro da escrita e compreensão dos fenômenos naturais como se fossem orientados por um sujeito, mas que concretamente, não existe sujeito algum orientando. Assim, a

paráfrase produzida pelo Estudante 5 suscita uma boa discussão, pois pode estar formalmente correta caso exista uma “designação” do “sistema energético biológico”, para que a energia flua entre os níveis tróficos.

Considerações Gerais sobre o Estudante 5

Em uma abordagem longitudinal é perceptível a maior participação que o Estudante 5 realizou com as atividades propostas. Não apenas aumentaram as associações dos termos designados, mas as duas paráfrases mostraram elementos novos e maior dinamicidade na reconstrução dos conceitos. São associações que mesclaram com termos de uma fala cotidiana que podem ser utilizados como ligações de conceitos ecológicos mais bem elaborados.

Conclusões

A perspectiva de investigar novas abordagens do registro escrito com apoio da semiologia na aprendizagem de ciências tem como intenção desenvolver formas mais precisas em como refletir e agir sobre as apropriações de conceitos. A tentativa de definir critérios de como um conteúdo é compartilhado de modo genuíno, usando a semiologia como ferramenta, pode oxigenar novos programas de pesquisa na área que atendam a uma maior apropriação da linguagem científica e com proveitos para a escrita e nível de interpretação.

Partindo das perguntas de pesquisa elencadas para esta dissertação, em que se abordava como podemos reelaborar conceitos-chave com o uso de paráfrases e associações, o que seria apropriado pelo estudante a partir dessa estratégia didática e quais os critérios que os professores utilizariam para essa evidênciação, parto de uma consideração sobre a combinação entre as duas atividades simultânea. É possível observar uma complementaridade entre o uso do eixo paradigmático e da paráfrase. Podemos ver o repertório do estudante a respeito de cada termo, dentro de seus limites expansivos e contingenciais, e verificar como a paráfrase pode ajudar a inscrever novos significados pelos estudantes de modo a condensar ou expandir os conceitos-chave. A perspectiva do repertório de cada termo, que ao se exigir mais de um exemplo relacionado a uma mesma coisa, evidencia tanto limites quanto possibilidade de dilatações do conceito. Ou seja, mesmo dentro do registro escrito, ao explorar a compreensão que o estudante tem e oportunizando a liberdade de reescrevê-lo, é possível que apareça mais termos que podem ser analisados e rediscutidos.

Dentro da Unidade Didática elaborada, muitas as atividades foram estereotipadas, consistindo em algumas cópias sem significações maiores ou erros com significado real. Isso se dá por um extenso número de fatores, mais ou menos relevantes caso a caso, que fogem do escopo dessa pesquisa. Mas algo que podemos salientar, e que se inscreve nos objetivos do trabalho, é que uma análise criteriosa demonstra a similaridade com o conceito que deveria ser modificado e que pode gerar proveitosas intervenções do professor junto aos estudantes no processo de ensino-aprendizagem. O critério desenvolvido para o uso do registro escrito não permite que repostas padrão, copiadas, sejam consideradas como válidas, evitando

a “assimilação sem sentido das palavras” que Vygotsky apontou. A análise termo a termo permite um olhar específico em cada conteúdo. A análise da paráfrase pode ser expandida para critérios de concordância, coesão, regência, que favoreça e seja mais um estímulo para o uso da norma culta da língua.

O tratamento do registro pode ser adaptado de outras formas ao utilizar enunciados que tenham uma maior quantidade de substantivos importantes. A escolha de alguns pronomes e advérbios se mostrou oportuna, pois demonstrou que alguns erros derivavam da não compreensão do significado das palavras e não apenas da pequena apropriação dos conteúdos científicos. Um campo para outras pesquisas seria a de combinar a atividade de tratamento e paráfrase com outros registros semióticos, como figuras, imagens, tabelas, gráficos e simulações. A mobilização de mais registros em uma atividade orientada traz mais elementos para o docente propor distintas formas de representação que podem enriquecer o vocabulário e a compreensão, com fins para a alfabetização científica.

As autoras Sasseron e Carvalho (2011) realizaram uma revisão bibliográfica em que os termos letramento científico e alfabetização científica ocorria, e os organizou em três grandes Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica. Inclui-se nesses eixos necessidade de construção dos conhecimentos científicos com os estudantes, compreendendo a necessidade do entendimento e aplicação de conceitos-chave da ciência em situações diversas, para compreender trivialidades ou interpretar pequenas informações do cotidiano. O trabalho, com um foco nesses conceitos-chave, contribui para elencar os critérios dessa apropriação. As autoras ressaltam ainda dois outros eixos essenciais para a alfabetização científica, a compreensão ética e política que circundam a prática científica e as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente. A Unidade Didática desenvolvida neste trabalho não contemplou diretamente outros aspectos essenciais de serem tratados no Ensino de Ecologia, mas, considero que uma rasa compreensão dos aprendizes sobre a dinâmica de funcionamento dos processos naturais também contribui para um ensino de hábitos desprovidos de cientificidade, que reforçam costumes e necessidades desprovidas de significado profundo para o indivíduo.

A construção da Unidade Didática trazia uma motivação de considerar o tempo disponível concreto que os/as docentes da rede de ensino efetivamente têm para

adaptar e reproduzi-la, levando em conta o tempo disponível entre as aulas e o currículo necessário. A consideração de que possam formular, analisar e reorganizar seu planejamento e aula a partir dos resultados foi fundante do trabalho, para que não fosse produzida uma Unidade Didática demasiado complexa e impossível de ser efetuada. Considero que para a formulação, desde que já definido alguns critérios de associação e paráfrase, o docente pode selecionar com agilidade os conteúdos-chave de cada tema que irá abordar. Com esses critérios objetivos, análise da produção dos/as estudantes e a reorganização do seu planejamento são exequíveis dentro do seu tempo de hora-atividade disponível. Creio que considerando esses critérios, a Unidade Didática atingiu seu objetivo.

Por fim, maneiras de modificar o registro escrito são presentes em vários programas de pesquisa, com outras denominações e objetivos imediatos, mas que confluem para a melhora da interpretação e escrita dos estudantes. Esse trabalho intentou se inserir em mais uma dessas contribuições.

Referências

AMABIS, J. M. MARTHO, G. R. **Biologia**. São Paulo: Moderna, 2009.

BAKHTIN, M. **Questões de literatura e estética: a teoria do romance**. 3. ed. São Paulo: Hucitec/UNESP, 1983.

BARTHES, R. **Elementos de semiologia**. São Paulo: Cultrix, 1972.

BASSO, R. C. **Apropriações de Conceitos de Ecologia por meio da Transcodificação entre Representações 3D e Verbal feitas por Estudantes do Ensino Fundamental**. 208 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) Universidade Estadual de Londrina, 2014.

BONITO, J. Da nova filosofia da ciência ao ensino da ciência. In: **Da Filosofia, da pedagogia, da escola: Liber Amicorum Manuel Ferreira Patrício**. Evora: Universidade de Evora, pp. 281–306, 2008.

BRASIL, S. DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

CACHAPUZ, A. A emergência da didática das ciências como campo específico de conhecimento. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 14, pp. 155–195, 2001.

CASTRO, D. A. **A Trajetória Histórica da Didática**. São Paulo: FDE, 2005.

COELHO NETTO, J. T. **Semiótica, informação comunicação**. 6. ed. São Paulo: Perspectiva, 2003.

DUVAL, R. **Semiosis y pensamiento humano: registros semióticos y aprendizajes intelectuales**. 1 ed. Cali: Universidad del Valle, 1999.

DUVAL, R. A Cognitive Analysis of Problems of Comprehension in a Learning of Mathematics. **Educational Studies in Mathematics**, v. 61, n. 1-2, pp. 103–131 2006.

FANG, Z. The language demands of science reading in middle school. **International Journal of Science Education**, 2006.

FUCHS, C. **La paraphrase**. 1 ed. Paris: Press Universitaire de France, 1982.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

GOLLEY, F. B. **A history of the ecosystem concept in ecology**. New Haven: Yale University Press, 1993.

HANNIGAN, J. A. **Environmental Sociology: a social constructionist perspective**. 1 ed. London: Routledge, 1995.

HILGERT, J. G. Procedimentos de reformulação: a paráfrase. In: PRETI, D. (Ed.). **Análise de textos orais**. 3 ed. São Paulo: Humanitas, 1997.

JAIPAL, K. Meaning making through multiple modalities in a biology classroom: A multimodal semiotics discourse analysis. **Science Education**, v. 94, pp. 48–72, 2010.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 1, pp. 85–93, 2000.

KRASILCHIK, M. **Práticas do Ensino de Biologia**. 4 ed. São Paulo: EDUSP, 2004.

KUHN, T. S. **Estrutura das Revoluções Científicas**. 6. ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 2001.

LABURÚ, C. E.; BARROS, M. A.; SILVA, O. Construção dos conceitos de física de estudantes apoiada em relações sintagmáticas e paradigmáticas. **Acta Scientiae**, v. 16, pp. 93–113, 2013.

LEMKE, J. L. **Teaching all the languages of science: words, symbols, images, and actions**. Disponível em <http://academic.brooklyn.cuny.edu/education/jlemke/papers/barcelon.htm>. Acesso em: 18 jun 2015, 2003.

LURIA, A. R. **Desenvolvimento Cognitivo**. São Paulo: Cone, 2010.

MEDEIROS, J. B. **Redação científica: a prática de fichamentos, resumos, resenhas**. 8 ed. São Paulo: Atlas, 2006.

MILLER JUNIOR, G.; SPOOLMAN, C. E. **Ecologia e Sustentabilidade**. 6. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. Anomalies and conflicts in classroom discourse. **Science Education**, 2000.

NARDI, R. **Questões atuais no ensino de ciências**. São Paulo: Escrituras, 2002.

NASCIMENTO, T. C.; MARTINS, I. O texto de genética no livro didático de ciências: uma análise retórica crítica. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, pp. 255–278, 2005.

NIGRO, R. G.; TRIVELATO, S. L. F. Leitura de textos de ciências de diferentes gêneros: um olhar cognitivo-processual. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 3, pp. 553–573, 2010.

ODUM, P. E.; BARRETT, W. G. **Fundamentos de Ecologia**. 5 ed. Cengage Learning, 2007.

OLIVEIRA, T. G. S.; MUNFORD, D. Apropriação do discurso científico: uma análise do uso da linguagem científica em atividades de ensino de ciências com alunos da educação de jovens e adultos. **Revista da SBEnBio**, n. 7, 2014.

PARANÁ, S. E. DE E. **Diretrizes Curriculares de Biologia para a Educação Básica**. Curitiba: SEED, 2008.

PAULINO, W. R. **Biologia Atual**. São Paulo: Ática, 2002.

PÊCHEUX, M. **Semântica e Discurso: uma crítica à afirmação do óbvio**. Campinas: Editora da Unicamp, 1997.

PERUCCI, L. R.; LABURÚ, C. E.; ROSA-SILVA, P. O.; BASSO, C. Investigações em Ensino de Ciências – V17(3), pp. 685-696, 2012. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 17, n. Iv, pp. 685–696, 2012.

PERUCCI, L. R.; LABURÚ, C. E.; ROSA-SILVA, P. O. **A simulação didática de flutuação de população sob o olhar da semiótica de Duval**. Disponível em: <http://www.sinect.com.br/anais2012/html/artigos/ensino%20bio/10.pdf>. Acesso em 18 de jun 2015, 2012.

PERUCCI, L. R. ; ROSA-SILVA, P. O. . **Antitabagismo: análise conotativa e denotativa de imagens de ameaça à vida**. In: XI EDUCERE - XI Congresso Nacional de Educação, II SIRSSE - II Seminário Internacional de Representações Sociais, Subjetividade e Educação e IV SIPD - Seminário Internacional sobre Profissionalização Docente, 2013, Curitiba. Anais do XI Congresso Nacional de Educação EDUCERE. II Seminário Internacional de Representações Sociais, Subjetividade e Educação / IV Seminário Internacional sobre Profissionalização Docente UNESCO: formação docente. Curitiba: Universitária Champagnat, v. Único. p. 27153-27161. 2013.

PRAIN, V.; WALDRIP, B. An Exploratory Study of Teachers' and Students' Use of Multi-modal Representations of Concepts in Primary Science. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 15, pp. 1843–1866. 2006.

RICKFLESS, R. E. **A economia da natureza**. 5. ed. São Paulo: Guanabara Koogan, 2003.

RODRIGUES, D. A. **Introdução à semiótica**. Lisboa: Editorial Presença, 1991.

ROSA-SILVA, P. O. **Alfabetização visual como estratégia de Educação Ambiental sobre resíduo sólido doméstico: os interpretantes de Peirce na compreensão das representações de estudantes do Ensino Médio**. 2013 181 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) - Universidade Estadual de Londrina, 2013. APAGAR ANO

ROSA-SILVA, P. O.; LABURÚ, C. E. III ENEBIO & IV EREBIO – Regional 5 V Congresso Iberoamericano de Educación en Ciências Experimentales. **Revista da SBEnBio**, v. 3, pp. 479–488, 2010.

- SANT'ANNA, A. F. **Paródia, paráfrase & Cia.** 3 ed. São Paulo: Ática, 1985.
- SANTAELLA, L. **Matrizes do pensamento e da linguagem.** São Paulo: Iluminuras, 2001.
- SASSERON, L.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino**, v. 16, n. 1, pp. 59–77, 2011.
- SAUSSURE, D. E. **Curso de linguística geral.** 34. ed. São Paulo: Cultrix, 2012.
- SEPULVEDA, C.; EL-HANI, C. N. Apropriação do discurso científico por alunos protestantes de biologia: uma análise à luz da teoria da linguagem de Bakhtin. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 1, pp. 29–51, 2006.
- STEINBRING, H. What Makes a Sign a Mathematical Sign? – An Epistemological Perspective on Mathematical Interaction. **Educational Studies in Mathematics**, v. 61, n. 1-2, pp. 133–162, 28 fev. 2006.
- TAIZ, Z.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3 ed. São Paulo: Artmed, 2013.
- TOWNSEND, R. C.; MICHAEL, B.; JOHN, L. H. **Fundamentos em Ecologia.** 2 ed. São Paulo: Artmed, 2003.
- VOLOSCHINOV, V. N. **Marxismo e Filosofia da linguagem.** São Paulo: Hucitec/UNESP, 1992.
- VYGOTSKY, L. S. **Psicologia Pedagógica.** São Paulo: Martins Fontes, 2004.
- VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 2009.
- WALDRIP, B.; PRAIN, V.; CAROLAN, J. Using Multi-Modal Representations to Improve Learning in Junior Secondary Science. **Research in Science Education**, v. 40, n. 1, pp. 65–80, 16 jan. 2010.
- ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar.** Porto Alegre: Artmed, 2002.
- ZOMPERO, F. A. **Significados de fotossíntese elaborados por alunos do ensino fundamental a partir de atividades investigativas mediadas por multimodos de representação.** 2012. 226 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) Universidade Estadual de Londrina, 2012.