



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO, FILOSOFIA E HISTÓRIA DAS
CIÊNCIAS

DARCY RIBEIRO DE CASTRO

**ESTUDO DE CONCEITOS DE ESTRUTURA E FUNCIONALIDADE DE SERES
VIVOS NO ENSINO FUNDAMENTAL I**

**SALVADOR-BA
2014**

DARCY RIBEIRO DE CASTRO

**ESTUDO DE CONCEITOS DE ESTRUTURA E FUNCIONALIDADE DE SERES
VIVOS NO ENSINO FUNDAMENTAL I**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia, Universidade Estadual de Feira de Santana, para a obtenção do grau de Doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências, na área de concentração em Educação Científica e Formação de Professores.

Orientador: Prof. Dr. Nelson Rui Ribas Bejarano.

**SALVADOR-BA
2014**

FICHA CATALOGRÁFICA
Sistema de Bibliotecas da UNEB
Bibliotecária: Jacira Almeida Mendes – CRB: 5/592

Castro, Darcy Ribeiro de
Estudo de conceitos de estrutura e funcionalidade de seres vivos no ensino fundamental I / Darcy
Ribeiro de Castro. - Salvador, 2014.
340f.

Orientador: Nelson Rui Ribas Bejarano.
Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Bahia. Universidade Estadual de Feira de Santana.
Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências. 2014.

Contém referências, apêndices e anexos.

1. Ciências (Ensino fundamental) - Estudo e ensino. 2. Educação. 3. Ensino fundamental. I.
Bejarano, Nelson Rui Ribas. II. Universidade Federal da Bahia. Universidade Estadual de Feira de
Santana.

CDD: 372.35

TERMO DE APROVAÇÃO

DARCY RIBEIRO DE CASTRO

ESTUDO DE CONCEITOS DE ESTRUTURA E FUNCIONALIDADE DE SERES VIVOS NO ENSINO FUNDAMENTAL I

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências, na área de concentração em Educação Científica e Formação de Professores, Universidade Federal da Bahia, Universidade Estadual de Feira de Santana, pela seguinte banca examinadora:

Nelson Rui Ribas Bejarano - Orientador

Doutor em Educação- Universidade de São Paulo (USP)
Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Edilson Fortuna Moradillo

Doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências pela UFBA/UEFS
Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Rejâne Maria Lira da Silva

Doutora em Ciências Médicas - Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)
Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Maria Terezinha Bellanda Galuch

Doutora em educação pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (USP)
Universidade Estadual de Maringá (EEM)

Francimar Martins Teixeira

Doutora em Graduate School Of Educacão pela University Of Bristol, Grã-Bretanha
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Salvador, 19 de maio de 2014.

Dedico este trabalho

Ao meu filho Victor Maciel de Castro, pela compreensão nos momentos em que estive ausente, por fazer parte desta pesquisa, auxiliando-me na organização dos materiais produzidos pelas crianças menores. A minha esposa Albertina Neta Oliveira de Castro, pelo apoio ao trabalho intenso, pela compreensão da minha ausência, pela paciência de me acompanhar nessa trajetória, dando-me força para caminhar sempre, por confiar em mim e fazer parte da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai José Ribeiro de Castro, pela grandeza de ter acreditado em mim e ter apoiado meus passos (*in memoriam*).

A minha mãe Mismebre Ferreira de Castro, pelo incentivo na vida, pelos estudos e por ter me direcionado sempre no caminho do bem.

Ao professor Nelson Rui Ribas Bejarano, orientador, e, acima de tudo um amigo, por sua competência teórica e seus ricos ensinamentos a mim auferidos durante todo o doutorado, os quais contribuíram para minha formação quanto pessoa e profissional melhor.

Aos professores da Escola COOPEC, por terem me auxiliado durante o período de pesquisa, com os registros fotográficos e anotação das atividades dos alunos.

Aos alunos da COOPEC que participaram deste estudo com empenho e dedicação, e pelo aprendizado que com eles adquiri para minha vida inteira.

Ao grupo de estudo do Programa de Pós Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências- PPGEFHC, Coordenado pelo Professor Nelson Bejarano, pelas sugestões e críticas construtivas ao presente trabalho.

Ao design gráfico Helder Lopes, pela paciência e criatividade na organização da síntese do conhecimento das crianças que fizeram parte da pesquisa.

Aos pais das crianças da COOPEC que apoiaram seus filhos na participação da pesquisa, especialmente, os direcionando para escola no turno oposto.

À direção e Coordenação da COOPEC, por apoiarem e acreditar na realização deste trabalho, como algo importante para o aprendizado dos alunos e para formação profissional das professoras.

À professora Márcia Regina Mendes Santos da UNEB- Campus IV- Jacobina, pela disponibilização do tempo escasso para correção do texto da tese, pela paciência e dedicação de ajudar em tal propósito.

Ao Professor José Luis de Paula Barros Silva, do Programa de Pós Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências- PPGEFHC, pelo apoio ao estudo de formação de conceitos nas suas aulas para mim inesquecíveis.

Aos professores Edilson Fortuna de Moradilo, Francimar Martins Teixeira, Rejâne Maria Lira da Silva e Maria Terezinha Bellanda Galuch, pelas críticas

construtivas ao meu trabalho, e pelo apoio a mim disponibilizado nesse momento de caminhada, tornando transponível a travessia.

Aos colegas e amigos, Lenir Silva Abreu e Abraão Félix da Penha, do Programa de Pós Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências - PPGEFHC, pelos momentos de estudo, decisivos para minha aproximação com a teoria vigotskiana.

À Amanda da Silva Cascaes, da Universidade do Estado da Bahia - UNEB, pelo tempo, paciência e carinho disponibilizados como auxílio na organização das figuras e quadros em que constam os dados dos alunos.

RESUMO

O trabalho intitulado “Estudo de Conceitos de Estrutura e Funcionalidade Seres Vivos no Ensino Fundamental I” foi desenvolvido na Cooperativa de Ensino de Central-BA- COOPEC, no período de 2009 a 2012. Trata-se de um estudo com crianças na faixa etária entre 7 e 11 anos de idade. Para tal, usamos como referencial teórico principal a Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky, com apoio na Teoria da Atividade de Leontiev. Considera as fases do desenvolvimento da criança (pensamento por complexo e conceitual) e as contribuições destas para formação de conceitos científicos em relação aos aspectos de estrutura, tamanho e funções vitais de seres vivos. Este trabalho teve como objetivo investigar como ocorre a compreensão dos alunos dos Anos Iniciais sobre os conceitos de tamanho, estrutura e funções vitais de micro-organismos/células, animais e plantas mediante aulas teórico-práticas ministradas na referida escola. Em 2009, realizamos estas aulas em quatro turmas do Ensino Fundamental I (2º ao 5º ano) e de 2010 a 2012, as aulas foram ministradas para os mesmos alunos (3º ao 5º ano). Realizamos a coleta de dados, tendo em vista a construção do conhecimento científico do mundo social, com base na orientação do método dialético e da pesquisa qualitativa no âmbito geral. Usamos, para isto, os métodos de observação e entrevista estruturada e semiestruturada com registros em áudio e vídeo, fotografias e notas de campo. Analisamos os dados transcritos, de forma comparativa, indicando quatro níveis de desenvolvimento conceitual dos estudantes. Observamos um aumento gradativo nos conhecimentos espontâneos e científicos, envolvendo a estrutura e função de micro-organismos/células, animais e plantas, enfatizando os processos e interações sistêmicas e a importância destes seres para o ser humano e para a Natureza. Evidenciamos um limite na compreensão conceitual dos alunos em cada fase, contudo, inferimos que os conceitos apropriados pelos alunos nas atividades/experiências realizadas ultrapassam aqueles comumente aprendidos pelas crianças no Ensino Fundamental I. Acreditamos ter alcançado, com essa pesquisa, uma base inicial de conhecimento que pode ser usada para análise de situações análogas às que vivem as crianças da COOPEC, em outros contextos que fazem parte do ensino de ciências nos Anos Iniciais, bem como para o ensino dos mencionados conceitos.

Palavras-chave: Teoria Histórico-Cultural. Organização do ensino. Ensino de Ciências. Micro-organismos/células. Plantas. Animais.

ABSTRACT

The work entitled "Study of concepts of Structure and function in living beings elementary school I" was developed in Central education cooperative-BA-COOPEC, during the period from 2009 to 2012. This is a study with children aged between 7 and 11 years of age. To this end, we use as theoretical main historical-Cultural theory of Vygotsky, Leontiev activity theory. Consider the stages of child development (complex and conceptual thinking) and the contributions of these for formation of scientific concepts in relation to aspects of structure, size and vital functions of living organisms. This work aimed to investigate how the understanding of students of initial years on the concepts of size, structure and vital functions of microorganisms/cells, animals and plants through theoretical and practical classes taught in that school. In 2009, we conducted these classes in four classes of elementary school I (2nd to 5th grade) and 2010 to 2012, classes were taught to the same students (3rd to 5th year). We perform data collection, aimed at the construction of scientific knowledge of the social world, based on the orientation of the dialectical method and within the general framework of qualitative research. We use, for this, the methods of observation and structured and semi-structured interview with audio and video records, photographs and field notes. We analyze the data transcribed, comparative form, indicating four levels of conceptual development of students. We observed a gradual increase in spontaneous and scientific knowledge, involving the structure and function of cells/micro-organisms, plants and animals, emphasizing processes and systemic interactions and the importance of these beings for man and nature. Showed a limit on students' conceptual understanding at each stage, however, we infer that the concepts suitable for students in activities/experiments beyond those commonly learned by children in elementary school (I). We believe have achieved, with this research, an initial knowledge base that can be used for analysis of situations analogous to living children from COOPEC, in other contexts that are part of science teaching in early years as well as for the teaching of the mentioned concepts.

Keywords: Cultural and Historical Theory. Organisation of teaching. Teaching science. Micro-organisms/cells. Plants. Animals.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Fases de vida de um Paramécio– 2º ano (aula do pesquisador).....	65
Figura 2a– Tecido vegetal– alunos do 2º ano.....	69
Figura 2b– Pólen, óvulos vegetais– alunos 5º ano.....	69
Figura 3– Níveis de conhecimento conceitual dos alunos do 5º ano– COOPEC.....	93
Figura 4a– Algas em geral.....	106
Figura 4b– Algas verdes.....	107
Figura 5a– Aulas do pesquisador.....	108
Figura 5b– Aulas do pesquisador.....	108
Figura 5c– Desenhos dos alunos.....	108
Figura 5d– Desenhos dos alunos.....	108
Figura 6a– A estrutura de um <i>Paramecium</i>	112
Figura 6b– A <i>Euglena viridis</i> vista em microscópio óptico.....	112
Figura 7a– Bolor de pão, aspecto macroscópico.....	114
Figura 7b– Bolor de pão com formação de esporos.....	114
Figura 8– Aulas práticas sobre fungos (Bolor de pão).....	116
Figura 9– Aula realizada com crianças do 4º ano – COOPEC.....	118
Figura 10a– Bactéria isolada.....	120
Figura 10b– Colônia de Bactérias.....	120
Figura 10c– Tipos de Bactérias.....	121
Figura 10d– Bactéria isolada simples.....	121
Figura 10e– Bactéria em detalhe.....	122
Figura 11a, b– Demonstração prática com células da mucosa bucal.....	123
Figura 12a– Montagem do experimento.....	126
Figura 12b– Crescimento vegetal– Caixa fechada.....	126
Figura 12c– Crescimento vegetal– Fora da caixa.....	126
Figura 12d– Aula do pesquisador.....	126
Figura 13a– Plantas - Caixa fechada com abertura no meio.....	128
Figura 13b– Plantas- Fora da caixa.....	128
Figura 14a– Observação ao microscópio– Alunos do 4º ano– COOPEC.....	130
Figura 14b– Experiência com o copo de leite.....	131
Figura 14c– Desenhos dos alunos do 4º ano – COOPEC.....	131

Figura 15a, b– Desenhos dos vasos-amostragem de lâminas dos tecidos de copo de leite– 4º ano– 2011.....	132
Figura 16– Transporte de água e nutrientes em vegetal. Aluna do 4º ano– COOPEC.....	135
Figura 17– Demonstração prática dos vasos lenhosos (xilema) e liberianos (floema).....	137
Figura 18a– Experimento sobre a identificação do amido– Teste 1.....	143
Figura 18b– Experimento sobre a identificação do amido– Teste 2.....	143
Figura 18c– Experimento sobre a digestão do amido (iodo+amido)–Tubo1	143
Figura 18d– Experimento sobre a digestão do amido (iodo+amido+ saliva)– Tubos 1 e 2.....	143
Figura 19– Experimento sobre a identificação do gás carbônico.....	154
Figura 20– Pensamento egocêntrico– Aluno do 5º ano– COOPEC.....	192
Figura 21– Experimento base sobre transporte de substância em vegetal– Aluno do 5º ano- COOPEC.....	194
Figura 22– Trocas gasosas vegetais e interação de funções vitais– Aluno do 5º ano – COOPEC.....	196
Figura 23– Sistema de transporte vegetal– Aluno do 5º ano da COOPEC.....	201
Figura 24– Trocas gasosas no ser humano– Aluno do 5º ano da COOPEC.....	229
Figura 25– Trocas gasosas em seres humanos e plantas– Aluno do 5º ano da COOPEC.....	230
Figura 26– Rede conceitual sobre micro-organismos/células.....	250
Figura 27– Rede conceitual sobre vegetais.....	251
Figura 28– Rede conceitual sobre animais (ser humano).....	253

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1– Cronograma - Planejamento Anual – COOPEC.....	85
QUADRO 2– Aulas práticas realizadas na COOPEC com alunos do Ensino Fundamental I.....	90
QUADRO 3– Métodos de pesquisa.....	95
QUADRO 4– Identificação do amido nos alimentos, alunos do 3º ano.....	142
QUADRO 5– Proposições egocêntricas elaboradas pelos alunos do 5º ano da COOPEC.....	235
QUADRO 6– Proposições elaboradas pelos alunos do 5º ano da COOPEC.....	237
QUADRO 7– Proposições elaboradas pelos alunos do 5º ano da COOPEC.....	240
QUADRO 8– Proposições elaboradas pelos alunos do 5º ano da COOPEC.....	243
QUADRO 9– Analogias sobre micro-organismos/células elaboradas pelos alunos do 5º ano da COOPEC.....	245
QUADRO 10– Analogias sobre plantas elaboradas pelos alunos do 5º ano da COOPEC.....	246
QUADRO 11– Analogias elaboradas sobre animais (ser humano) pelos alunos do 5º ano da COOPEC.....	248
QUADRO 12– Níveis de Desenvolvimento- alunos do 5º ano da COOPEC.....	249
QUADRO 13– Proposições com causa e efeito– alunos do 5º ano da COOPEC.....	254
QUADRO 14– Proposições com causa e efeito– alunos do 5º ano da COOPEC.....	256
QUADRO 15– Proposições com causa e efeito– alunos do 5º ano da COOPEC.....	257
QUADRO 16– Implicações da causa e efeito na apropriação conceitual– alunos do 5º ano da COOPEC.....	259
QUADRO 17– Proposições com aspectos de transformação– alunos do 5º ano da COOPEC.....	261
QUADRO 18– Proposições sobre formação de conceitos– alunos do 5º ano da COOPEC.....	263

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

COOPEC– COOPERATIVA DE ENSINO DE CENTRAL

UFBA– UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

ZDI– ZONA DE DESENVOLVIMENTO IMEDIATA

ZDP– ZONA DE DESENVOLVIMENTO PROXIMAL

ZDR– ZONA DE DESENVOLVIMENTO REAL

DNA– ÁCIDO DESOXIRRIBUNUCLÉICO

ND– NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO

RC– REDE DE CONHECIMENTO

PPPE– PROJETO POLÍTICO PEDAGÓGICO ESCOLAR

mL– MILILITRO

cm– CENTÍMETRO

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	17
CAPÍTULO I	
1 REFERENCIAL TEÓRICO.....	30
1.1 A FORMAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS.....	30
1.1.1 A Trajetória de Formação de Conceitos.....	30
1.1.2 A Mediação e a Internalização de Conceitos.....	36
1.1.3 A Aprendizagem Conceitual.....	53
1.2 ESTRUTURA E FUNCIONALIDADE DE SERES VIVOS: O CONHECIMENTO BIOLÓGICO NA ÁREA.....	60
1.2.1 A Célula e os seres vivos.....	60
1.2.1.1 A Célula e os Micro-organismos.....	61
1.2.1.2 Células Microscópicas e Macroscópicas.....	67
1.2.2 Funções Vitais de Plantas.....	70
1.2.3 Funções Vitais de Animais.....	74
1.2.4 Analogias sobre micro-organismos/células, animais e plantas.....	81
CAPÍTULO II	
2 METODOLOGIA.....	85
2.1 O TRABALHO INTERVENTIVO NA COOPEC.....	85
2.1.1 O contexto da sala de aula.....	86
2.1.2 Pressupostos.....	88
2.1.3 Organização das aulas práticas.....	89
2.1.4 Recursos.....	94
2.2 TRABALHANDO COM OS DADOS.....	94
2.2.1 A pesquisa qualitativa.....	94
2.2.2 A coleta de dados.....	95
2.2.3 A análise de dados.....	103
CAPÍTULO III	
3 O CONHECIMENTO BIOLÓGICO DOS ALUNOS DA COOPEC: ESTRUTURA E FUNCIONALIDADE DE SERES VIVOS.....	105
3.1 A CÉLULA E OS ORGANISMOS MICRO E MACROSCÓPICOS.....	105
3.1.1 Aulas Práticas (P2A) sobre algas e Aulas Práticas (P2B) com bolor de pão (fungos).....	106
3.1.1.1 Aulas Práticas (P2A).....	106
3.1.1.2 Aulas Práticas (P2B).....	113
3.1.2 Aulas Práticas (P3) sobre formigas, besouro, fibra de algodão, fio de cabelo, cortes de insetos, alvéolos etc.	117

3.1.3 Aulas Práticas (P4) sobre figuras de células de bactérias, cebola, estômatos, paramécio e tecido sanguíneo (demonstrações práticas).....	120
3.2 FUNÇÕES VITAIS DE PLANTAS.....	124
3.2.1 Aulas Práticas (P2) sobre luz e vida.....	125
3.2.2 Aulas Práticas (P3) com o copo de leite.....	129
3.2.3 Aulas Práticas (P4) sobre estrutura microscópica do sistema de transporte e reserva (demonstrações práticas).....	136
3.3 FUNÇÕES VITAIS DE ANIMAIS.....	140
3.3.1 Aulas Práticas (P2) sobre identificação do amido nos alimentos e a digestão do amido.....	141
3.3.2 Aulas Práticas (P3) sobre alimentação e nutrição das crianças da COOPEC.....	145
3.3.3 Aulas Práticas (P4) sobre identificação do gás carbônico e a interação de funções vitais em animais (ser humano)- demonstrações práticas.....	152

CAPÍTULO IV

4 O DESENVOLVIMENTO CONCEITUAL DOS ALUNOS DA COOPEC.....	157
4.1 NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO CONCEITUAL DOS ALUNOS– MICRO-ORGANISMOS/CÉLULAS.....	157
4.1.1 Nível de Desenvolvimento Conceitual C1– Aulas Práticas (P1) sobre paramécio, alvéolos de limão, fibras de algodão e Aulas Práticas (P2A) sobre algas.....	157
4.1.2 Nível de Desenvolvimento Conceitual C2– Aulas Práticas (P2B) com bolor de pão (fungos).....	169
4.1.3 Nível de Desenvolvimento Conceitual C3– Aulas Práticas (P3) sobre formigas, besouro, fibra de algodão, fio de cabelo, cortes de insetos, alvéolos etc.. ..	174
4.1.4 Nível de Desenvolvimento Conceitual C4– Aulas Práticas (P4) sobre figuras de células de bactérias, cebola, estômatos, paramécio e tecido sanguíneo (demonstrações práticas).....	179
4.2 NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO CONCEITUAL DOS ALUNOS– PLANTAS.....	184
4.2.1 Nível de Desenvolvimento Conceitual C1– Aulas Práticas (P1) sobre tecido vegetal e respiração em órgãos reprodutivos.....	184
4.2.2 Nível de Desenvolvimento Conceitual C2– Aulas Práticas (P2) sobre luz e vida.....	189
4.2.3 Nível de Desenvolvimento Conceitual C– Aulas Práticas (P3) com o copo de leite.....	198
4.2.4 Nível de Desenvolvimento Conceitual C4– Aulas Práticas (P4) sobre estrutura microscópica do sistema de transporte e reserva (demonstrações práticas).....	207
4.3 NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO CONCEITUAL DOS ALUNOS DA COOPEC– ANIMAIS (SER HUMANO).....	213

4.3.1 Nível de Desenvolvimento Conceitual C1– Aulas teórico-práticas (P1) sobre funções vitais de animais (ser humano).....	213
4.3.2 Nível de Desenvolvimento Conceitual C2– Aulas Práticas (P2) sobre identificação do amido nos alimentos e a digestão do amido.....	216
4.3.3 Nível de Desenvolvimento Conceitual C3– Aulas Práticas (P2) sobre alimentação e nutrição das crianças da COOPEC.....	223
4.3.4 Nível de Desenvolvimento Conceitual C4– Aulas Práticas (P4) sobre identificação do gás carbônico e a interação de funções vitais em animais (ser humano)– demonstrações práticas.....	228
4.4 A SÍNTESE DOS CONHECIMENTOS DOS ALUNOS DA COOPEC.....	234
4.4.1 Egocentrismo Infantil.....	235
4.4.2 Pensamento por complexo.....	237
4.4.3 Conflito cognitivo.....	239
4.4.4 Conceitos e questões na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).....	243
4.4.5 Analogias sobre micro-organismos/células, plantas e animais (ser humano).....	245
4.4.5.1 Analogias sobre micro-organismos/células.....	245
4.4.5.2 Analogias sobre Plantas.....	246
4.4.5.3 Analogias sobre animais.....	248
4.4.6 Níveis de Desenvolvimento (ND) e o limite conceitual dos alunos da COOPEC.....	249
4.4.7 Rede de Conhecimento (RC) sobre micro-organismos/células, funções vitais de plantas e animais (ser humano).....	250
4.4.7.1 Rede de Conhecimento (RC) sobre micro-organismos/células.....	250
4.4.7.2 Rede de Conhecimento (RC) funções vitais de plantas.....	251
4.4.7.3 Rede de Conhecimento (RC) sobre funções vitais de animais (ser humano).....	252
4.4.8 Causa e efeito.....	253
4.4.8.1 Causa e efeitos em micro-organismos/células.....	254
4.4.8.2 Causa e efeito– Plantas.....	256
4.4.8.3 Causa e efeito– Animal (ser humano).....	257
4.4.9 Transformação.....	260
4.4.10 Pensamento conceitual em formação.....	262

CAPÍTULO V

5 IMPLICAÇÕES DA PESQUISA REALIZADA NA COOPEC.....	265
5.1 NO DESENVOLVIMENTO CONCEITUAL DOS ALUNOS.....	265
5.2 NA FORMAÇÃO PROFISSIONAL DAS PROFESSORAS DA COOPEC....	275
5.3 CONSEQUÊNCIAS DIDÁTICO-PEDAGÓGICAS.....	281
CONCLUSÃO	283
REFERÊNCIAS.....	289

APÊNDICES

APÊNDICE A– Miniprojetos.....	297
APÊNDICE B– O conhecimento sobre as aulas práticas.....	301
APÊNDICE C– Explicando as questões aos alunos.....	308
APÊNDICE D– Dados dos alunos.....	318
APÊNDICE E– Registro de aulas práticas– COOPEC.....	334
APÊNDICE F– Entrevista Estruturada Geral (EEG1).....	335
APÊNDICE G– Entrevista Estruturada (EEP1).....	336
APÊNDICE H– Entrevista Estruturada (EEP2).....	337

ANEXOS

ANEXO A– Folha de Rosto para Pesquisa envolvendo Seres Humanos – Conselho de Ética.....	339
ANEXO B– Verso/ Folha de Rosto para Pesquisa envolvendo Seres Humanos Conselho de Ética.....	340

INTRODUÇÃO

De acordo com Lev Vygotsky,

A consciência é refletida numa palavra como o Sol se reflete numa gota de água. Uma palavra é relacionada à consciência como uma célula viva a todo o organismo, como um átomo é relacionado ao universo. A palavra é o microcosmo da consciência humana (VYGOTSKY, 2010, p.486).

O trabalho intitulado “*Estudo de Conceitos de Estrutura e Funcionalidade de Seres Vivos no Ensino Fundamental I*” foi desenvolvido na Cooperativa de Ensino de Central-COOPEC, cidade de Central, região Noroeste do estado da Bahia, a 490 km de Salvador. Esse trabalho é uma continuidade da pesquisa de mestrado e envolve crianças com faixa etária de 7 a 11 anos de idade.

Estudamos no mestrado os conceitos de tamanho, estrutura e funções vitais de seres vivos com base na diferenciação do conhecimento espontâneo e científico proposta por Vygotsky. Neste trabalho, devido à exiguidade do tempo, nossa atenção foi direcionada aos aspectos gerais destes conteúdos, considerando grupos, tamanho, ciclo de vida e funções vitais de seres vivos. O presente estudo trata de aspectos mais específicos, envolvendo a relação entre tamanho, estrutura e funcionalidade de micro-organismos/células, plantas e animais. Para tal, consideramos como pressuposto a Teoria Histórico-cultural de Vygotsky, sobre a construção dos conceitos científicos, com apoio da Teoria da Atividade de Leontiev. Contamos no nosso estudo com conceitos comuns na Teoria Histórico-Cultural, como desenvolvimento da criança, conceito espontâneo, conceito científico, mediação, internalização, Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), funções psicológicas elementares e funções psicológicas superiores (VYGOTSKY 1991; 2010), bem como com aqueles da Teoria da Atividade, como atividade, ação e operação.

A variedade de conhecimentos dos alunos da COOPEC numa mesma faixa etária, cultura e momento histórico, envolvendo conceitos básicos e derivados (micro-organismos, animais e plantas), evidenciada na pesquisa de mestrado serviu de base para o ensino destes conceitos na referida escola, no período de 2009-2012. Entendemos que um ensino ministrado, tendo como base os conhecimentos

prévios dos alunos, pode contribuir para que eles alcancem níveis de desenvolvimento mais elevados à medida que as atividades práticas forem respondendo aos novos questionamentos trazidos por eles para escola, bem como suscitando novas formas de explicação dos fenômenos biológicos na sala de aula e no seu dia a dia.

Por outro lado, cabe assinalar que o aluno, independentemente do nível da instrução escolar, pode até conhecer os conceitos que fazem parte do livro didático, como por exemplo, o conceito de bactéria, nutriente, intestino etc., mas não sabe descrevê-lo porque o ensino foi direcionado por definição e não para a formação de conceitos. Na COOPEC, só foi possível iniciar um ensino voltado para a formação de conceitos, a partir das aulas práticas realizadas pelo pesquisador em 2009, quando as aulas ministradas pelo pesquisador possibilitaram uma ampliação dos questionamentos ou conhecimentos espontâneos dos alunos desta escola, especialmente, nas turmas de 4º e 5º anos, nas quais observamos mais claramente uma melhor explicação conceitual desses alunos.

A nossa pesquisa de mestrado mostrou que para os aspectos específicos dos conteúdos, envolvendo os conceitos espontâneos e científicos acerca de micro-organismos/células e funcionalidade de animais e plantas, considerando interações sistêmicas e processos biológicos, a compreensão dos estudantes ainda fica, no geral, restrita ao plano das concepções prévias. Acerca de micro-organismos/células, animais e plantas, evidenciamos indícios de interações sistêmicas e processos em proporção ao aumento da idade das crianças. Assim, temos dois aspectos que denotam a compreensão conceitual das crianças: um em que as crianças não têm conhecimentos prévios ou não são satisfatórios sobre os referidos conteúdos e outro aspecto em que elas apresentam tais saberes.

O primeiro aspecto sugere, em parte, ampliar o ensino de conceitos científicos por meio de hipóteses alternativas, ou seja, criar hipóteses/questões para os conteúdos para os quais as crianças não possuem conhecimentos prévios (LAWSON,1988). O segundo recomenda o uso de analogias, experimentos e/ou atividades como meio para o desenvolvimento conceitual dos alunos (CASTRO, 2010; CASTRO & BEJARANO, 2013b; PÁDUA, 2013). Este pode contribuir para a explicação de hipóteses, sendo que estas são elaboradas pelo pesquisador, a fim de oferecer uma condição para que as crianças construam seus conceitos sobre os eventos biológicos.

Para isto, acreditamos na viabilidade da realização do ensino por investigação em que consta a apresentação de uma situação-problema, análise de hipóteses/questões e a realização de atividades práticas (CAMPOS; NIGRO, 1999; CARVALHO, 2000). Para ilustrar tal proposição, temos como exemplo a seguinte:

Situação-problema: como ensinar para que os alunos iniciem a elaboração do conceito de respiração, sendo que eles não conhecem nenhum atributo acerca da estrutura vegetal relacionada às trocas gasosas.

Hipótese principal: Se o vegetal respira através das folhas e é formado por células, tecidos, então devem existir estruturas microscópicas nesses órgãos por onde eles respiram.

Essa questão pode ser escrita de outra forma: Quais as estruturas microscópicas de uma folha? O que são e como funcionam estas estruturas? Uma das formas que podem ser usadas para elucidar tal questão é a realização de atividades práticas:

- 1) realizar aulas práticas com o microscópio para observação do tecido vegetal por onde ocorrem as trocas gasosas;
- 2) estudar com os alunos textos e figuras ilustrando o tecido respiratório vegetal nos seus aspectos micro e macroscópicos;
- 3) fazer analogias com as estruturas respiratórias responsáveis pelas trocas gasosas em animais e vegetais.

Ressaltamos que estas atividades podem ser utilizadas de forma combinada para responder tais hipóteses/questões, uma vez que o estudo da estrutura respiratória está associado à sua funcionalidade. Elas podem contribuir para ampliar os conceitos nessa área, mesmo que os alunos já tenham conhecimentos prévios, como assinalamos anteriormente.

A realização de atividades e/ou experimentos após a pesquisa de mestrado, para fins de auxiliar na aprendizagem dos conceitos científicos pelos estudantes da COOPEC pode favorecer a incorporação de elementos mais profundos de análise em relação aos conteúdos de micro-organismos/células, animais e plantas. Trata-se de analogia, pensamento sistêmico, conflito cognitivo, limite conceitual e nível de desenvolvimento expressos em proposições elaboradas pelos alunos referentes a

essas temáticas, as quais podem representar uma melhor assimilação deles para conceitos abstratos não desenvolvidos no primeiro ano de pesquisa.

O uso do conflito cognitivo associado à realização de atividades e experimentos é fundamental para auxiliar os alunos na elaboração de respostas concretas para fenômenos abstratos, como também aquelas exigem descrição abstrata para situações concretas (concreto↔abstrato). Para que ocorra o conflito cognitivo, o aluno deve ser colocado diante de uma diversidade de situações nas quais ele pode perceber uma incoerência, um contrassenso entre seu sistema explicativo e a ocorrência dos fenômenos. As proposições que os alunos apresentam para determinado fato podem ser colocadas à prova, a partir do sistema explicativo do livro didático ou de afirmações apresentadas pelo professor com base na ciência. Para tanto, é necessário desenvolver tarefas envolvendo investigação nas aulas de ciências que considera os conhecimentos prévios deles e a forma peculiar em lidar com os fatos naturais (CAMPOS; NIGRO, 1999).

Segundo estes autores, o ensino de ciência realizado por atividades investigativas (práticas) que são direcionadas para explicação das hipóteses apresentadas pelos alunos, produz um conflito potencial que também se origina nas próprias ações deles na busca da validação dessas ações. Neste caso, o conflito não é uma imposição externa trazida à sala de aula pelo professor, mas sim uma situação que suscita a realização de novas aulas práticas que possam contribuir para o desenvolvimento conceitual dos alunos.

O trabalho realizado na COOPEC abrange o uso de conhecimento da criança adquirido na escola e/ou no meio em que ela vive, como ponte para a construção de formas de pensamento mais elaboradas. Para tanto, com base em tais vivências, criamos meios para que as crianças desta escola pudessem avançar no desenvolvimento de conceitos na direção do conhecimento científico consagrado nos meios acadêmicos e comunidade científica. Acreditamos alcançar com essa pesquisa uma base inicial de conhecimento que pode ser usado para análise de situações análogas às que vivem as crianças da COOPEC, em outros contextos que fazem parte do ensino de ciências nos Anos Iniciais.

Usamos nesse estudo dados teóricos da pesquisa de mestrado realizada em 2009, os quais podem contribuir para análise de dados coletados no período 2010-2012. Os dados de pesquisa foram também aproveitados, como base para a

continuidade do estudo no referido período, tendo uma nova análise a partir do referencial vygotskiano.

A nossa pesquisa prática inicial já publicada se apresenta como referencial para análise de questões lacunares relacionadas à formação de conceitos para crianças, assim como outros autores que trabalham na perspectiva de Vygotsky; com os alunos, desenvolvemos uma forma de conhecimento e amizade recíproca ultrapassando as vivências das salas de aula ao contato do dia a dia, tendo apoio dos professores e pais que estimularam os alunos a participar da pesquisa. Trata-se de um estudo longitudinal viabilizado por um extensivo levantamento empírico de dados com os quais buscamos elaborar uma discussão qualitativa voltada para o contexto da escola e da prática do professor.

A presente pesquisa não trata de um estudo sobre a teoria da mediação como parte da Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky, e sim do uso desta para compreender o desenvolvimento conceitual dos alunos no decorrer do período em que foram realizadas as aulas teórico-práticas por meio da linguagem deles (proposições, desenhos, esquemas etc). Esta pode ser replicada em outras realidades por meio da sua divulgação, realização de cursos, organização de grupos de estudos e de redes de discussão, bem como suscitar novas investigações na área. O estudo das questões- limite dos alunos pode ser utilizado como base para o planejamento de ensino nos anos que seguem, podendo se estender até a Universidade. Este é um desafio a ser enfrentado pela pesquisa no ensino de ciências para o qual intencionamos prestar, neste texto, a nossa contribuição.

A busca de referentes concretos (objeto sensível) mediante uso do microscópio e de experiências nas aulas práticas foi uma das nossas principais preocupações, pois sem eles não poderíamos avançar no conhecimento sobre os conceitos das crianças que podem oportunizar um ponto de partida para o ensino a partir das suas experiências diárias. Sem este, não seria possível a observação dos fenômenos que envolvem conceitos abstratos e sem referentes concretos, a exemplo dos conceitos de estrutura e tamanho de micro-organismos e de micro e macro células.

Usamos os livros traduzidos de Vygotsky nesse trabalho, destacando que os conteúdos aqui expressos referentes a diferentes publicações estão de acordo com a "*construção do pensamento e linguagem*" (2010) que traz o texto integral sobre o pensamento e linguagem traduzido diretamente do idioma russo. Isto nos assegurou quanto a evitar os erros de tradução e limitação de conteúdo das obras referidas.

Há diferentes posições epistemológicas ou denominações para o conhecimento adquirido fora da escola pelos alunos e a sua importância, como base para o aprendizado dos conceitos científicos: ideias intuitivas, pré-concepções, ideias prévias, pré-conceitos, erros conceituais, conceitos alternativos, conhecimentos prévios, concepções alternativas, concepções errôneas; concepções alternativas, pré-conceitos cotidianos etc. (OLIVEIRA, 2005; TEIXEIRA; SOBRAL, 2010). Segundo o primeiro e o último autor, apesar da variedade de termos empregados como sinônimos para os conhecimentos que eles dominam ao ingressarem na escola há um consenso de que todos levam para a sala de aula estruturas cognitivas próprias construídas mediante as experiências com o meio.

No presente estudo, servimo-nos da denominação concepções espontâneas/conhecimentos espontâneos apresentados por Vygotsky (1991, 2002, 2010) porque traduz uma designação mais geral acerca dos conhecimentos da criança adquiridos historicamente num processo de herança cultural e biológica. Utilizamos também os conceitos científicos e escolares como sinônimos e denominamos os conhecimentos espontâneos e escolares como conhecimentos prévios porque assim são concebidos por Vygotsky.

Na perspectiva de mediação¹ e análise do conhecimento do aluno, alguns trabalhos realizados sobre a formação de conceitos científicos na escola (ou a eles relacionados), apoiados no referencial de Vygotsky, apoiam a realização da presente pesquisa (DUARTE, 1996; NÉBIAS, 1999; MOURA, 2000; FACCI, 2004; LIMA; MAUÉS, 2006; GASPARIN, 2007; MAZZEU, 2008; POPOV, 2008). Outrossim, contamos também com trabalhos voltados para estudo dos conhecimentos espontâneos e/ou conhecimentos escolares da criança no âmbito das ciências naturais, como: Lawson (1988), Banet e Nuñes (1989), Freitas (1989), Popov (1995), Giordan e Vecchi (1996), Kawasaki (1998), Teixeira (1999, 2000, 2004, 2006), Bizzo e Kawasaki (2000), Cuthbert (2000), Toyama (2000), Reiss *et al* (2002), Jone e Rua (2004), Byrne e Sharp (2006), Charrier, Cañál e Vega (2006), Procop e Francovicová (2006), Sforri e Galuch (2006), Özsevgeç (2007), Procop *et al* (2007), Mayerhofer e Márquez (2009), Castro (2010), Novassate e Gioppo (2010), Sigurjonsdóttir e Thorvaldsdóttir (2010), Yorek, Sahin, Ugulu (2010), Hayashi,

¹ Consideramos neste estudo a mediação semiótica e instrumental como parte da mediação pedagógica do conhecimento (**grifos nossos**).

Porfirio e Favetta (2011) e Castro e Bejarano (2011a, 2011b, 2011c; 2012a, 2012b, 2012c, 2012d; 2013a, 2013 b, 2013c).

Com base nesses autores, analisamos a relação entre os conhecimentos espontâneos e científicos no campo das ciências biológicas, especialmente com respeito ao estudo de seres vivos. Para tanto, investigamos o seguinte problema: "como ocorre a compreensão dos conceitos de micro-organismos/células, animais e plantas no Ensino Fundamental I mediante aulas teórico-práticas ministradas na COOPEC"?

Este estudo se propõe a realizar uma investigação que contemple questões mais específicas como:

- 1) Identificar proposições conceituais relativas à estrutura, tamanho e funções vitais de micro-organismos/células, animais e plantas;
- 2) Analisar proposições conceituais relativas à estrutura, tamanho e funções vitais de micro-organismos/células, animais e plantas;
- 3) Compreender a(s) forma(s) de estudo usada(s) pelas crianças para a compreensão dos conteúdos de estrutura, tamanho e funções vitais de micro-organismos/células, animais e plantas.

Consideramos neste trabalho as fases de desenvolvimento da criança na sua relação com a atividade principal (estudo) desse período de vida (FACCI, 2004). Sendo assim, após a aplicação da proposta de ensino, investigamos as referidas questões, bem como seus desdobramentos expressos por meio da linguagem (Apêndice B, p. 301).

Os conceitos de estrutura, tamanho e funções vitais de seres vivos foram escolhidos porque se acredita que podem ser excelentes exemplos dos conceitos científicos a serem estudados, tendo como base o referencial de Vygotsky. Podemos assegurar tal afirmação, pois, de acordo com Moura (2000), esses conceitos se relacionam com outros conceitos, a partir de novas proposições geradas na sala de aula, constituindo um sistema conceitual hierarquizado, envolvendo uma atitude mediada em relação aos objetos que lhes representam.

O conhecimento das formas de pensamento da criança em idade escolar, dos processos envolvidos e direção do seu desenvolvimento durante esse período é importante para auxiliar nas discussões acerca dos conceitos de estrutura, tamanho

e funcionalidade de seres vivos no Ensino Fundamental I. Tal proposição deverá estar voltada para os pontos fortes dos alunos, ou seja, para algo que a partir da instrução escolar, os alunos possam conhecer o que é significativo para eles, sendo capazes de explicar os fenômenos biológicos que fazem parte do seu meio. Esta questão poderá ser compreendida com base nas fases envolvidas na construção de conceitos estudados por Vygotsky (1991, 2010).

A pesquisa realizada na COOPEC sobre micro-organismos, células macro/microscópicas e funções vitais de seres vivos enfatiza nas suas várias fases os conteúdos e os processos (as formas) de conhecimentos das crianças evidenciados nas tarefas planejadas. Envolve crianças em fase do pensamento por complexo e conceitual (7 a 11 anos de idade).

O contato das crianças com as atividades/experimentos pode potencializar a apropriação de novos conteúdos e processos que se evidenciam na sua linguagem expressa: fala, escrita, desenhos e esquemas. Os registros feitos pelos alunos nos contatos com o material prático em 2009 (micro-organismos, células micro e macroscópicas, tecidos, órgãos e sistemas orgânicos vegetal e animal) na COOPEC, por exemplo, evidenciaram a evolução das suas formas de pensamento. Usamos o conhecimento dos alunos advindo destas aulas² como parâmetro para aperfeiçoamento do levantamento de dados empíricos realizado no período de 2010 a 2012, ou seja, possibilitando o planejamento de sucessivas práticas capazes de atender aos níveis de questionamento deles gerados na sala de aula.

Com base nos estudos de Teixeira (2004), entendemos que se faz necessário que os professores tenham conhecimento acerca das abordagens relacionadas à elaboração do conhecimento biológico na infância, que lhes permita distinguir o olhar que a criança traz para a sala de aula em relação aos conceitos biológicos. Usamos tal pressuposto para fins da realização da nossa pesquisa na COOPEC, envolvendo micro-organismos/células, animais e plantas.

Segundo a referida autora, há duas abordagens explicativas para a origem do conhecimento biológico na infância: prototípica e teórica. A abordagem prototípica está vinculada à observação direta dos objetos/fenômenos. Esta abordagem tem dificuldades de explicar como as crianças elaboram explicações e fazem inferências a respeito dos fatos e propriedades relacionadas a fenômenos biológicos,

² Essas aulas foram realizadas em quatro séries do Ensino Fundamental I (2º ao 5º ano) na COOPEC, em 2009.

particularmente àqueles que não são usualmente visíveis. A abordagem teórica considera atividades para além da identificação de características externas e atributos visíveis dos objetos/fenômenos. Essa é uma abordagem ideal para explicar a construção do conhecimento biológico da criança, pois considera para tal a importância da articulação de fatores inatos e não inatos (sócio-históricos e culturais). Entretanto encontra limitação para este propósito pela dificuldade do uso de fatores inatos e não inatos para elaboração do conhecimento biológico da criança.

Como fatores inatos relacionados à construção do conhecimento biológico são comuns nas crianças as formas de raciocínio teleológico (finalismo) e essencialista (vitalismo). O primeiro está voltado para atender às necessidades próprias dos seres vivos e para dar aos objetos características visíveis e não visíveis. O segundo está relacionado à crença de que os organismos vivos têm uma força que os mantém vivos e para tal consiste no intercâmbio e transmissão de forças vitais: "*comemos todos os dias porque nosso estômago tira o poder vital da comida*" (TEIXEIRA, 2004, p.73).

De acordo com Teixeira (2004), como fatores não inatos vinculados à elaboração do conhecimento biológico da criança tem o aprendizado formal de biologia, tarefas diárias como a interação com os adultos por meio da fala, de outros instrumentos semióticos e o uso do raciocínio para resolução de tarefas exigidas pelo meio social. Entendemos que para efetivação de um bom ensino, é fundamental considerar os fatores inatos porque estes têm propriedades comuns ao egocentrismo infantil estudadas por Vygotsky (1991, 2010).

Segundo Vygotsky (2010), o egocentrismo em criança menor de oito anos de idade está vinculado à percepção que ela tem acerca do meio em que vive. Entre oito e doze anos de idade, o egocentrismo se apresenta no campo do pensamento abstrato. No desenvolvimento infantil, as formas de pensamento vinculadas ao egocentrismo da criança (finalismo, vitalismo, animismo, artificialismo e realismo) vão sendo substituídas pelo pensamento lógico e racional à medida que suas experiências concretas com o mundo vão sendo desenvolvidas.

Delizoicov e Angotti (1994) ampliam tal ponto de vista ao afirmarem que as atividades de ensino voltadas para o ensino de ciências (seres vivos) no Ensino Fundamental I devem considerar, como ponto de partida, as características do egocentrismo infantil (incluindo o sincretismo), a saber: artificialismo, animismo e

realismo infantil. Pelas razões expostas, os pontos de vista de Delizoicov e Angotti (1994) e Teixeira (2004) coadunam com a teoria de Vygotsky acerca da formação de conceitos na criança, considerando as peculiaridades delas. A seguir, descrevemos as características do egocentrismo infantil indicadas anteriormente:

1) Artificialismo

A criança considera que os fatos e fenômenos que fazem parte do seu meio são provocados da mesma maneira que ela realiza;

2) Animismo

A criança percebe o mundo como uma extensão à sua imagem, animado da mesma forma que ela mesma (um ser bruto é valente);

3) Realismo Infantil

A criança concebe o seu meio de maneira muito particular. Um traço do realismo infantil é percebido quando a criança desenha sua professora atrás da escrivaninha, dispondo o corpo inteiro, como se ele fosse visível através do móvel.

Os aspectos do pensamento infantil mais usados no trabalho com as crianças da COOPEC são o vitalismo, finalismo e artificialismo. O animismo e o realismo infantil aparecem de forma geral, ou menos expressiva porque entendemos que estão integrados às demais formas de pensamento (CASTRO, 2010). Acrescentamos a estas, também o funcionalismo, ao qual se agregam as referidas formas do pensamento da criança.

A nossa pesquisa teve como base o contexto real da criança em que cada uma das suas fases finaliza uma nova condição conceitual do mundo pensado e explicado (científico), ou um novo elemento de análise com base nos conhecimentos adquiridos por ela. Descobrir e analisar os conhecimentos apropriados pelos sujeitos entre essas fases na relação com o objeto/fenômeno possibilita a construção de uma síntese final dos conceitos desenvolvidos (VYGOTSKY, 2008). Esse é um processo que envolve vários Níveis de Desenvolvimento (ND) e Zona de

Desenvolvimento Proximal (ZDP) entre o ponto de partida e o produto final (CI, C1, C2, C3, C4, CF)³, como é o caso do trabalho que foi realizado na COOPEC.

Os métodos da descrição e explicação propostos por Vygotsky (2008) apoiam a elaboração da síntese, envolvendo a pesquisa com os conceitos de estrutura, tamanho e funções vitais de seres vivos pelas seguintes razões: o método descritivo baseado nas características externas (fenótipo) representa o início em que o objeto/fenômeno é observado; o método explicativo (genético) favorece a explicação de um fenômeno/objeto, com base na sua origem, possibilitando a revelação das suas bases dinâmico-causais.

O estudo de conceitos de estrutura, tamanho de micro-organismos/células e funcionalidade de animais e plantas pode suscitar respostas que envolvem uma dinâmica interna da criança (respostas), com a qual ela pode explicar fenômenos do cotidiano com uma base científica. Ao transitar de uma situação real concreta para uma abstrata e vice-versa, o sujeito pode estabelecer vínculos com ele mesmo e com o mundo (método histórico dialético) no dinamismo que evidencia o conhecimento historicamente elaborado pela criança.

Ao longo dos quatro anos de trabalho empírico realizado na COOPEC, tivemos a intenção de demarcar os conhecimentos recuperados pelas crianças em relação aos conceitos iniciais apresentados por elas sumarizados na sucessão de experimentos/atividades executadas pelo pesquisador. Neste sentido, os dados e as evidências produzidas são incorporados como elementos do processo que busca dar respostas para as questões suscitadas na prática de sala aula ou selecionadas pelo pesquisador.

Em relação ao exposto acima, destacamos a importância da efetuação de atividades/experimentos como parte de um ciclo investigativo⁴. Este considera os conhecimentos adquiridos pelos alunos nos experimentos escolares, nas suas experiências com os objetos e com a Natureza no dia a dia. Vale destacar ainda que as leituras escolares são fundamentais para a participação efetiva dos alunos no ciclo investigativo.

³ CI= Conhecimento Inicial; C1, C2, C3, C4= Conhecimento Intermediário e CF= Conhecimento Final. O nível CI faz parte de um diagnóstico elaborado sobre estrutura, tamanho e funções vitais de animais e plantas para fins de pesquisa de mestrado em 2009.

⁴ Inclui a realização de tarefas práticas que exigem participação efetiva do aluno durante sua execução, tendo como base a orientação do professor e do livro didático. Envolve discussão teórica, elaboração de hipóteses/proposições explicativas e experimentos para testá-las. Como exemplo, temos o surgimento de gotinhas de água na superfície externa do copo com água gelada (CAMPOS; NIGRO, 1999).

Para a realização do nosso trabalho de investigação, tomamos como itens norteadores, os seguintes:

- 1) Os conceitos de estrutura, tamanho e funcionalidade de micro-organismos/células, animais e plantas;
- 2) A relação entre os nutrientes, transporte, crescimento dos animais e plantas e a interação de funções entre os órgãos vitais destes seres vivos.

Em relação aos micro-organismos/células, funções vitais de animais (ser humano)⁵ e plantas, tomamos como pressupostos para fins de planejamento das aulas práticas, os itens abaixo:

I- Micro-organismos/células

Os alunos têm dificuldades em compreender os conceitos relacionados às estruturas, tamanho de micro-organismos, a funcionalidades destes organismos para o ser humano e para a natureza, bem como distingui-los de seres pluricelulares pequenos (macroscópicos), células macroscópicas de organismos pluricelulares grandes (alvéolo do limão, fio de cabelo e fita de algodão) e células microscópicas dos seres macroscópicos pequenos.

II- Funções vitais de plantas

Os alunos têm dificuldades em compreender os conceitos relacionados às funções vitais (fotossíntese, respiração, transpiração e crescimento) dos vegetais e os processos envolvidos no desenvolvimento destas funções.

III- Funções vitais de animais

Os alunos têm dificuldades em compreender os conceitos relacionados às funções vitais (digestão, circulação, respiração, excreção e crescimento) dos animais e os processos envolvidos no desenvolvimento destas funções.

⁵ O livro didático adotado pela escola para o Ensino Fundamental I levemente apresenta as diferenças entre o ser humano e outros animais vertebrados, limitando-se ao ato de pensar e transmitir a cultura para os descendentes por meio da linguagem oral e escrita (SOARES; NORONHA, 2008). Compartilhamos com os alunos da COOPEC esse tipo de abordagem ao logo dos quatro anos de pesquisa, mas considerando aspectos morfológicos básicos (forma do corpo, membros, cabeça etc.) que separam e/ou aproximam o ser humano dos animais vertebrados, assim como dos animais invertebrados.

Com a finalidade de enfrentar tal impasse, desenvolvemos as aulas teórico-práticas na COOPEC, no período de 2010 a 2012, considerando que se trata de uma continuidade daquelas realizadas em 2009, as quais produziram os mencionados pressupostos (CASTRO, 2010). Com isto, almejamos atender às demandas de aprendizagem dos alunos presente na conjectura conceitual aqui apresentada.

O presente trabalho consta de cinco capítulos, sendo que no primeiro capítulo temos dois referenciais: um está voltado para a descrição das fases da formação de conceitos (pensamento por complexo e conceitual) estudadas por Vygotsky, seguido de uma aprendizagem conceitual possibilitada pela mediação instrumental e semiótica apoiada pela Teoria da Atividade de Leontiev; outro aborda os conhecimentos espontâneos e científicos acerca de micro-organismos/células, funções vitais de plantas e animais (ser humano).

No segundo capítulo, descrevemos a metodologia em dois aspectos, a saber: o trabalho de intervenção e a pesquisa empírica, sendo que o primeiro envolve os pressupostos da pesquisa, o contexto da sala de aula, a organização das aulas práticas e recursos, enquanto o segundo enfoca a coleta e análise de dados empíricos.

No terceiro capítulo, constam as aulas teórico-práticas ministradas pelo pesquisador na COOPEC acerca de micro-organismos/células, funções vitais de plantas e animais (ser humano). Nessas, destacamos as experiências realizadas e as observações micro e macroscópicas destes seres vivos.

O quarto capítulo trata de uma discussão acerca dos conceitos rememorados e assimilados pelos alunos ao longo da pesquisa, envolvendo as aulas teórico-práticas ministradas sobre micro-organismos/células, funções vitais de plantas e animais (ser humano). Sintetiza os conhecimentos adquiridos pelos alunos, considerando o desenvolvimento conceitual da criança e para tal as influências do ensino ministrado na COOPEC.

No quinto capítulo, discutimos as implicações da pesquisa para o desenvolvimento conceitual dos alunos e para a formação profissional das professoras da COOPEC, assim como para a aplicação em outras realidades do ensino. Discutimos a contribuição das aulas práticas realizadas pelo pesquisador para a elaboração de diferentes formas de pensamento das crianças, as quais poderão ser usadas pelo professor como ponto de partida para o ensino.

CAPÍTULO I

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 A FORMAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS

1.1.1 As fases de pensamento por complexo e conceitual

Os conhecimentos conceituais (espontâneos e científicos) relacionados ao tamanho e estrutura de micro-organismos, células macro e microscópicas, funcionalidade de animais e plantas aumentam com a idade da criança, fato percebido gradativamente no Ensino Fundamental I com a ampliação da descrição do fenômeno/objeto evidenciada na fala e escrita, nos desenhos e gravuras desenvolvidas em sala de aula pelos alunos (CASTRO, 2010). Mas, no geral, esse autor afirma que, independentemente da maior quantidade de experiências espontâneas e escolares, as crianças ainda apresentam dificuldades no emprego desses últimos conceitos. É nessa relação que percebemos o limite entre as formas de pensamento por complexo e conceitual evidenciadas pelas crianças às quais nos referimos anteriormente.

Na linguagem dos adultos, por exemplo, persistem alguns resíduos do pensamento por complexo, quando se usa o nome de família para classificar indivíduos, de forma similar como as crianças o fazem para classificar objetos. O complexo, carecendo de unidade lógica, agrupa os objetos segundo muitos atributos, e, por isso, podem ser usados como referência para estudar variedade de conceitos da criança em relação à estrutura, tamanho e funcionalidade de seres vivos (VYGOTSKY, 1991; 2010).

Num complexo, as crianças associam os objetos mediante relações concretas e factuais que podem mudar uma ou mais vezes durante o processo de organização do pensamento. Embora tenha associações baseadas em pontos factuais, elas são extremamente subjetivas. Essas características selecionadas podem parecer irrelevantes para os adultos e/ou para o processo de ensino. No limite entre os complexos e os conceitos propriamente ditos, há o estágio de pseudoconceito no qual a criança generaliza fenotipicamente, mas psicologicamente seu conceito é muito diferente do conceito propriamente dito. Esta questão é percebida quando a

criança sabe definir o conceito e não sabe e/ou tem dificuldade de explicá-lo corretamente. Isso pode acontecer também com o adulto.

Na fase de pensamento abstrato, considera-se grau máximo de semelhança para agrupar os objetos de acordo com seus atributos. Por exemplo, a criança agrupa objetos redondos e pequenos; vermelhos e achatados, conforme os atributos de cor e forma. Essa fase se diferencia do complexo pela capacidade de síntese e análise que tem o sujeito, o que direciona a criança para formação de conceito. Podem ser observadas características transitórias quando as crianças têm dificuldades de fazer tais agrupamentos, ou os fazem em relação a determinados atributos (cor e forma), e não conseguem fazer em relação a outros (forma e espessura). Outrossim, observamos tal questão quando os adolescentes não conseguem conceituar devidamente as coisas novas (VYGOTSKY, 1991; 2010).

Inicialmente, a criança abstrai, de maneira preferencial, um conjunto de características sem distingui-las claramente entre si, com base em impressões vagas e gerais da semelhança entre os objetos. Posteriormente, o agrupamento de objetos ocorre com base em um único atributo: por exemplo, só objetos redondos ou só objetos achatados (VYGOTSKY, 1991; 2010).

A abstração de um traço auxilia na generalização do conceito, a exemplo da forma que pode ser separada no meio de muitos outros caracteres (cor, tamanho, espessura), podendo ser geral e abstrato o processo envolvido, como ocorre com o conceito de cadeira e talher que são formados no cotidiano. Quando se trata do conhecimento científico correlacionado ao espontâneo, em que se precisam abstrair claramente traços específicos em relação ao objeto/fenômeno, como no caso da massa ou do peso da cadeira, do talher, ser humano etc. é necessário auxiliar o sujeito na elaboração do referido conceito. Para isto, é exigido o desprendimento da criança do objeto/fenômeno, a fim de ampliar o pensamento complexo que comumente faz parte do cotidiano, considerando que mesmo pessoas adultas usam o conhecimento espontâneo para explicar o científico; usam, por exemplo, o conceito de calor para explicar temperatura e o de massa para definir o peso. O professor pode contribuir neste processo com a proposição e aplicação de estímulos externos (material experimental) mediante situações-problemas que estimulam a criança a inferir significativamente determinados traços que poderão ser canalizados para a formação do conceito científico.

A percepção de traços comuns num objeto/fenômeno facilita a aprendizagem de uma palavra quando esta for incorporada na experiência com o objeto de forma significativa em que se expressa uma ação de pensamento da criança. O estímulo externo propiciado pelo professor e a condução da tarefa por ele é fundamental para que os traços sejam percebidos e internalizados pela criança. O conceito formado é o traço comum a ser compartilhado. Uma ideia comum, após a realização dos experimentos e atividades na COOPEC, pode ser percebida na elaboração dos esquemas, desenhos e nas explicações dos alunos acerca dos conceitos envolvidos nas aulas práticas (estrutura, tamanho e função de seres vivos). Assim, os vínculos subjetivos completamente inconscientes aos poucos poderão ser substituídos por conexões objetivas, ao passo que o pesquisador for mediando a relação dos alunos com objeto. A intervenção do pesquisador, neste caso, propiciará a atenção dos alunos para o objeto/fenômeno, tornado possível o uso do significado dos conceitos em sala de aula por eles, principalmente, quando eles passarem a dar uma explicação nova para os questionamentos trazidos do seu meio ou surgidos na escola.

Nesse sentido, a principal função dos complexos é estabelecer elos e relações e dão início à unificação das impressões desordenadas (fase sincrética); mas ao organizar elementos discretos da experiência em grupos, cria uma base para generalizações posteriores, e, portanto, para a formação de um conceito. Para formar um conceito, é preciso abstrair, isolar elementos, e examinar os elementos abstratos separadamente da totalidade da experiência concreta de que fazem parte (unir e separar), conforme assinala Vygotsky (1991, 2010). Isso já começa a acontecer nos complexos, pois, se alguém agrupa elementos por algum (ns) traço(s) comum (ns) é porque os abstraiu; o fato é que os complexos ainda não alcançaram o nível de desenvolvimento em que o sujeito prescinda dos objetos, fatos ou eventos que o geraram. A abstração, porém, ocorre progressivamente desde o início do período escolar.

A generalização feita pelas crianças é iniciada num momento em que elas ainda estão muito presas aos objetos; elas já começam a separar traços, mas ainda não são capazes de analisar devidamente a relação entre os traços de um objeto/fenômeno como resposta para determinado tipo de situação-problema. A exemplo disto, temos a dificuldade encontrada por alunos em diferentes faixas

etárias em agrupar figuras pela forma e espessura as quais representam um fenômeno/objeto.

A criança leva consigo as características dos estágios de desenvolvimento anterior. A forma e conteúdo da resposta dela ao estímulo é que vai evidenciar o seu nível de desenvolvimento psicológico. Quando ela busca organizar dados (ordem e critérios) acerca do tamanho de seres vivos a partir das experiências e atividades realizadas na COOPEC, por exemplo, encontra dificuldades, mas faz uma série de relações objetivas e significativas, operando com o pensamento complexo; quando ela separa traços, generaliza e explica (pensamento verbal) as questões levantadas por elas mesmas ou pelo pesquisador, sem a presença do objeto, sinaliza o domínio conceitual. As explicações apresentadas pelas crianças para proposições em que se percebem nelas relações lógicas e abstratas, em vez de conexões factuais e concretas (complexo), significa que elas já estão operando com o pensamento conceitual.

O domínio conceitual das crianças vai avançando quando se observa que elas conseguem encontrar nos objetos de pesquisas dados para responder suas questões ou conseguem os manipular e interagir consigo mesmo, a fim de conseguir suas respostas. Isto possibilita a criação de categorias de respostas (tipo de pensamento, conhecimento e generalização) que podem anunciar os gradativos avanços no pensamento conceitual delas. O uso das frases pelas crianças e a decomposição em nível de conceitos expressos pelas palavras podem indicar o nível de pensamento da criança, se ela usa mais ou menos a explicação espontânea ou científica para o fenômeno analisado.

Consideramos neste trabalho algumas diferenças entre os conhecimentos espontâneos e científicos. Os conceitos espontâneos estão ligados à vivência, são assistêmáticos, empíricos e de uso não intencional, têm fraca generalização, são usados do particular para o geral, são base para introdução do conceito científico, não são conscientes e são orientados para o objeto representado e não para o ato de pensar. Os conceitos científicos são aprendidos sistematicamente, apresentam boa generalização, estão relacionados à experiência transmitida intencionalmente, são usados do geral para o particular, são base para a consciência, generalização, sistematização dos conceitos espontâneos; são usados ainda de forma consciente e orientados para o ato de pensar representado e não para o objeto (VYGOTSKY, 2000, p. 265-269).

O uso de objetos minúsculos para referenciar o tamanho de um micro-organismo/célula, por exemplo, indica um caso que denota uso do conhecimento espontâneo partindo do geral para o particular, ao passo que vão sendo incorporadas condições para que o conceito científico correlato seja formado (uso de exemplos ou descrição de uma bactéria). Assim, o conceito científico pode ser usado para sistematização do conceito espontâneo da criança que passa a ser internalizado consoante as atividades de ensino. Uma maneira eficiente para auxiliar nesse processo é o desenvolvimento das aulas (intervenção do pesquisador), atendendo à Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) da criança, também chamada de Zona de Desenvolvimento Imediato (ZDI). É valorizada nessa perspectiva, a relação entre o que a criança sabe e pode realizar para chegar ao novo patamar de conhecimento ou Zona de Desenvolvimento Real (ZDR).

O trabalho desenvolvido na COOPEC se apoia na teoria de Vygotsky porque parte da realidade para a teorização e com esta intervém na realidade, entendendo que o fenômeno e situação- problema antecede a teoria. A escola teoriza para depois chegar à realidade, e, muitas vezes, não consegue ter êxito por conta das dificuldades na formação de professores. As aulas práticas realizadas na COOPEC, a partir de CI, em 2009 oferecem um ponto de partida concreto para análise dos diferentes níveis de conhecimento dos alunos. Isto poderá ser observado nas representações que os alunos fazem (desenhos, esquemas, imagens e frases) que são evidenciados, gradualmente (C1 a C4), pela compreensão que eles adquirem tendo como referência os objetos do mundo real ou sensível.

Segundo Vygotsky (2008, p.22), “*as crianças mais velhas descrevem ações e indicam relações complexas entre diferentes objetos de uma figura*”. Dessa forma, as crianças descrevem os objetos/fenômenos (desenhos) de forma diferenciada ao longo das etapas do desenvolvimento psicológico. Essas descrições válidas, ora em crianças menores, tornam-se diferentes nas crianças maiores, possibilitando a visualização dos objetos.

De acordo com os resultados de pesquisa de Vygotsky, a experiência que cada criança tem revela diferentes níveis de desenvolvimento. Nas crianças menores (2º ano), a interpretação causal para proposições iniciadas com a conjunção "porque" é maior para os conceitos científicos (79,7%) do que para os espontâneos (59,0%), sendo que as maiores (4º ano) tiveram resultados percentuais bem próximos, respectivamente, para estes conceitos (81,8% e 81,3%), devido a

atingir a consciência e o controle deliberado para eles (VYGOTSKY, 1991). Por isso, acreditamos que os conhecimentos espontâneos e científicos avançam juntos no que concerne às relações causais, sendo que o domínio do conceito espontâneo é mais tardio para a criança. Para as crianças menores, a explicação adversativa (embora) que geneticamente se desenvolve posteriormente à causal, tem proximidade nas respostas para os níveis científico (21,3%) e espontâneo (16,2%).

Esta relação muda nas crianças maiores, dos anos finais do Ensino Fundamental I, porque o ensino escolar favorece melhores respostas envolvendo os níveis espontâneos e científicos (79,5% e 65,5%, respectivamente), principalmente considerando a ajuda que a criança traz para o desenvolvimento conceitual da outra na relação da aprendizagem escolar (VYGOTSKY, 1991). A criança precisa de um referente conceitual para que possa exprimir um novo significado para os objetos/fenômenos. Assim, não é qualquer ensino que contribui para o desenvolvimento conceitual das crianças, mas um ensino que possibilite a criança encontrar relação no seu conhecimento cotidiano com os conhecimentos a serem aprendidos na escola (VYGOSTSKY, 2010).

Vygotsky (2010) afirma que o verdadeiro conhecimento da criança é aquele que se direciona para explicação da causa de um evento. Quando isto ocorre, a explicação funcional baseada no egocentrismo diminui. Por essa razão, a atividade prática realizada pela criança pode se aproximar do pensamento realista do meio (objetivo), da lógica e da racionalidade que se fundamentam no materialismo histórico social. Por outro lado, a criança que não conhece o que está por trás de um determinado fato ou problema é porque a compreensão funcional espontânea ou egocêntrica para o mundo é dominante em relação ao pensamento causal. A ação executada por esta é vinculada ao pensamento subjetivo inerente ao ser biológico humano, sendo esta uma posição idealista do mundo mais próxima da lógica do sonho e do devaneio.

No trabalho desenvolvido na COOPEC, identificamos que a descrição dos experimentos em diferentes anos está de acordo com ações propostas por Vygotsky, bem como indicam os avanços de conhecimento em relação aos experimentos/atividades realizados acerca de estrutura, tamanho de seres vivos/célula em 2009, seja no nível micro ou macroscópico (CASTRO, 2010). Segundo este autor, há uma mudança notória de significado dos objetos/fenômenos

para a criança ao longo da sua formação, em que a percepção e a consciência vão se acentuando, conforme a realização das novas aulas práticas (CASTRO, 2010).

O trabalho de pesquisa foi desenvolvido na COOPEC em etapas de um mesmo ano escolar no período (2009-2012), conforme o planejamento pedagógico das professoras do Ensino Fundamental I. Foram considerados, a cada ano, os conhecimentos produzidos como base para a ampliação das práticas do ano seguinte, como meio de viabilizar uma análise comparativa do conhecimento dos alunos em ano corrente, e também em relação aos anos anteriores para fins de atender aos diferentes níveis conceituais (CI, C1, C2, C3, C4, CF). Isto pode possibilitar uma compreensão dos estados de pensamento das crianças apresentados antes e depois das aulas práticas realizadas, conforme a variedade de questões a serem apontadas pelos alunos.

1.1.2 A mediação e a internalização de conceitos

Consoante às ações interventivas (aulas teórico-práticas) realizadas em sala de aula da COOPEC, e que foram utilizadas para fins da realização nossa pesquisa, no período de 2009 a 2012, vislumbramos a possibilidade de reconstrução do curso do desenvolvimento do comportamento e da consciência dos alunos. Este é um processo mediado sucessivamente, desenvolvido e que deve perpassar várias etapas e níveis de aplicação em que uma atividade é rememorada na outra, propiciando a intervenção seguinte. Vygotsky (2008) assegura que a internalização de um sistema de signos (fala, escrita...), produzidos culturalmente, provoca transformações e faz elo entre formas tardias e iniciais de desenvolvimento da criança (CI, C1, C2, C3, C4 e CF).

Este autor indica a mediação como base para a transição entre os processos psicológicos elementares⁶ para os superiores⁷ com bases aceitáveis para as ciências naturais, ou seja, considerando que os processos inferiores estão voltados para essas ciências, ao passo que os superiores estão vinculados à ciência da mente e seus processos relacionados. A sensação e os reflexos são funções

⁶ As funções elementares têm como característica fundamental o fato de serem total e diretamente determinadas pela estimulação ambiental (VYGOTSKY, 2008, p.33).

⁷ As funções superiores têm característica essencial a estimulação autogerada, isto é, a criação e o uso de estímulos artificiais que se tornam a causa imediata do comportamento (VYGOTSKY, 2008, p.33).

psicológicas elementares, enquanto a atenção voluntária, a linguagem e a consciência são processos superiores. Para isto, a mediação poderá ser exercida através de instrumentos e signos, como parte de um trabalho pedagógico planejado.

Vygotsky (1991, p.14) enfatiza que,

A questão central quanto ao processo de formação de conceitos [...] é a questão dos meios pelos quais essa operação é realizada. [...] Todas as funções psíquicas superiores são processos mediados, e os signos constituem o meio básico para dominá-las. O signo mediador é incorporado à sua estrutura, como parte indispensável, na verdade, a parte central do processo como um todo.

No processo de formação de conceitos, esse signo é a palavra, que em princípio tem papel de meio na formação de um conceito e, posteriormente, torna-se o seu símbolo. Por isso, as operações que envolvem a formação de conceitos não podem ser reduzidas àquelas que fazem parte das funções psicológicas elementares. Tais operações são indispensáveis, no entanto, insuficientes sem o uso do signo, como meio para a condução de operações mentais superiores, voltadas para a solução de um dado problema a ser enfrentado. Vale ressaltar que o signo, para Vygotsky, inclui a linguagem expressa em desenhos, esquemas etc.

Vygotsky (2005), em seus estudos sobre o processo de formação de conceitos em suas várias fases e formas de pensamento envolvido, considerou que para se iniciar os referidos processos, "é necessário confrontar o sujeito com a tarefa, introduzindo gradativamente os meios para a solução do problema apresentado ao sujeito" (VYGOTSKY, 2005, p. 72). Contudo, ele chama a atenção que a existência de um problema que por si só, não pode ser considerado a causa do processo. Por isto, este autor considera a importância do uso do signo, ou palavra como mediador dos processos mentais estabelecidos para a solução do problema.

Para explicar a mediação semiótica e instrumental, Vygotsky recorre a uma aplicação do Materialismo Histórico e Dialético como base para a Teoria Histórico-Cultural acerca dos processos psicológicos superiores. "Um ponto central deste método é que todos os fenômenos naturais sejam estudados num processo de movimento e de mudança" (VYGOTSKY, 2008, p.68). Para realização da pesquisa na COOPEC, tomamos como base que todo fenômeno tem sua história e sofre mudança na qualidade (forma, estrutura e características básicas) e na quantidade ou essência.

O uso de instrumentos pela criança desde cedo é importante para o desenvolvimento de várias funções orgânicas, tais como as que envolvem: o cérebro, os movimentos sistêmicos, a percepção, tendo como consequência, o desenvolvimento da fala, ou seja, os primeiros esboços de fala inteligente são precedidos e acompanhados pelo raciocínio técnico, via uso de instrumento, e isto constitui a fase inicial do desenvolvimento cognitivo. Vygotsky (2008, p. 6) afirma que “*o sistema de atividade da criança é determinado em cada estágio específico, tanto pelo seu grau de desenvolvimento quanto pelo seu grau de domínio no uso de instrumentos*”. Se o uso de instrumento coincide com o uso da fala, isto significa que oportunizar as crianças experimentos/atividades (instrumentos) que as estimulem a resolver problemas que estejam ao seu alcance de resolução e imbricado a alguma questão que esteja além da presença concreta do objeto, é uma tarefa que pode auxiliar no desenvolvimento da comunicação; ao mesmo tempo, usar a fala num sistema já dominado pelos adultos é um artifício capaz de estimular o uso do instrumento pela criança.

A mediação citada anteriormente poderá ser semiótica e instrumental reciprocamente, sendo a fala fundamental para a organização da atividade prática.

No caso de uso do experimento, a fala não só poderá acompanhar a atividade prática como também tem um papel específico na realização desta, pois a linguagem verbal e ação fazem parte de uma mesma função psicológica complexa e dirigida para resolução do problema em questão. Quanto mais complexa é a ação exigida pela situação-problema, menos direta é a solução e mais importante é a palavra para a realização da operação. Isto é uma situação que depende de planejamento, dispondo-se do conhecimento dos adultos, a fim de permitir a internalização, conforme ação realizada. O processo de internalização da fala social está associada à realização da atividade prática pela criança, passando do interpessoal para intrapessoal, ou seja, já conseguem explicar as ações sem ajuda dos adultos. Neste sentido, Vygotsky, (2008, p. 14) afirma:

No processo de solução de um problema a criança é capaz de incluir estímulos que não estão contidos no seu campo visual imediato. Usando palavras (uma classe desses estímulos) para criar um plano de ação específico, a criança realiza uma variedade muito maior de atividades, usando como instrumentos não somente aqueles que formam objetos à mão, mas procurando e preparando tais estímulos de torná-los úteis para a solução da questão e para o planejamento de ações futuras.

Depreendemos que o instrumento pode ser usado para auxiliar os alunos na explicação dos fenômenos ou questionamentos que fazem parte da atividade prática desenvolvida na escola, incluindo a solução para eles. A ausência deste trabalho na vida da criança pode implicar na dificuldade que os adolescentes e adultos têm em decompor determinados traços de fenômeno na sua totalidade. Isto decorre de um ensino veiculado na escola pela definição de conceitos, ao invés de propiciar condições para as crianças irem elaborando seus conceitos gradualmente.

A palavra torna-se parte essencial do desenvolvimento cognitivos da criança; neste sentido, a fala adquire uma função sintetizadora, a qual, por sua vez, é instrumental por atingir as formas mais complexas de percepção cognitiva. Nas aulas práticas ministradas na COOPEC, por exemplo, intencionamos ampliar a comunicação das crianças à medida que os instrumentos favoreceram a explicação de fenômenos novos por meio da escrita, dos desenhos e da fala; estes podem estimular a curiosidade/questionamentos delas acerca de conceitos de seres vivos, implicando no aumento da compreensão para tais questões no decorrer dos anos escolares.

Acreditamos que as atividades planejadas e realizadas na referida escola, usando a mediação instrumental e semiótica podem possibilitar que as crianças expliquem mais sobre os assuntos envolvidos nas aulas. As tarefas e experimentos desenvolvidos em sintonia com as aulas ministradas pelas professoras possibilitam uma ampliação da percepção deles (vice-versa), já que o pensamento e a linguagem parecem estar vinculados na criança em fase escolar, ou vai estreitando tal vínculo à medida que esta se desenvolve e avança nos anos escolares do Ensino Fundamental.

Essa questão acima pode ser melhor compreendida quando Vygotsky destaca a importância dos signos auxiliares os quais oferecem condições para a criança não mais apresentar apenas respostas sensoriais para os estímulos recebidos (meio) e sim para os abstratos. A escolha de signos auxiliares permite resolver problemas através de uma conexão estabelecida internamente entre o estímulo e o signo auxiliar correspondente, de forma a proporcionar a transformação das funções psicológicas elementares para as funções psicológicas superiores, conforme menciona Vygotsky, (2008, p.27): “*o sistema de signos reestrutura a totalidade do processo psicológico, tornando a criança capaz de processar seu movimento. Ela reconstrói o processo de escolha em bases totalmente novas*”.

Por essa razão, planejamos as atividades e experimentos para serem desenvolvidos na COOPEC, como forma de possibilitar a explicação e a compreensão mais abrangente dos fenômenos e questionamentos trazidos à sala de aula pelos alunos e pesquisador (Apêndice B, p. 301). Tais questões podem gerar novas proposições que, por sua vez, pode suscitar a realização de experimentos e atividades sucessivas, bem como explicações complementares para as mesmas, à proporção da execução do planejamento escolar, a cada bimestre, a cada ano.

A atenção é uma função psicológica que fundamenta o uso do instrumento e o desenvolvimento da fala é essencial para esta questão. A criança ao falar, quando na realização de uma tarefa, tem capacidade de dirigir sua atenção de maneira dinâmica. Isto significa que esta poderá perceber mudanças no comportamento em relação às atividades passadas, podendo agir no presente, mas com uma perspectiva futura, conforme nos esclarece Vygotsky (2008, p.28):

a transição da estrutura simultânea do campo visual para a estrutura sucessiva do campo dinâmico da atenção é conseguida através da reconstrução de atividades isoladas que constituem parte das operações requeridas. Quando isso ocorre, podemos dizer que o campo da atenção deslocou-se do campo perceptivo e desdobrou-se ao longo do tempo, como um componente de séries dinâmicas de atividades psicológicas.

Isto facilita a reconstrução básica da memória da criança através das formulações verbais de situações e atividades passadas. A criança se desliga das lembranças diretas e ela sintetiza com sucesso, o passado e o presente de modo conveniente aos seus propósitos. Nesse processo, a memória e a percepção sofrem mudanças qualitativas em direção ao objeto/fenômeno observado. Ela resgata fragmentos do passado (memória), usando-os como um novo método de unir elementos da experiência passada com o presente e com o futuro.

Estes dois processos de pensamento estão associados às etapas do trabalho interventivo desenvolvido na COOPEC, uma vez que permite uma relação processual entre experimento/atividades realizadas em cada bimestre letivo, a cada ano, como forma de ampliar os conhecimentos e questionamentos apresentados no decorrer do período de trabalho (2009-2012).

Neste contexto, os experimentos e tarefas que indicam a necessidade e motivação, como fatores indispensáveis para a reorganização do sistema voluntário e afetivo da criança pequena frente à solução de algum problema, podem ser estendidos para as crianças maiores em fase escolar as quais, muitas vezes, não

foram estimuladas anteriormente. Isso poderá ser uma potencial estrutura capaz de garantir gradualmente avanços nas respostas significativas dos alunos, no sentido de responder aos fenômenos que lhes cercam ou lhes são apresentados.

Os estímulos-respostas inerentes às funções elementares são substituídos por um ato complexo mediado pelos signos, como fator principal para o desenvolvimento das funções superiores. O signo é um estímulo de segunda ordem capaz de alterar a resposta primária dos sujeitos ao estímulo natural; apresenta ainda ação sobre o indivíduo e não sobre o meio ambiente. O estímulo auxiliar entra na resposta de forma indireta, inibindo a resposta natural que sustenta as funções psicológicas inferiores. Neste sentido, Vygotsky (2008, p.34) esclarece o seguinte:

Na medida em que esse estímulo auxiliar possui a função específica de ação reversa, ele confere à operação psicológica formas, qualitativamente, novas e superiores, permitindo aos seres humanos, com o auxílio de estímulos extrínsecos, controlar o seu próprio comportamento. O uso de signos conduz os seres humanos a uma estrutura específica de comportamento que se destaca do desenvolvimento biológico e cria novas formas de processos psicológicos enraizados na cultura.

O aumento do significado pode ser observado gradualmente nas crianças, a exemplo da COOPEC, se elas forem estimuladas a responder e a explicar determinados problemas. Para tal, elas podem emitir respostas usando desenhos, esquemas, escrevendo ou explicando oralmente.

Leontiev, citado por Vygotsky (2008), demonstrou claramente o papel dos signos no desenvolvimento da atenção voluntária e da memória. Ele argumenta que as funções psicológicas superiores podem se desenvolver muito cedo nas crianças, quando elas fazem associações ainda que no nível espontâneo, sem definição criteriosa de atributo (indefinição e uso de vários atributos), para aquisição de um conceito. Para tanto, devemos destacar o papel dos estímulos externos (signos) na formação de conceitos, tendo em vista a capacidade de uso em diferentes faixas etárias.

O uso de figuras de um livro, materiais experimentais, aparelhos (microscópio) como estímulos externos, é uma potencial forma de mediar as respostas dos alunos em relação aos conceitos e problema, tendo em vista a ampliação das formas de pensamento deles. Para isto, os materiais concretos devem ser explorados pelo professor nas aulas práticas na direção do pensamento abstrato. Por outro lado, para o ensino de conceitos abstratos para os alunos nessas aulas, é necessário buscar meios para concretizá-lo, tendo como parâmetro os

referidos materiais concretos. As analogias e as hipóteses explicativas podem ser recursos didáticos adequados para o ensino destes conceitos para as crianças (cf., p.18/19). Com isto, poderemos estar viabilizando um ensino que avança em relação àquele propiciado apenas pela vivência do aluno.

A pesquisa de Leontiev com os cartões⁸ esclarecem que as crianças com faixa etária entre 8-9 e 10-13 anos erram menos as tarefas e questões com a ajuda de signos externos do que as com 5-6 anos de idade. Os cartões facilitam então as respostas para os itens aos quais eles são indagados. Isto evidencia que a mediação semiótica é uma ferramenta que auxilia as crianças no processo de internalização de um dado conceito/tarefa, como no caso dos signos usados pelas professoras da COOPEC e pesquisador para facilitar a aquisição de conhecimentos novos pelos alunos.

No uso de auxiliares externos há uma transição entre a realização de uma operação simples e uma complexa mais amadurecida. Inferimos com a experiência realizada, através do uso de cartões, que as crianças primeiramente fazem a memorização direta da atividade não usando o auxílio do signo (cartões) nas suas respostas, seguida da internalização em que a utilização do signo aumenta consideravelmente a eficácia da atividade realizada pela criança, como nos explica Vygotsky (2008, p.40): “os signos externos, de que as crianças em idade escolar necessitam, transformam-se em signos internos, produzidos pelo adulto como um meio de memorizar”. Uma série de tarefas aplicadas nas quatro séries do Ensino Fundamental I da COOPEC, com alunos de diferentes idades pode evidenciar como se desenvolvem as formas externas de comportamento mediado. Na COOPEC, uso de auxiliares externos representa um meio para controlar a atividade, bem como

⁸ Cartões: "Pedia-se a crianças que participassem de um jogo, no qual elas tinham que responder a um conjunto de questões, sem usar determinadas palavras. Via de regra, cada criança recebia três ou quatro tarefas que diferiam quanto às restrições impostas a suas respostas e quanto aos tipos de estímulos auxiliares em potencial que poderiam usar. Cada tarefa consistia de dezoito questões, sete delas referentes a cores (por exemplo, "Qual a cor...?"). A criança deveria responder prontamente a cada questão, usando uma única palavra. A tarefa inicial foi conduzida exatamente dessa maneira. A partir da segunda tarefa, introduzimos regras adicionais que deviam ser obedecidas para que a criança acertasse a resposta. Por exemplo, a criança estava proibida de usar o nome de duas cores e nenhuma cor poderia ser usada duas vezes. A terceira tarefa tinha as mesmas regras que a segunda, e forneciam-se às crianças nove cartões coloridos como auxiliares para o jogo ("estes cartões podem ajudar você a ganhar o jogo"). A quarta tarefa era igual à terceira, e foi utilizada nos casos em que a criança não usou adequadamente os cartões coloridos ou começou a fazê-lo tarde na terceira situação. Antes e depois de cada tarefa fazíamos perguntas com o objetivo de determinar se as crianças lembravam-se das instruções e se as tinham entendido" (VYGOTSKY, 2008, p.34-35).

para envolver os alunos com a resolução e compreensão de um problema, como mencionado com o uso dos cartões.

Os signos surgem somente após uma série de transformações qualitativas em que cada estágio precedente implica nas transformações do nível seguinte, como parte de um mesmo processo de natureza histórica. Os signos medeiam à transição das funções psicológicas elementares para as superiores num processo dialético que acompanha o desenvolvimento da criança que é dependente dos fatores externos, os quais agem constantemente no cotidiano da criança. A isto se adéqua aos Níveis de Desenvolvimento (ND) estudados com as crianças da COOPEC, pois os materiais elaborados por elas após a participação nas aulas práticas (desenhos, esquemas, frases etc.) na fase C1, por exemplo, pode contribuir para a compreensão conceitual nas fases seguintes.

Na primeira etapa do trabalho de Leontiev, a criança não responde ao estímulo externo (cartões), enquanto na segunda etapa, há um aumento na eficácia no desenvolvimento da tarefa mediante uso dos cartões (signos). A atividade de utilização dos signos pela criança começa após um longo e complexo processo sujeito a leis psicológicas básicas (funções elementares). Isto significa que o contato da criança/adolescente com diferentes situações como estímulos propiciados pelo meio (signo e instrumentos) poderá trazer mudanças qualitativas no desenvolvimento deste, no sentido de auxiliá-lo na resposta aos estímulos recebidos à medida que estes tenham um significado para ela.

Podemos ter uma ideia sincrética no início da experiência escolar, quanto ao uso de figuras auxiliares como mediadoras da memorização de uma palavra (estímulo primário), principalmente quando se trata de conceitos abstratos (ser vivo, micro-organismo etc.). Nos anos que seguem, a exemplo da COOPEC, o uso de figuras e desenhos pode servir de signos para mediar o conhecimento em sala de aula, propiciado pelo trabalho de pesquisa acerca do tamanho, estrutura e funções vitais de seres vivos. Assim, os novos conhecimentos produzidos pelas crianças da COOPEC e o desenvolvimento dos processos envolvidos na expressão deste conhecimento, sobremaneira poderão contribuir para o entendimento da nossa questão de pesquisa que é "como ocorre a compreensão dos conceitos de micro-organismos/células, animais e plantas no Ensino Fundamental I mediante aulas práticas ministradas na COOPEC".

As crianças em fase escolar já conseguem utilizar o signo auxiliar para memorizar uma palavra (estímulo primário); ao contrário, as menores não conseguem emitir conexões entre as figuras (estímulo auxiliar) e a palavra a ser lembrada. Tal processo só ocorre quando as crianças conseguem usar o signo como uma representação direta do objeto a ser lembrado.

Para auxiliar-nos na compreensão do referido processo, utilizamos a interpretação dos trabalhos de Leontiev, citados por Vygotsky (2008, p.45), em que assegura existir uma etapa intermediária entre o uso e não uso de signo pelas crianças. Crianças de 10 a 12 anos, por exemplo, conseguem lembrar duas vezes mais palavras envolvidas no experimento quando figuras relacionadas foram introduzidas como signos auxiliares. Na fase pré-escolar (crianças de 5 a 6 anos) fazem a representação dos objetos de forma direta ao invés de usar a simbolização mediada efetivamente, tendo pouco avanço nas respostas, como anteriormente relatado, evidenciando uma transição entre o uso e não uso de signos. As crianças de 8-9 anos respondem melhor aos estímulos, a exemplo daqueles usados para fins de memorização de uma palavra, entretanto, para os conceitos de tamanho, estrutura e funcionalidade de seres vivos estudados na COOPEC, observamos uma dificuldade em tal associação, uma vez que se trata de conceitos derivados e abstratos. Essa percepção foi ampliada nas crianças da COOPEC com faixa etária de 10 a 11 anos (CASTRO, 2010).

Acreditamos que no início, as crianças usam a experiência de forma ingênuas por não ter vivência com a tarefa, no sentido de regular eficazmente seu comportamento, entretanto no decorrer do experimento ou atividade, ela adquire experiência necessária para reestruturar seu comportamento, ou seja, ela emite respostas aos fenômenos em níveis aceitáveis científicamente, ou ao nível dos conceitos escolares. Ela vai significando a atividade praticada e começa a usar de forma eficaz os estímulos auxiliares, evidenciando uma transição entre a mediação dos estímulos externos e a internalização.

Chamamos a atenção para um ponto crucial do trabalho de Leontiev, no que tange ao uso dos estímulos auxiliares como mediadores da resposta ao estímulo primário, quando a criança associa a palavra a ser lembrada, mas não é capaz de associar o estímulo ao seu sistema de lembrança. Como exemplo desta questão, temos uma criança que sabe da existência de um fenômeno ou o reconhece, mas não sabe explicá-lo. Neste sentido, as funções elementares da criança precisam se

desenvolver via mediação pedagógica⁹ para que esta possa ampliar o seu desenvolvimento conceitual. O uso de estímulos auxiliares é fundamental na formação de conceitos envolvendo conteúdos complexos para os quais os alunos não têm referentes concretos.

A diferença entre a memória de uma criança menor e de uma criança maior parece estar associada ao significado que elas vão emitindo às experiências ao longo da vida, impregnado ao uso da palavra. A memória de uma criança pré-escolar não está relacionada ao raciocínio lógico, enquanto nas crianças em idade escolar, as operações abstratas vão gradativamente se edificando. A nomeação de simples características comuns nesta fase é independente dos atributos de classificação usados pelas crianças na fase pré-escolar; essa operação dá lugar à elaboração dos conceitos abstratos em que um atributo apenas é qualificado, dentre os demais já abstraídos, na formação de um conceito no início do seu estado final.

As crianças menores não emitem um significado completo para a palavra, daí reside a dificuldade de elas formularem uma ideia concreta para um dado conceito nessa fase de vida, implicando na memorização direta apenas dos fatos. Na adolescência, a memória vem acompanhada do pensamento, o que possibilita desenvolver ações independentes da presença do objeto ou estímulo primário, e de forma deliberada responde aos estímulos artificiais, como forma de reproduzir e/ou usar o conhecimento adquirido para explicar algo que está distante do campo visual ou em situações novas em que se requisita o uso de determinados conceitos. É comum as crianças menores usar frases tautológicas para explicar as questões/tarefas que lhes são propostas, ou seja, elas usam a mesma explicação fruto da observação direta dos objetos, para responder os questionamentos apresentados em sala de aula pelo professor ou pesquisador.

A mediação instrumental modifica a percepção dos alunos sobre o objeto, enquanto a semiótica contribui para a alteração no comportamento deles. O uso do microscópio (propriedades físicas), por exemplo, modifica ou amplia a representação do objeto (célula), o que implica (criação do signo) na alteração do ponto de vista dos alunos em relação a objetos macroscópicos (corpo humano) e suas partes microscópicas e funcionais (célula). Esses tipos de mediação podem nos auxiliar na

⁹ A mediação pedagógica envolve o uso da mediação semiótica e instrumental. A mediação instrumental é usada como suporte para a semiótica e acaba agindo como peça inseparável no mesmo processo e/ou trabalho pedagógico desenvolvido (SFORNI, 2004, p.88, 89, 106 e 107).

análise da evolução conceitual dos alunos da COOPEC, no que tange ao tamanho e estrutura de seres vivos: a relação entre seres vivos unicelulares e seres pluricelulares pequenos; entre células macroscópicas que fazem parte do corpo de seres pluricelulares grandes, ou seja, um alvéolo de uma laranja, ovo de galinha, fibra de algodão (macro células) são maiores do que uma pulga que é um organismo pluricelular pequeno; a interação entre os órgãos vitais de animais, plantas e a sua funcionalidade orgânica.

O uso de instrumentos e signo e suas inter-relações num mesmo processo podem ser melhor entendidos com o trecho abaixo da obra de Vygotsky (2008, p.55):

A função do instrumento é servir como um condutor da influência humana sobre o objeto da atividade; ele é orientado externamente; deve necessariamente levar a mudanças nos objetos. Constitui um meio pelo qual a atividade humana externa é dirigida para o controle e domínio da natureza. O signo, por outro lado, não modifica em nada objeto da operação psicológica. Constitui um meio da atividade interna dirigido para o controle do próprio indivíduo; o signo é orientado internamente.

Essas inter-relações acompanham o homem em sua história de vida, em que o uso e aprimoramento de instrumentos o habilitam no controle do meio ambiente. Consequentemente, tal interferência sobre o meio cria novas condições que são incorporadas no indivíduo que reflete na sua própria atividade social sob a forma de funções psicológicas superiores. Inferimos que o desenvolvimento não está predeterminado biologicamente como resposta para cada estímulo do meio, e sim por um sistema complexo mediado, e que envolve o desenvolvimento de novas funções psicológicas superiores. Este processo foi demonstrado por Vygotsky através do uso de signos e instrumentos, como sendo um processo em espiral, em que novas formas de mediação vão surgindo à medida que novas questões vão aparecendo, mas tendo como base resultados da mediação anterior. Podemos entender pelo exposto que os mediadores (instrumentos e signos) ampliam a possibilidade de o homem transformar a Natureza e a si próprio.

A atividade externa é internalizada apenas na memória pelas crianças menores. Nas crianças maiores esta tende a ser desenvolvida na presença de signos. Nesse caso é exigida a explicação de um fenômeno em que a criança precisa comunicar sem o uso de instrumentos como atividade social racional. Isto possibilita a criação de novos instrumentos que se reflete na formação de novos signos, somando-se avanços na inteligência prática, atenção voluntária e na

memória. Neste sentido, o processo de internalização consiste numa série de transformações, que são explicitadas abaixo:

- a) Uma operação que inicialmente representa uma atividade externa é reconstruída e começa a ocorrer internamente;
- b) Um processo interpessoal é transformado num processo intrapessoal. Todas as funções no desenvolvimento da criança aparecem duas vezes: primeiro, no nível social, e, depois, no nível individual; primeiro, entre pessoas (interpsicológica), e, depois, no interior da criança (intrapsicológica);
- c) A transformação de um processo interpessoal num processo intrapessoal é o resultado de uma longa série de eventos ocorridos ao longo do desenvolvimento (VYGOTSKY, 2008, p.57-58).

A internalização de estímulos externos se aplica igualmente para a atenção voluntária, para a memória lógica e para a formação de conceitos. Todas estas funções superiores originam-se das relações reais entre os seres humanos, sendo que sua eficácia depende do significado dado para as crianças ao longo do processo, no que concerne aos experimentos desenvolvidos em sala de aula.

Se o aluno consegue emitir uma resposta interativa para as questões que envolvem integração funcional entre órgãos vitais de animais e plantas, por exemplo, é porque a tarefa ou experimento suscitou nele uma complexidade de resposta, envolvendo uma dinâmica interna funcional. Assim, não podemos apenas analisar o desenvolvimento das crianças apenas por respostas fenotípicas. Tais respostas advêm de uma análise introspectiva em que os pontos de vistas dos diferentes sujeitos, movidos por sentimentos, não possibilitam uma descrição consensual acerca das formas de pensamento deles. Por essa razão, é necessário estudar as relações complexas que envolvem a compreensão das crianças, no que tange à dinâmica funcional dos conteúdos, em vez de reações simples ligadas à descrição fenotípica.

Na dimensão acima citada, Vygotsky (2010, p.73) afirma que a análise introspectiva não fornece a explicação dinâmica ou causal real de um processo de formação de conceitos, e, por isso, esta deve ser substituída pela análise do desenvolvimento que considera os processos envolvidos. Com isto, podemos evitar respostas fossilizadas que não consideram os processo ou conteúdos evocados nas reações dos alunos aos estímulos (signos) inerentes ao trabalho investigativo acerca da formação de conceitos, como é o caso do trabalho realizado com as crianças na COOPEC.

Um procedimento necessário no trabalho de pesquisa realizado COOPEC é a construção do signo relacionando conceitos ou ideias cotidianas. Daí recorre a necessidade de se distinguir os objetos sensíveis dos pensados para que os últimos possam servir de meios para interferência sobre os primeiros. O desenho de uma célula (objeto pensado) poderá trazer implicações numa melhor compreensão acerca da diferenciação entre seres vivos e não vivos; dos seres observados ou não ao olho nu (objeto sensível) etc.

O signo possibilita uma nova relação do sujeito com o ambiente; fazer novas operações para resolver um problema; o desenvolvimento da atenção para ele mesmo e para o objeto, enquanto opera com a situação problema; fornece melhor possibilidade em separar traços na relação com os objetos e ao mesmo tempo para a generalização do pensamento. Isto pode contribuir para o avanço na comunicação entre os colegas numa classe, no momento em que o professor realiza as tarefas planejadas, a exemplo das experiências/atividades desenvolvidas na COOPEC pelo pesquisador. Essa comunicação interfere na sequência da compreensão da atividade e na mobilização do aluno ou grupo para a busca de novos conhecimentos, tendo em vista a aplicação deles em situações práticas dos conteúdos dentro e fora da sala de aula.

Os conceitos escolares quando aplicados sem referência concreta ou quando demonstrados sem devida problematização, as crianças não avançam na sua internalização. Por outro lado, o conceito espontâneo, mesmo tendo sua funcionalidade garantida, a exemplo do talher, pode ter força na concretude e fraqueza na verbalização. O conceito espontâneo tem uma relação com os complexos por ter uma fraca generalização. A comunicação verbal tem limitada explicação para prática das vivências sociais, ao contrário dos construtos teóricos, a exemplo de átomos, genes, célula que, essencialmente, dependem desse tipo de comunicação. Estes conceitos explicados pela teoria dependem da demonstração para que eles possam ser melhor internalizados (observação ao microscópio, esquema, desenho), que funcionam como instrumentos e signos, simultaneamente (SFORNI, 2004).

As crianças usam as frases para definição conceitual antes de dominar o conceito (palavra), de forma que a ampliação deste domínio depende da necessidade que o meio vai apresentando à criança através da sua vivência com os adultos. Entendemos que é na resolução de problema que a criança é estimulada a

desenvolver as tarefas exigidas e usando, para tanto, os meios que ela disponibiliza para resolvê-lo. Inferimos que quanto maior a generalização do conceito, mais amplitude no seu uso se faz e mais socialização do significado dele a criança pode apresentar.

A generalização requer análise e síntese de uma situação problema. Nesse sentido, o conceito científico a ser ensinado na escola, a partir do seu correspondente espontâneo, possibilita nas suas etapas tal análise à medida que os experimentos e tarefas vão sendo realizadas e suscitando respostas para as questões relacionadas ao problema a ser ensinado. A síntese é apresentada quando é propiciado um retorno qualitativo nas etapas da investigação, com vistas na elaboração de respostas para hipóteses colocadas em questão, culminando com a internalização de um determinado conceito. No primeiro caso, envolve uma indução na busca da elaboração de respostas para os questionamentos dos alunos; no segundo, envolve o uso do método dedutivo na consolidação da forma final do pensamento da criança em relação ao trabalho proposto (uso de dados obtidos nos experimentos). Usamos tal pressuposto para análise dos conhecimentos adquiridos pelos alunos da COOPEC ao longo do nossa pesquisa, considerando as etapas de desenvolvimento (C1 a C4).

Para se iniciar um processo de indução, quanto perspectiva da intervenção pedagógica, concebemos a existência de uma Teoria construída por conceitos indefinidos ou primitivos porque eles podem aparecer em mais de uma vez numa estruturação teórica. Os conceitos definidos elaborados a partir dos primitivos são secundários; os primeiros são chamados de básicos ou essenciais. São conceitos que envolvem uma suposição afirmada pela teoria, ou seja, a teoria oferece significado para eles e não a sua definição (BUNGE, 2010).

A força de uma teoria é comprovada pela definição que os conceitos secundários recebem mediante os conceitos primitivos. Os conceitos de vida, ser vivo, por exemplo, podem ser usados para definir variados conceitos na área de ciências biológicas (micro-organismo, germe, fungo, reprodução, ciclo vital, nutrição etc.). Uma questão problemática para a qual dedicamos nossa atenção nesse trabalho é que os conceitos não observáveis ao olho nu, como célula, estruturas celulares, respiração e fotossíntese são dependentes da realização de aulas práticas, ao passo que o ensino, geralmente, é limitado e veiculado por definições conceituais. Estas, após a observação com auxílio do microscópio e/ou

experimentações, podem derivar uma série de conceitos os quais não seriam evidenciados pelo ensino ministrado por definição. Assim, entendemos que os conceitos primitivos auxiliam na definição dos derivados, mas nesse caso, a formação destes últimos fica na dependência do ensino desenvolvido mediante aulas práticas.

O uso de alimento indica um caso que denota uso do conhecimento espontâneo partindo do geral para o particular, ao passo que vão sendo incorporadas condições para que o conceito científico correlato seja formado (uso de exemplos ou descrição/demonstração de nutrientes). Assim, o conceito científico pode ser usado para auxiliar na sistematização do conceito espontâneo da criança, a exemplo do conceito de calor no lugar de temperatura, que passa a ser internalizado consoante às atividades de ensino.

O instrumento atua fora do homem e o signo é usado para substituir a fala em relação às coisas sem nome, ou para substituir o sentido externo do objeto e partilhar com os outros o significado dele na sua ausência. Podemos exemplificar tal situação ao falar de micrório sem a presença dele (desenho), usando o significado dele para se comunicar com a criança, ou seja, possibilitar a compreensão dela acerca de um objeto/fenômeno. Esta questão pode ser avaliada na fala das crianças antes e após a realização dos experimentos em sala de aula ao longo do ensino escolar (2º ao 5º ano). O signo tem função reflexiva fazendo evidenciar a linguagem interior do sujeito como resposta aos estímulos externos. O instrumento tem referência só externa, mas quando medeia a tarefa acaba agindo junto com o signo, como foi usado na COOPEC, no período de 2009-2012.

A explicação para tal questão, muitas vezes, ocorre por inferência, tendo como base os dados apontados pela experiência, pois tudo que se fala tem referência num objeto, daí a dificuldade de se recorrer aos sentidos para explicar algo fora do campo sensorial. A busca de referência para os objetos é histórica e acompanha o ser humano desde seus primeiros anos de vida. Por isto, construir essa relação na criança, tendo como base o tempo e o desenvolvimento psicológico dos adultos é um desafio no nosso estudo por considerar o ensino escolar automatizado, ou seja, em vez de contribuir para a formação de um dado conceito, transmite ao aluno a sua definição.

Nesse sentido, a criança precisa ser orientada nesse processo para o objetivo envolvido acerca dos conceitos a serem ensinados (veículo expressivo), tendo como

propósito apresentar o significado do objeto para ela. Podemos comparar os conceitos sistemáticos adquiridos via tal orientação aos conceitos adquiridos assistematicamente. A construção social do conceito é realizada através dos elementos que estão no mundo ou nas vivências das crianças. Entender o significado do conceito para explicar estas vivências possibilita mudanças qualitativas no conhecimento da criança em relação ao pensamento espontâneo, ou seja, a criança, ao falar, já consegue explicar os fenômenos.

Os conceitos são socialmente construídos por meio da mediação realizada entre diferentes sujeitos e deles com a Natureza. A criança tem atenção em relação ao objeto ou ao adulto, mas não consegue ter atenção a outra pessoa e o objeto ao mesmo tempo como um adulto o faz. Essa questão tem reflexo na abstração dos traços de conhecimento presente nos experimentos e atividades práticas escolares em que os alunos menores não conseguem se prender a várias situações da aula prática, simultaneamente. A atenção simultânea torna-se evidente em crianças em faixa etária entre 10 e 12 anos, ou seja, quando se percebe a necessidade de uma base mínima de conhecimento para se iniciar a formação de um referido conceito que é social.

É comum o uso de um conceito para explicar outro, como partículas elementares para explicar o que é matéria; nutriente para explicar alimento etc. Neste caso, a atenção passa a ser desenvolvida e um conceito sendo usado para mediar outro conceito. A internalização de um conceito é importante como resultado do ensino escolar à medida que a criança o usa adequadamente no contexto cotidiano em questões propostas pelo professor. Isso denota que o aluno passa a falar depois acerca de determinado assunto, o que não conseguia fazê-lo antes do ensino. Este processo é resultante de ações reconhecidas no outro ou no grupo via atenção propiciada pela qualidade/conhecimento do outro que vem mediando as tarefas. A atividade proposta por Leontiev, com base nas tarefas desenvolvidas com cartões, nesse caso supriu as falhas no uso de signo antes não discutido por Vygotsky ou propiciado na escola. Quando há falhas no uso de signos ou no seu uso literal, os conceitos científicos são praticados, mas não são apreendidos. De outro lado, as crianças podem apenas compor réplicas do trabalho realizado pelo professor e não avançar nas formas de raciocínio necessárias para o desenvolvimento conceitual.

No trabalho com as crianças da COOPEC, disponibilizamos condições para que as crianças aprendessem os significados das tarefas que lhes foram propostas, como alternativa para responder as suas curiosidades, aos seus questionamentos e mobilizá-las para ampliarem formas de pensamento mais próximas da ciência. Isto os auxiliou na busca de novas respostas para as suas questões, tendo estimulado a participarem mais das aulas e possibilitado o uso dos conhecimentos adquiridos na escola em situações práticas similares do cotidiano.

A criança, quando atua no nível conceitual, não precisa da experiência como referência para explicar um fenômeno. Ela não aprende o conceito científico de ácido e droga na escola; ela se apoia em toda história de vivência acerca destes conceitos na escola apenas finaliza tal elaboração conceitual. Segundo Vygotsky (2010), o conceito científico só é aprendido quando o seu correspondente espontâneo estiver completamente desenvolvido. Os conceitos científicos são usados para analisar e ver o mundo, mas não é observando o mundo que se constroem os conceitos científicos. Como exemplo disto, temos o uso do conceito de micrório para explicar a peste; o conceito de Alzheimer para explicar a “caduquice”, entre outros.

A criança usa o conceito científico no lugar do cotidiano para se comunicar com as pessoas. Ainda que não plenamente desenvolvido, o conceito científico aparece gradativamente à medida que os conteúdos escolares vão ganhando significado social, ou seja, a criança percebe sua utilidade para sua vida e para a vida do outro. Daí se remete ao papel da escola propiciar e desenvolver meios para que os alunos incorporem os conceitos com seus significados correspondentes, gradativamente. Ela usa, por exemplo, o conceito de evolução para explicar uma espécie maior que outra é mais encontrada num certo meio; ou usa a evolução como sinônimo de desenvolvimento, ou ainda de vitalidade. Isso reflete na tomada de consciência do conceito que é um processo que se edifica, aos poucos, na vida da criança. O uso de conceitos estruturantes/primitivos possibilita a construção de explicações e significados para os novos conceitos a serem formados. Isto poderá contribuir para a minimização do uso incorreto de conceitos por suas definições, quando principalmente estes não são definíveis ou não guardam correspondência real sobre os fatos, conforme assinala Bunge (2000, p.49).

1.1.3 A aprendizagem conceitual

Percebemos que a função formadora da escola é deixada de lado quando as crianças mostram a dificuldade no meio social de responder a determinadas questões, tanto no coletivo quanto individualmente. Isto significa que a escola não está propiciando meios que auxiliam os alunos a pensarem com base em parâmetros científicos (SFORNI, 2004).

Tendo em vista a dificuldade que a escola tem de propiciar uma formação efetiva voltada para a criança desenvolver seu intelecto e para uma melhor compreensão do seu meio, o nosso estudo possibilita um potencial instrumento cognitivo para os alunos da COOPEC. Ele suscita uma ampliação, tanto no conteúdo, quanto na forma do pensamento das crianças, uma vez que os assuntos trabalhados em sala de aula através de experimentos e observações microscópicas podem permitir avanços significativos no conhecimento delas. Esta é uma questão que se aproxima da teoria histórico-cultural de Vygotsky porque a escola formal objetiva contribuir em seus conteúdos e métodos para a formação conceitual dos alunos, a partir da cultura¹⁰ que o aluno traz da sua vida cotidiana para a escola (SFORNI, 2004).

A participação da criança em atividades práticas, por exemplo, ganha mais significado e intencionalidade à proporção que vai descrevendo seus questionamentos de uma forma mais definida, concreta e mais próxima da ciência, seja por meio da palavra, ou de novas ilustrações acerca dos fenômenos observados e que fazem parte da sua cultura. Isto permite a "*emissão de conceitos e formas de organização do real que, mais que criar bases comuns para a comunicação, instrumentalizam o pensamento mediante generalizações e abstrações conceituais*" (SFORNI, 2004, p.36-37), possibilitando que a experiência coletiva apropriada pela comunidade científica seja ampliada em conteúdo e forma, enriquecendo a experiência particular, no que tange aos conhecimentos adquiridos socialmente (espontâneos).

A escolarização propicia situações que exigem novas operações que socialmente instrumentalizam as crianças para realizarem novas ações sobre os

¹⁰ A cultura tende a ser uma construção humana que permeia a relação entre homens e destes com a natureza, sendo que estes se harmonizam na interação com essa cultura, constituindo-se como sujeito em um mundo de estruturas, ferramentas, relações, palavras, conceitos etc. (SFORNI, 2004.p. 20-21).

objetos/fenômenos no meio de um processo mediado por um adulto ou professor que conhece mais sobre o referido objeto/fenômeno (interpsicológico). Este é um processo gradativo que se amplia na vida cotidiana quando a criança explica os fatos mediante conhecimento adquirido na escola, evidenciando um maior desenvolvimento na sua cognição (intrapsicológico). Neste sentido, conforme Vygotsky (2008), o ensino, pautado nas disciplinas escolares, deve se antecipar ao desenvolvimento do aluno, atendendo à Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) dele. Mas, para isto, o bom ensino deverá estar atrelado à organização de atividades que propiciem diferentes e sucessivos níveis de desenvolvimento e formas de abstração dos alunos, como é o caso do ensino realizado na COOPEC.

Com base em Sforni (2004), o ensino realizado na COOPEC, tendo em vista o desenvolvimento de formas e processos gradativos de compreensão de conceitos de seres vivos, considerou a percepção dos alunos acerca dos referidos conceitos, a representação e os conceitos e proposições. O trabalho contemplou três momentos ao longo dos quatro anos:

- 1) A percepção em que os alunos foram levados a observar a diversidade sensorial concreta dos objetos e fenômenos e a explicar oralmente os resultados da observação;
- 2) A representação em que eles emitiram os traços substanciais em relação aos objetos/fenômenos;
- 3) O conceitual em que as situações concretas que propiciaram a ampliação da compreensão dos traços observados/selecionados nos sucessivos experimentos desenvolvidos ao longo dos quatro anos.

A generalização da criança na escola primária é operada no plano das representações, enquanto na adolescência, ela é efetuada a partir da análise mental e sistêmica das relações e conexões com os objetos/fenômenos. Neste momento de estudo, a criança já é capaz de desvincular-se das percepções e representações que fazem parte das características externas dos objetos e fenômenos, e operar com suas qualidades e relações internas. Segundo Sforni (2004, p. 57), é

a chamada generalização teórica, que se constitui no nível de pensamento adequado e necessário ao pensamento científico, já que, nesse nível, ele se

atém apenas ao confronto e à comparação, mas vai ao uso dessas ações em um sistema investigativo, de análise múltipla.

Pelo exposto, no final do ensino fundamental I, acreditamos que o aluno seja capaz de distinguir atributos, usando deduções que lhes permitem explorar as qualidades internas dos objetos e fenômenos, num movimento do geral para o particular. Entretanto, consideramos aqui como ponto de partida para o ensino, a observação direta dos fenômenos/objetos possibilitada pelo método intuitivo (indutivo) ou método direto de ensino que oferece informações de base sensorial, como imagens claras das percepções e representações. Este método permite às crianças destacarem oralmente traços afins e comuns dos objetos, num movimento particular para o geral, auxiliando-os na transição do pensamento concreto ao abstrato; mas, claro que isto depende também do primeiro método.

Nesse trabalho, consideramos que o ensino de conceitos científicos apenas baseados na experiência empírica, como é comum no ensino fundamental I, não é suficiente para a generalização e abstração de propriedades intrínsecas dos objetos/fenômenos. O ensino ministrado, tendo como base as observações intuitivas dos alunos, permite somente a apropriação do conteúdo do conceito. Tal questão somente será superada com o domínio de formas de interação com o conhecimento presente nos conceitos científicos, que sendo apropriadas teoricamente são transformados em instrumentos cognitivos. Sforni (2004, p.65) acrescenta que "*não basta descrever, nomear, definir objetos e fenômenos, é preciso ir além do aparentemente dado*". Isto é fundamental para a elaboração de novos conhecimentos, ou seja, a partir da compreensão que as crianças fazem pelas inter-relações com os atributos e/ou conteúdos dos conceitos.

Nesse contexto, a nossa pesquisa, apoiada no conceito de atividade desenvolvido pela dialética materialista de que se serve Vygotsky nos seus trabalhos acerca da formação de conceitos, potencializa avanços em relação ao ensino que apenas considera a percepção de situações concretas acompanhado de conexões sincréticas que levam as crianças e até mesmo a adultos a fazerem juízos contraditórios acerca dos fatos/eventos. Concebemos por essa razão, que a realização das atividades de ensino na COOPEC pode contribuir para que o pensamento das crianças não se limite aos dados empíricos da realidade (percepção), mas avance dentro de um sistema conceitual, que permite relações entre os conceitos e/ou proposições, como condição indispensável para a percepção

das contradições do pensamento e desenvolvimento do conceitual. Tal forma de pensar tem herança social consubstanciada na cultura através dos instrumentos, na linguagem e nos costumes que, uma vez ressignificados na escola, tem "mister" na ampliação do intelecto humano (SFORNI, 2004).

Para isto, o aspecto educativo em sala de aula deve mobilizar as crianças para a reprodução e apropriação da experiência social pelo desenvolvimento da atividade. A reprodução envolve os dados externos dos objetos/fenômenos empíricos, como a apropriação que considera o enfoque teórico baseado na inter-relação conceitual. A atividade, como concebemos, é modificada conforme a criança vai se desenvolvendo e vão surgindo novas necessidades de aprendizagem. Isto exige uma mudança também do conteúdo e forma da atividade desenvolvida em sala de aula, ou seja, os experimentos em geral e observações. O significado do conteúdo muda à medida que novas necessidades por conhecimento surgem num contexto social baseado nos modos de vida das crianças maiores e dos adultos, bem como nos objetos/fenômenos que já recebem um significado cultural.

Sforni (2004) orienta a organização das aulas para as crianças com a seguinte estrutura: atividade-ação-operação, sendo que o planejamento exigido (necessidade) para a realização da atividade motiva para a sua execução. Estes termos são definidos por Leontiev da seguinte maneira: a atividade é um processo que na mediação homem com o mundo satisfaz uma necessidade do homem; o motivo estimula o sujeito a executar a atividade; a "*ação é um processo cujo motivo não coincide com o seu objetivo, mas reside na atividade na qual ele faz parte*" (LEONTIEV, 1998, p.69) e a "*operação é o modo de execução da ação*" (IBIDEM, p.74).

No caso da COOPEC, na experiência com micro-organismos e células macro e microscópicas (atividade), a ação (observação de micro-organismos/células) e operações (medir, classificar, manipular lâminas microscópicas...) podem ocorrer simultaneamente. Com isto, a apropriação dos conteúdos poderá ser representada por desenhos, esquemas etc. Uma atividade pode ser desenvolvida por várias ações e estas, por diversos modos, possibilitam a ampliação da compreensão sobre os objetos/fenômenos observados. O aumento proporcional das atividades operacionais (realização dos experimentos e observação ao microscópio) é percebido quando as novas questões surgem e suscitam a realização de novos experimentos (atividade).

As operações passam a ter um domínio consciente à medida que elas são realizadas como hábito, ou seja, quando os alunos já conseguem falar acerca do que estudaram e/ou experienciaram na vida escolar e cotidiana. Isto ocorre de modo que as observações externas e menos específicas representadas por descrições orais, escrita e desenhos passam a mobilizar as funções internas mais específicas, ampliando a complexidade conceitual. Essa é uma questão que exige ações e operações cada vez mais específicas capazes de responder aos questionamentos dos alunos apresentados em aulas práticas. Neste sentido, as operações surgem como ações, o que possibilita que a observação ganhe um "status" interno, conferindo uma maior complexidade na formação do aluno. A exemplo disto, podemos citar as observações ao microscópio (células, micro-organismos) que se transformam numa operação dentro da própria ação, quando as crianças passam a compreender e inter-relacionar os conceitos e proposições com outros conceitos.

Percebemos que as tarefas práticas supracitadas potencializam ações que demandam operações que por sua vez exigem novas ações. Antes da realização de nova atividade, a operação se transforma em ação. Este é um processo mediado que provoca a elaboração de ações gradativas cada vez mais sofisticadas em nível de abstração e de consciência. Neste aspecto, a atenção do sujeito está voltada sempre para ação na qual a operação faz parte, mas enquanto novas ações não são desenvolvidas, há um período de transição marcado pelo domínio dos conceitos espontâneos (hábitos involuntários, inconscientes, dando lugar aos voluntários e conscientes), que fazem parte do pensamento mais próximo do conceito científico.

Segundo Sforni (2004), o uso do conceito nos limites empíricos, em que o aluno o usa apenas para apresentação dos fatos, não contribui para o desenvolvimento das suas formas de pensamento. O ensino que visa o pensamento teórico dos alunos gera pelas tarefas, processos, formas de conhecimentos fundamentais para o desenvolvimento conceitual deles, tanto no nível espontâneo quanto científico. No estudo empírico realizado na COOPEC, tivemos o desafio de buscar conhecer como as ações propostas promovem o desenvolvimento interno dos alunos, em resposta aos fenômenos do meio no qual as crianças vivem, ou quais conhecimentos e formas foram elaborados pelas crianças ao serem ensinadas com aulas práticas.

O ensino realizado com vistas a atender as características gerais do objeto (seres vivos), pode ser propiciado pela apropriação sensorial, vinculada ao

pensamento empírico (conhecimento espontâneo). O ensino que objetiva atender a questões específicas, como as que se referem ao tamanho, estrutura e funcionalidade de seres vivos, e que se remete ao conhecimento historicamente produzido, carece do pensamento teórico, "já que seu conteúdo se revela em conexões não explicitamente dadas no objeto em particular" (SFORNI, 2004, p.130).

Na perspectiva de esclarecer os processos envolvidos no desenvolvimento conceitual dos alunos da COOPEC, as investigações de Leontiev realizadas posteriormente a Vygotsky, colocam como condição a definição da atividade necessária para a formação de conceitos, ou seja, a organização de atividades específicas para fins de atender ao desenvolvimento potencial dos estudantes e das suas funções psicológicas superiores (NUÑES, 2009).

Dentre os princípios relacionados à formação de conceitos pela Teoria da Atividade, destacamos a qualidade da atividade. Essa possibilita descrever os diferentes estados, níveis de assimilação, os quais permitem orientar o processo em todas as suas fases, envolvendo os mesmos sujeitos (NUÑES, 2009).

As questões principais investigadas na COOPEC envolveram os processos e as formas como os alunos compreenderam os conceitos de micro-organismos/células e funções vitais de animais e plantas. Por isso, foi preciso analisar a relação entre as atividades planejadas pelo pesquisador e os conceitos desenvolvidos na escola. Neste aspecto, Nuñes (2009) afirma que atividade específica tem papel diferencial na relação que implica na formação de conceitos científicos a partir dos espontâneos, também estudados por Leontiev. No caso do planejamento escolar executado na mencionada escola, as experiências, sobretudo, representam tal atividade específica.

No trabalho com as crianças da COOPEC, prima-se pelo contato direto e constante delas com as experiências em que elas aplicam e usam seu entendimento, conforme a orientação prévia do pesquisador, suas curiosidades e hipóteses levantadas. Essas atividades devem ser substituídas ou (re) significadas, a cada ano, a depender dos conhecimentos e/ou dificuldades a serem evidenciadas por elas no processo. Nesse sentido, a participação do aluno apresenta um meio para orientação das tarefas de sala de aula, e requisita da escola e do professor meios para atender a suas demandas de aprendizagem.

Essas atividades não devem ser realizadas apenas para identificar e definir as características conceituais e sim propiciar situações de aprendizagem em que a

aplicação delas seja um recurso que permita o crescimento conceitual do aluno, ou seja, a resolução de problemas numa tarefa orientada. Por isto, podemos afirmar que a formação de novos significados e a evolução de interconexões entre eles, no contexto de uma teoria científica, deve garantir o seu desenvolvimento com base numa organização em que os conceitos estão relacionados num sistema. A escola poderá propiciar saberes que não estão disponibilizados na experiência cotidiana das crianças, num processo em que elas poderão ser capazes de interpretar e transformar a realidade, transformando a si mesmas no contexto social (NUÑES, 2009).

Isto foi fundamental para a realização do levantamento de dados na COOPEC, uma vez que possibilitou a avaliação dos instrumentos utilizados na prática para atender às questões de pesquisa colocadas pelo pesquisador, e, principalmente, pelos estudantes no seu envolvimento com as tarefas de aprendizagem. Dessa forma, quiçá, poderemos relacionar no produto deste trabalho, como os conceitos assimilados que se expressam nas novas formas de agir, as atitudes, valores formados e que estão no quadro de intencionalidade escolar.

Portanto, podemos considerar que atividade prática externa se interioriza, adquirindo a forma de atividade interna ideal cujo processo é representado e dirigido para a solução de tarefas vitais que surgem no processo de interação do sujeito com o mundo.

A representação da atividade interna pode ser evidenciada de duas formas: sem conhecimento prévio e com conhecimento escolar obtido a partir da intervenção. O uso das fichas de estudo ou mapa com ajuda externa instrumental (microscópio ou material prático), como ferramenta de atividade é necessária para garantir o inicio do processo. No caso da COOPEC, foi viabilizada a representação material dos conteúdos de micro-organismo/célula e funções vitais de seres vivos com auxílio de materiais práticos.

Na relação dos alunos com o objeto/fenômeno, expressos na forma verbal, o objeto foi se tornando cada vez menos representado na medida em que aumenta sua compreensão e verbalização em que palavra assume o papel de símbolo. Esse é um processo gradativo em que o conceito verbal vai se edificando por meio de atividades individuais ou em grupo, de forma que o apoio externo vai se tornando desnecessário. Disso decorre a lógica conceitual e a generalização, em que o estudante separa traços e propriedades substanciais para a ação (novos

conhecimentos para explicar os fenômenos) como conteúdo concreto dos objetos/eventos.

Inferimos pelo exposto, que é possível o aluno se conscientizar de seus conhecimentos e desconhecimentos, de suas ações, fator fundamental para assimilação dos conhecimentos científicos. Desta forma, a linguagem se transforma em uma via de compreensão para a aprendizagem. Portanto, o professor aparece em “cena” duas vezes: uma, na orientação geral em que considera os conhecimentos espontâneos dos alunos e outra, numa orientação específica em que considera as respostas científicas dos alunos.

1.2 ESTRUTURA E FUNCIONALIDADE DE SERES VIVOS: O CONHECIMENTO BIOLÓGICO NA ÁREA

1.2.1 A Célula e os Seres Vivos

De acordo com Freitas (1989), Castro (2010) e Castro e Bejarano (2013a), o domínio do conceito de ser vivo é fundamental para que a criança desenvolva os conceitos de micro-organismos, célula, órgãos, sistemas orgânicos e função vital. Segundo Freitas (1989), o ensino de conteúdos envolvendo este conceito é superficialmente ministrado no Ensino Fundamental I, pois considera apenas as características vitais (nascer, crescer, respirar, alimentar-se, reproduzir e morrer). Para esse autor, apenas no início do Ensino Fundamental II é que se inicia o estudo de conceito de ser vivo, tendo como base propriedades específicas da vida como a organização celular (teoria celular).

A partir destes autores, podemos assegurar que proporcionar aos estudantes a experiência, no que tange ao conhecimento microscópico da célula e/ou de seres vivos microscópicos contribui para compreensão do conceito de ser vivo, bem como daqueles que dele são derivados. Inferimos que os conceitos estão inter-relacionados, sendo que, por exemplo, um conceito primitivo (ser vivo) é necessário para a formação do conceito de célula, mas o conhecimento desta é sobremaneira importante para o desenvolvimento pleno do primeiro.

1.2.1.1 As Células e os Micro-organismos

O tamanho e a forma de micro-organismos/células são um aspecto conceitual estudado por Byrne e Sharp (2006) e Castro e Bejarano (2011a, 2011b, 2011c; 2012b). Eles afirmam que as crianças maiores já diferenciam os aspectos de células

individualizadas e múltiplas células, mas elas ainda não avançam na descrição dos conceitos relacionados ao tamanho de células e micro-organismos, no sentido de aproximá-la dos conceitos presentes nos livros de ciências e/ou compartilhados pela comunidade científica.

Para Castro (2010) e Castro e Bejarano (2011a,b,c; 2012b), muitos dos saberes das crianças sobre tamanho de micro-organismos/células foram enraizados em suas imaginações e fantasias ao invés da informação factual/concreto que faz parte da fase de complexo estudada por Vygotsky. Muitas crianças têm pouco ou nenhum conceito de seres microscópicos, a não ser a partir da intuição ou experiências diárias. Por isso, vale a pena os professores conhecerem os conceitos da criança e usá-los como ponto de partida para elaboração de formas de pensamentos mais próximas do caráter científico, com base em seus referentes concretos, os quais devem ser propiciados pela escola.

O conhecimento dos alunos sobre micro-organismos/células, apoiado no ensino escolar, é ampliado e torna-se diferente com o aumento da idade e com a experiência deles, contudo, os adultos em geral não conhecem mais do que as crianças pequenas acerca deste assunto, quando requisitados a explicar questões que fazem parte deste campo conceitual. A maioria das crianças chama micróbios de germes; os jovens estudantes pouco avançam sobre a ação deles nos seres humanos, em outros organismos ou no meio ambiente. A educação tem importante contribuição para o aumento gradual na ampliação das imagens de bactérias, células, micróbios, tendo apoio dos meios de comunicação, sendo que os jovens podem ter mais possibilidade de desenvolver tais conceitos em relação aos adultos, assim se eles tiverem experiências com o microscópio e de programas que lhes assegurem conhecimento na área, ilustrações (JONE; RUA, 2004).

Os alunos associam geralmente o tamanho dos micro-organismos à intensidade da doença. As concepções errôneas são comuns em jovens e crianças no início da vida escolar, pois há dificuldade de conceituar organismos que só podem ser observados ao microscópio, ou através de fotografias do livro didático. Contudo, já é possível no ensino fundamental, as crianças compreenderem sobre a existência de micro-organismos/células de forma mais complexa e indireta, a saber (função): resfriados, uso de antibióticos, resistência a vacinas, resposta imunes, considerando a destruição das suas moléculas pelo organismo humano, a formação da língua etc. A forma direta de conhecimento é possibilitada por meio de

experiências demonstrativas em meios concentrados (meio de cultura), espalhados no ambiente e através da observação do microscópio (JONE; RUA, 2004).

Com base em Mayerhofer e Márquez (2009), um ponto relevante na construção do conceito de micro-organismo é o uso da funcionalidade dele, tendo como base a compreensão que o aluno tem acerca do conceito de ser vivo, destacando os conceitos derivados deste e que compunham suas funções básicas: nutrição, reprodução e inter-relação com o meio que o rodeia. Para tanto, se o ensino objetiva usar o conhecimento sobre porque os fungos do pão ou as bactérias do iogurte são vivas para se ampliar o conceito de micro-organismo, não basta ter memorizado a definição de ser vivo e sim perceber como esta funciona em relação aos referidos itens básicos.

Sforni e Galuch (2006) explicam que ensinando tópicos sobre seres vivos, envolvendo o papel dos micro-organismos é outra possibilidade que pode contribuir para a formação de conceitos científicos nessa área. Para isto, é necessário questionar e anotar as respostas dos alunos, experimentar, vivenciar e observar exemplares, relacionados à temática em estudo. Como exemplo, elas estudaram o tema alimentos na 4^a série do ensino fundamental, considerando a produção e conservação, aspectos da industrialização e da tecnologia com vista a construir uma rede de significado na qual o conceito de micro-organismo fosse ampliado. Além disto, chamam atenção para a importância de organismo (bactérias e fungos) na teia alimentar, como parte indispensável do processo de decomposição de outros seres, permitindo uma ampliação da visão da ação deles como produtor de vinhos e queijos ou da perspectiva antropocêntrica dos mesmos como algo que só traz prejuízos ao ser humano.

Campos e Nigro (1999) consideram como importante as proposições ou hipóteses elaboradas pelo professor e pelo aluno, num processo interativo que culmina com a formação de conceitos. Estes autores enfatizam a questão da funcionalidade, como um atributo importante por meio do qual novas e mais elaboradas formas de pensamento dos alunos são aprimoradas. Estas, por sua vez, possibilitam a organização de redes de conhecimento. Podemos exemplificar a rede conceitual a partir das proposições que podem ser apresentadas pelo professor, como no caso daquelas informadas pela pesquisa realizada por Sforni e Galuch (2006): Como são conservados os alimentos? Todos são conservados da mesma forma? Por que os alimentos se estragam?

Antes de discutir estas questões com os alunos, as referidas autoras fizeram um levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos em que se constatou que suas explicações não lhes permitiam ir além das impressões sensoriais, a exemplo, de se a carne for deixada fora da geladeira fica com mau cheiro, apodrece e pronto. Elas afirmam que mesmo o ensino propiciando experiências (acompanhar material em decomposição), levantando hipóteses, é preciso procurar saber o que os alunos não sabem como forma de superação dos limites empíricos do ensino mediante pergunta explicativa sobre os fatores envolvidos no processo, tal como: "o que provocou as transformações observadas nos alimentos?" Para este item as crianças responderam: "o tempo e a não conservação deles?" (R); "o tempo e o lugar onde foi guardado?" (L); "as bactérias e a perecibilidade?" (M); "ficar em lugar fechado sem ar para circular?" (P); "o calor e as bactérias que vivem no ar, bactérias e fungos são bichinhos bem pequenos?" (A). (SFORNI; GALUCH, 2006, p. 9).

Em relação ao papel funcional dos micro-organismos (fungos e bactérias), Novassate e Gioppo (2010) e Zômpero e Laburú (2010) afirmam que os alunos do ensino fundamental (acima de 11 anos) associam estes seres vivos à decomposição dos alimentos. Segundo estes autores, as crianças não conseguem relacionar causa a efeito, o mau cheiro que há no processo de putrefação, ou seja, a transformação dos alimentos à ação microbiana, mas entendem que é necessária a decomposição para não haver mau cheiro. Essa é uma questão na qual faltam a deliberação e pensamento lógico nos alunos, pois eles usam ideias espontâneas para explicar tal fenômeno: o mau cheiro é proveniente do corpo do animal [...] atribuem-no às secreções do animal [...] é devido ao sol, a umidade, ao calor [...] a decomposição é importante para as plantas e para o solo [...] os animais desaparecem com a decomposição. Para alunos, menores (7 a 10 anos), segundo Trivellato (1995), o pensamento espontâneo usado para explicar o referido fenômeno é mais simples. Por outro lado, as crianças maiores apresentam uma visão ecológica mais consistente acerca da decomposição dos alimentos.

Os trabalhos de Cunha (1993), Zômpero (2009), Castro e Bejarano (2013b) acrescentam que as crianças não são capazes de relacionar claramente os aspectos epidemiológicos básicos acerca das doenças causadas por micro-organismos. Elas não conseguem abstrair a relação entre causa, transmissão e sintomas das enfermidades. Esta questão envolve um sistema morfológico que se apresenta entre os "mundos" micro e macro celular de duas vezes; uma do nível micro para o

ser humano, incluindo órgãos e sistemas; outra do primeiro para as células humanas diretamente onde ocorre o desenvolvimento da doença; outra ainda relação sistêmica com o meio externo. Tal interação se coloca como obstáculo para a apropriação dos aspectos conceituais em rede, uma vez que as crianças ainda são limitadas na compreensão das estruturas e função dos micro-organismos e células, até mesmo nas suas formas individualizadas.

Os alunos do ensino fundamental I são influenciados pela inferência sensorial/empírica que têm sobre a funcionalidade de micro-organismos. Eles associam a ação decompositora destes seres vivos, com base em seus conhecimentos do cotidiano acerca do hábito de vida das formigas e minhocas, por exemplo, os quais consideram, muitas vezes, como organismos microscópicos.

Inferimos que a funcionalidade de micro-organismos auxilia na modificação do pensamento espontâneo dos alunos em direção ao pensamento conceitual. Sforni e Galuch (2006) asseguram que as respostas incertas deles, mediadas pelo saber científico (instrumentos e meios...), suscitam explicações, em que fatores como água, ar, temperatura estão relacionados à proliferação destes seres vivos e que as ações destes modificam a cor, cheiro, gosto e forma dos alimentos. Isto possibilita o entendimento das crianças para o fato de existir um grande número de seres vivos que só podemos enxergar com auxílio do microscópio.

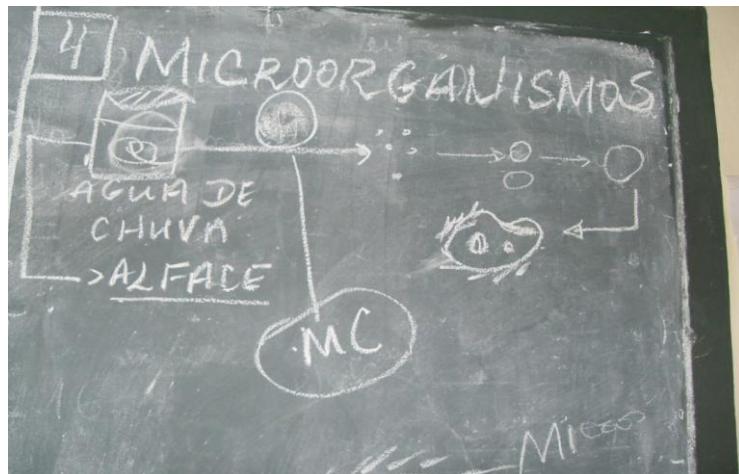
A partir da compreensão dos alunos acerca da ação dos micro-organismos sobre os alimentos, reconhecendo as condições favoráveis para o seu desenvolvimento e as implicações do congelamento, desidratação, fervura e da pasteurização neste processo, podemos estabelecer uma melhor explicação sobre a formação de conceitos dentro de um sistema conceitual. Nesta, conceitos como decompositores, micro-organismos, fungos, bactérias e enzimas¹¹ podem ser desenvolvidos sem necessidade de memorizar ou repetir definições conceituais (SFORNI; GALUCH, 2006).

Em acordo com o exposto, os trabalhos de Castro (2010, p.123) e de Castro e Bejarano (2011, p.6) acerca de estruturas celulares funcionais (incluindo o tamanho) básicas do paramécio mostraram que é possível e necessário iniciar o estudo de células/micro-organismo com exemplos concretos possibilitados pelo uso do microscópio. Essa questão é evidenciada na fig. 1 e nos itens que seguem: Como

¹¹ Enzima. (Do gr.en, 'dentro'; zyme, 'fermento'). Designação geral das proteínas que atuam como facilitadoras de reações químicas dentro e fora das células (SOARES, 1993, p.135).

estes seres tão pequenos nasceram ou chegaram ali? Para este item, tivemos como resposta o seguinte: "[...] Eu vi que as bolinhas têm três fases: a primeira que eles são muito pequenos; a segunda que eles começam a crescer e nadar e a terceira que eles são cheios de pelos e já sabem nadar" (alunos do 2º ano).

Figura 1— Fases de vida de um Paramécio— 2º ano (aula do pesquisador)



Fonte: COOPEC, Central-BA, 2009

Trata-se de uma descrição em que os conceitos de tamanho, forma e função de micro-organismo supera aqueles vinculados à imaginação da criança. Entretanto, consideramos os vínculos espontâneos sendo superiores em relação ao científico por conta da pouca idade e experiência dos alunos quanto à observação de seres vivos microscópicos.

As crianças nesta fase de vida estão muito presas ao objeto/fenômeno e à funcionalidade que eles apresentam para elas. Essas observações preliminares possibilitaram iniciar um entendimento complexo para a idade dos alunos do Ensino Fundamental I: “*a relação entre organismos unicelulares grandes ou pequenos em que o indivíduo é própria célula; organismo pluricelular pequeno (pulga) em que se precisa individualizar a célula para visualização ao microscópio*” (CASTRO, 2010, p.124; CASTRO; BEJARANO, 2011b, p. 6). Esse é um ponto fundamental, no que se refere ao estudo de conceitos de estrutura, tamanho e função de seres vivos microscópicos, a partir da realização de tarefas práticas que contribuem para o desenvolvimento conceitual dos alunos. Percebemos, com isto, que desde a tenra idade, já é possível iniciar com as crianças a elaboração de conceitos na referida área conceitual.

O conceito de crescimento de ser vivo é central, ou seja, dele derivam, além dos já mencionados anteriormente, outros conceitos como reprodução, tempo de vida etc.. Essa diferenciação, em nível de pensamento abstrato, teve indícios no 5º ano, pois nessa fase acredita-se que inicia a formação de conceitos verdadeiros, conforme expõe Vygotsky (1991, 2010).

Percebemos a predominância das ideias espontâneas (pensamento por complexo), pois mesmo tendo o auxílio do microscópio, eles continuaram com uma percepção confusa em relação à distinção entre os conceitos de organismos (células) micro/macroscópicos, a exemplo das células de cebola e fibra de algodão e outras, a saber (CASTRO, 2010, p.123):

“no microscópio, pode colocar as coisas pequenas, que a gente não pode ver como as células de algodão e de cebola”; “eu entendi que as células do limão podem ver ao olho nu” [...] “é grande e não precisa colocar no microscópio” [...] “eu vi vários tipos de células” [...] “a célula é uma coisa pequenininha” [...] “micros” [...] “microscópio para ver” [...] “dá para ver tudo que não dar para ver sem ele e a luz é que faz aumentar” [...]

Castro (2010) relata que os alunos do segundo ano disseram ver bolinhas quando a professora perguntou o que eles viram e, ao ser perguntado, se elas eram grandes ou pequenas, eles responderam que eram umas grandes, outras pequenas. Eles perguntaram ao pesquisador o que eram as bolinhas. Uma pergunta básica foi: “como o microscópio faz a célula aumentar?” Outra questão foi: “como a célula fica grande?”. Isso evidencia a dificuldade de compreensão dos alunos desta série por se considerar que estes conhecimentos são abstratos, ou seja, exigem o pensamento conceitual na sua resposta. Uma questão mais profunda a se analisar doravante é se as bolinhas vistas ao microscópio observadas pelos alunos fossem todas do mesmo tamanho? Elas seriam grandes ou pequenas para eles?

Observamos, contudo, que se inicia também no 2º ano a formação do conceito de seres vivos microscópicos/células, incluindo a concepção de transformação possibilitada pelo uso do microscópio. Inferimos que, por isso, os estudantes com esse nível escolar já podem iniciar uma compreensão básica de que estes organismos modificam seu corpo ao cumprir as etapas do ciclo vital. Assinalamos ainda que, para tal entendimento, eles relacionam os conceitos de habitat, alimentação e nutrição.

1.2.1.2 Células Microscópicas e Macroscópicas

Há uma dificuldade de compreensão da célula como organismo independente em que se relacionam as estruturas às funções realizadas em diferentes níveis de escolaridade, assim como acerca do tamanho e forma. Isto pode ser resultante da limitação dos alunos em relacionar a estrutura e tamanho de células, moléculas ou mesmo organismos pequenos observados a olho nu com aqueles que são microscópicos. Há um pequeno número de pesquisas enfocando as representações por meio de desenhos dos estudantes sobre micro-organismos/células no ensino fundamental I (YOREK; SAHIN; UGULU, 2010).

Segundo estes autores, as pesquisas sinalizam que a partir de 11 anos as crianças compreendem os conceitos relacionados às estruturas da célula e que elas já podem iniciar a explicação sobre a funcionalidade celular (organelas e núcleo). Segundo estes autores, os alunos com esta faixa etária desenham mais as células vegetais (43%) do que as de animais (22,6%), bactérias e outros micro-organismos (0,0%), o que se inverte ao longo da escolaridade por conta dos modelos de células animais ensinados nos livros didáticos.

Yorek, Sahin e Ugulu (2010) asseguram que os alunos ampliam o conceito de célula como unidade básica (31,8%); unidade básica dos seres vivos (34%) unidade básica do corpo (11,4%); unidade básica da vida humana (6,8%); ficando de lado a definição sobre unidade básica necessária para a vida e para a realização de fenômenos vitais. Esses definem a célula como portadora do núcleo (59%), vacúolos (27,2%), nucléolos (25%), parede da célula (18,1%), membrana (15,9%), sendo que estruturas internas, mitocôndrias, ribossomos, apareceram apenas em cerca de 5% das respostas dos alunos.

A importância maior das estruturas celulares foi registrada para o núcleo (45,2%), sendo que as demais estruturas tiveram importância em torno de 3%. Ressalvamos que as crianças podem responder algumas questões, tendo repetido apenas as resposta do livro didático, não tendo domínio científico na explicação do fenômeno, como no caso definir a célula como unidade básica do ser humano, do nosso corpo, ou dos seres vivos (respostas antropomórficas as quais tendem a diminuir com a instrução escolar bem realizada). (YOREK; SAHIN; UGULU, 2010).

Estes autores afirmam que o aumento sobre a estrutura, tamanho e funcionalidade celular, tendo em vista o papel das organelas e núcleo pode ser

ampliada ainda com crianças ainda no Ensino Fundamental I à medida que mais observações microscópicas forem sendo realizadas com os alunos, somadas à exploração de figuras com ultra-estruturas celulares dos livros didáticos e internet, principalmente contextualizando o papel desempenhado por diferentes elementos da células com questões do cotidiano deles, tais como: digestão, energia, produção e armazenamento de alimento, doenças. Assim, a integração funcional pode ser iniciada desde cedo de uma forma acessível para os alunos ainda no nível celular, sendo que tal dimensão só pode ser alcançada quando eles tiverem sedimentado o papel da interação entre os órgãos e sistemas que compunham o corpo dos animais e plantas. A compreensão da funcionalidade de células e micro-organismos fica na dependência de uma visão sistêmica (aspecto macro celular) bem ensinada aos alunos desde cedo, nas primeiras séries do ensino fundamental I.

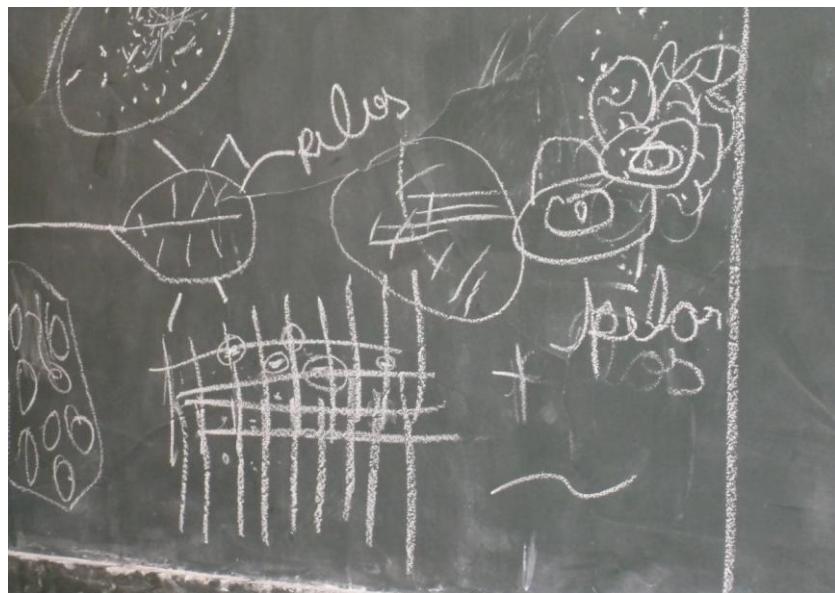
As crianças em idade escolar (7 a 11 anos), por não terem noção de escala de grandeza física, não são capazes de relacionar, com êxito, as dimensões de seres macroscópicos pequenos, a exemplo da pulga, com seres e/ou células microscópicas, mesmo conhecendo a existência dos seres vivos microscópicos, e que eles são invisíveis a olho nu. Esta dificuldade se arrasta nas séries que seguem e isso traz implicações na compreensão dos temas de Biologia que envolvem aspectos celulares. Mais difícil ainda é compreender como os seres se desenvolvem e/ou crescem na relação micro e macro, pois exige conhecimentos associados ao tamanho das células e suas estruturas internas. A elaboração de uma resposta para esta questão exige um nível de conhecimento mais elaborado associado ao desenvolvimento da cognição permitida pela soma dos conceitos espontâneos adquiridos nas vivências e conceitos aprendidos na escola (CASTRO, 2010).

Com base em Novassate e Gioppo (2010), esta questão reside, em parte, na dificuldade que têm as crianças em reconhecer os micro-organismos como seres vivos. Estas autoras identificaram, num estudo sobre fungos (bolor de pão e mamão), que apenas 39,1% dos alunos reconheceram a presença de fungos no pão e no mamão, sendo que apenas 29,5% acharam que o que estavam vendo era um ser vivo; 108 alunos (65%) responderam que era um ser não vivo, sendo que nove alunos (5,4%) não responderam a questão. Esse é um impasse que antecede a falta de microscópio para auxiliar nas aulas sobre os referidos seres vivos.

Castro (2010) relata que os alunos do Ensino Fundamental I são capazes de identificar os tamanhos celulares básicos de macro células (algodão, limão) e de

micro células (cortes de lírio e cebola). Igualmente eles verificam estruturas de transporte (nervuras contendo vasos) e de reprodução (óvulos, pólens) nas suas dimensões macro e microscópicas. As ilustrações dessas estruturas indicaram o grau crescente de compreensão e/ou generalização conceitual sobre células e tecidos de alunos do 2º e 5º anos na sua relação micro e macroscópicas, conforme a figuras (2a,b).

Figura 2a—Tecido vegetal— alunos do 2º ano



Fonte: COOPEC, Central-BA, 2009

Figura 2b— Pólen, óvulos vegetais— alunos 5º ano



Fonte: COOPEC, Central-BA, 2009

Este autor afirma que as comparações entre as células microscópico-macroscópicas e entre as microscópicas geraram questionamentos, tais como: por que umas células são grandes e outras pequenas? Como as células ficam grandes? O que tem dentro delas? Que são células e como as células vivem? Estas são questões que sendo explicadas, a partir da realização de novas práticas, parecem possibilitar a formação de formas mais elaboradas de pensamento dos alunos, em que se podem relacionar os conhecimentos espontâneos como ponto de partida para a elaboração dos conhecimentos científicos.

A caracterização de organismos pluricelulares é problemática quando se trata de organismos pequenos como pulga, mosquito, formiga porque as crianças associam o tamanho pequeno do corpo com a questão microscópica. Um organismo pluricelular para as crianças tem que ser grande e para unicelular, ele precisa ser pequeno ou mesmo invisível ao microscópio. Mostrar para as crianças que os organismos pequenos têm várias células é um desafio e o uso do microscópio é um instrumento capaz de ajudar as crianças a fazerem esta distinção.

As formas de pensamento das crianças evidenciadas nestas práticas, em relação à estrutura e tamanho destes organismos se apresentam como aspecto mais elevado do pensamento, considerando que eles não tiveram experiências escolares anteriores com o uso do microscópio, bem como a idade deles (crianças com 7 a 11 anos de idade). A descrição que eles fizeram durante as aulas não se limita à reprodução de imagens externas via intuição, mas avança através da observação factual ou concreta mediante uso do microscópio em relação às macro células e aos organismos pequenos observados no cotidiano. Isto significa que há indícios de ampliação na generalização e apropriação do conceito de estrutura e tamanho de seres vivos, embora a compreensão que eles têm acerca destes conceitos ainda esteja muito vinculada à questão da forma destes organismos, sinalizando aspectos de pensamento por complexo (CASTRO, 2010).

1.2.2 Funções Vitais das Plantas

De acordo com os estudos de Kwen (2005), as concepções espontâneas das crianças acerca de funções vitais das plantas na escola primária ainda são pouco exploradas, a exemplo de respiração, circulação, transpiração, fotossíntese e trocas gasosas com o meio ambiente. Em particular, os trabalhos de Tanner e Allen (2005)

e Sigurjonsdóttir e Thorvaldsdóttir (2010) concluíram que a compreensão deles sobre fotossíntese é muito pobre e que os objetivos implícitos no currículo estão longe de ser alcançados.

O trabalho de Sigurjonsdóttir e Thorvaldsdóttir (2010) envolveu os componentes da fotossíntese, seus produtos, a interferência dos fatores como luz, água, gás carbônico, organismos fotossintetizantes, partes dos organismos que realizam a fotossíntese, trocas gasosas e crescimento das plantas. O equívoco segundo o qual a fotossíntese é um processo em que o gás carbônico entra no corpo da planta para ocupar o lugar do oxigênio, que as plantas liberam o oxigênio é comum entre crianças de 10 anos e também de 14/15 anos de idade. Esses conhecimentos prevalecem na criança até 14/15 anos de idade e também em adultos escolarizados e não escolarizados.

A maioria dos alunos relaciona a fotossíntese apenas como trocas gasosas e não como um processo: apenas 20% das crianças de 10 anos e 40% das crianças 14/15 anos relacionam a matéria orgânica produzida a partir da matéria inorgânica com a interferência da energia solar. Mesmo em crianças mais velhas, não houve a relação de que as plantas precisam se nutrir mediante a sintetização de carboidratos, proteínas e lipídios, e que tal processo se relaciona com a respiração, sendo que o mesmo princípio vale para a respiração dos animais (SIGURJONSDÓTTIR; THORVALDSDÓTTIR, 2010).

Quando de se trata das interações e processos relacionados à produção de matéria orgânica, os conhecimentos espontâneos dos alunos são mais escassos. Porém cabe à escola o desafio de ampliar estas formas de pensamento dos alunos, oferecendo-lhes atividades práticas que se aproximem do cotidiano deles. Nesse sentido, Castro (2010) e Castro e Bejarano (2012b) destacam a importância de identificar e modificar estes conceitos dos alunos para que sejam apresentados aos professores como um ponto de partida para o planejamento de suas aulas, bem como para reflexão da sua prática pedagógica.

Charrier, Cañál e Vega (2006) realizaram trabalho sobre concepções de nutrição de plantas, cujas análises mostraram que as definições dadas pelos alunos acerca de respiração e fotossíntese são similares e têm pouca relação com os conceitos escolares.

Autores como Kawasaki (1998), Kawasaki e Bizzo (2000), Castro (2010), Hayashi, Porfirio e Favetta (2011) e Castro e Bejarano (2013b) têm realizado

estudos que evidenciam as dificuldades de compreensão de crianças e adolescentes quanto aos aspectos sistêmicos da nutrição vegetal. Esses estudos envolvem conceitos como trocas gasosas, fotossíntese, respiração, alimentação, crescimento e funcionamento de ecossistemas.

Lawson (1988) e Castro e Bejarano (2013b) afirmam que a criança de 10 anos intercala os fatores necessários para a realização da fotossíntese pela planta ao afirmar que ela usa a água, o material no solo, dióxido de carbono e luz solar para fazer a sua comida.

Segundo estes autores, as crianças de 10 anos parecem ter conhecimento que as plantas produzem seus próprios alimentos. Contudo, observamos que elas não adquirem este conhecimento nas experiências escolares, através da investigação realizada pelos professores sobre o papel da luz no crescimento das plantas.

Popov (1995), numa pesquisa com alunos da escola primária de Moçambique, afirma que a concepção predominante sobre os alimentos que as plantas recebem do solo é a água foi indicada por 31% dos alunos; 15% dos alunos mencionaram apenas diferentes componentes do solo como: areia, húmus, ar, argila etc. e apenas 3% dos alunos se recordaram dos sais minerais exigidos pelo programa e apresentado nos livros e manuais didáticos. A conclusão dos alunos é a de que os alimentos que fazem crescer melhor as plantas são diferentes organismos vivos (ou plantas, ou ervas, ou animais mortos etc.).

Nesse sentido, concordamos com Kawasaki e Bizzo (2000, p. 25) ao afirmarem que *“muito antes de ser apresentado a definição escolar de fotossíntese, o aluno traz para a escola ideias a respeito de nutrição, alimento, energia e respiração, mesmo que estas estejam restritas a seus significados cotidianos”*. O desafio da escola reside na busca de promover, desde cedo, um ensino voltado para o enriquecimento destes conceitos que os alunos trazem para sala de aula.

Segundo Charrier, Cañál e Vega (2006) é preciso apresentar uma visão geral dos conceitos relacionados à nutrição e respiração vegetal, bem como para a fotossíntese, tendo em vista a dificuldade dos alunos da escola primária em pensarem em termos microscópicos sobre estas temáticas. Estes autores asseguram que para os alunos iniciarem o estudo de nutrição vegetal, o conhecimento sobre ar e gases se faz necessário, tendo em vista o que pensam os alunos sobre esta questão voltada para a distinção do pensamento deles em relação

às trocas gasosas, o que é ar e o que é envolvido nas trocas gasosas com o meio. Quanto à respiração, eles consideram a necessidade de alunos terem conhecimento básico sobre ser vivo: composição celular, necessidade de oxigênio para obtenção de energia pela célula e compreender sobre a relação organismo, obtenção de oxigênio do ar pelas células e o uso de substâncias dentro da célula para obtenção de energia.

Castro (2010) e Castro e Bejarano (2013b; 2012c) acrescentam que a visão sistêmica é ampliada em cada série do ensino fundamental I, conforme as necessidades de aprendizagem dos alunos. Essa questão foi evidenciada nas aulas práticas realizadas na COOPEC sobre a saída de gás carbônico do organismo vegetal, o papel das estruturas de transporte e órgãos de armazenamento. Eles asseguram que há uma visão geral dos alunos sobre assuntos que se acentua com o desenvolvimento sucessivo das tarefas em sala de aula em cada estágio (C1 a C4)¹², tendo aprofundamento conceitual um pouco melhor durante e no final de cada fase. Inferimos que os conhecimentos geral e específico se ampliam ao mesmo tempo, numa relação em que o espontâneo e científico implicam reciprocamente no desenvolvimento um do outro, como atesta Vygotsky (1991, 2010).

Para demonstrar a existência do gás carbônico, Giordan e Vecchi (1996) apresentam experimentos em que esclarecem tal questão: eles inferem que uma pequena planta num recipiente contendo água de cal (incolor) sob uma campânula coberta por um papel escuro rejeita o gás carbônico e este torna a água de cal turva. O experimento realizado durante o dia, sem o papel escuro cobrindo a campânula, a água de cal não fica turva porque a planta realiza a fotossíntese (absorve o gás carbônico). Estes autores argumentam que há uma baixa interação sistêmica entre fatores envolvidos no trabalho experimental básico com as crianças, tendo uma simplificação do ensino em que a teoria não dá conta de explicar a realidade. Isto é, o professor não consegue relacionar a transpiração, respiração e fotossíntese com os fatores luz, água e temperatura.

A familiarização dos alunos quanto aos referidos conceitos pode se tornar mais difícil quando são usados experimentos demonstrativos para o ensino desses conceitos. A falta de tempo e/ou formação adequada do professor para planejamento de aulas práticas dificultam a participação e interação dos alunos com

¹² Refere-se aos níveis de conhecimento estudados em 2009, com quatro séries do Ensino Fundamental I da COOPEC. As mesmas aulas práticas foram aplicadas nas turmas.

os conteúdos ensinados em sala de aula. Por isto, o docente, quando realiza aulas práticas, acaba reproduzindo um ensino que, em vez de auxiliar os aprendentes na elaboração de seus conhecimentos, cria um empecilho para a iniciação da aprendizagem de um determinado assunto. Por outro lado, se os alunos foram ensinados com experimentos em que eles participam efetivamente do processo, como naqueles discutidos por Giordan e Vecchi (1996), eles podem avançar mais na elaboração de seus conhecimentos porque já haviam antes formado uma base conceitual.

Pela razão exposta, acreditamos que as crianças maiores já podem pensar em termos microscópicos sobre a respiração, fotossíntese e circulação, isto quando elas apresentarem conhecimentos prévios acerca de tais conteúdos. No geral, os conhecimentos espontâneos tendem a continuar nos anos nos quais as crianças não tiveram conhecimentos prévios sobre os conceitos de fotossíntese, respiração, energia, mitocôndrias e produtos do metabolismo. Ressalvamos, contudo, que tal continuidade se apresenta num nível mais avançando em que se aproxima do conhecimento científico, ou se evidencia como nova possibilidade de conhecimento a partir do qual se requisita que novos experimentos e/ou explicações sejam oportunizadas aos alunos, no sentido de atender as suas necessidades de aprendizagem.

1.2.3 Funções Vitais de Animais

Segundo Lawson (1988), Castro e Bejarano (2012a, 2012c, 2012d; 2013b) e Castro (2010), a ampliação do conhecimento dos alunos sobre digestão, envolvendo os processos e interações sistêmicas em relação ao transporte de nutrientes pelo sangue e a nutrição do organismo, está vinculada ao aumento da idade e às experiências com os conteúdos escolares na área. Neste sentido, os estudos mostram que, a partir dos 10 anos de idade, as crianças são capazes de compreender que o corpo humano é composto por numerosos órgãos que funcionam juntos para manter o organismo vivo. Uma criança com esta idade conhece alguns dos mecanismos pelos quais os atos de comer e respirar ajuda no funcionamento do corpo humano. Esse conhecimento ainda não é perfeito, pois tais mecanismos só poderão ser melhores desenvolvidos na adolescência, consoante o ensino escolar, mais precisamente no ensino secundário.

Estes autores, apoiados em Vygotsky (1991, 2010), afirmam que apesar de as crianças com idade entre 9 e 11 anos evidenciarem o início da formação de conceitos científicos sobre o tema, os conceitos adquiridos por eles na vida cotidiana influenciam muito na descrição e compreensão das estruturas do sistema digestório e a dinâmica da digestão dos alimentos. Isto, por sua vez, contribui para a elevação do pensamento conceitual em relação aos processos exigidos para a compreensão do complexo fenômeno da digestão humana. Eles chamam atenção para o fato de que as crianças em geral usam termos científicos como esôfago, intestino e estômago quando se trata de conhecer a relação que eles fazem para o órgão da digestão e sua função vital correspondente. Entretanto, na maioria das vezes, elas não conseguem explicar de maneira satisfatória a função ou anatomia dessas estruturas. Seus saberes são bastante fundados em conhecimentos adquiridos com a experiência cotidiana e também, a partir da educação recebida por seus pais ou pela mídia.

Castro (2010) e Castro e Bejarano (2013b) relatam os estudos de Cunha e Justi (2008), que afirmam que as crianças em idade escolar não têm noção de transformação química dos alimentos, e os de Teixeira (2000), que reforçam a necessidade de um trabalho escolar com o qual se possa estabelecer relações entre os vários sistemas que compõem o corpo humano. Estes autores alertam que se as crianças não conseguem estabelecer essas relações prontamente, esse fato pode prejudicar a aprendizagem de outros conteúdos ou reforçar algumas ideias incoerentes com os conceitos científicos.

A compreensão que as crianças emitem para o papel do sangue no corpo humano suscita uma visão geral delas acerca do funcionamento integrado dos sistemas orgânicos humanos. Uma criança de seis anos, por exemplo, não entende que o sangue passa pelos pulmões e retorna ao coração. Esse processo só é reconhecido por uma criança de nove anos. Poucas crianças de onze anos de idade compreendem a relação entre o transporte de substâncias com o metabolismo celular (CASTRO, 2010).

Este autor reitera que as crianças pequenas são egocêntricas para o conhecimento das partes do corpo e sua funcionalidade; por exemplo, o cabelo é para lavar. No final da escola primária, as funções dos órgãos aparecem como explicação causal. Entre os sete e nove anos, as crianças ampliam a compreensão do funcionamento do organismo em relação ao conhecimento geral das crianças

menores. Desse modo, o conhecimento das estruturas associadas às funções biológicas correspondentes, mesmo nas crianças mais velhas, depende da instrução escolar, via apropriação dos conteúdos ensinados na escola.

Teixeira (2004) nos informa que, a partir de cinco anos de idade, a criança já é capaz de reconhecer atributos não visíveis do corpo humano, tais como coração, estômago, esqueleto, por isso acreditamos que o ensino precisa avançar em relação aos caracteres externos e atributos visíveis, como é comum no nosso ensino. Tal ensino geralmente preza pela memorização apenas dos atributos visíveis do corpo humano, alijando do trabalho escolar as características não visíveis relacionadas ao funcionamento de células, órgãos e sistemas.

Castro e Bejarano (2012a, 2012d) e Castro (2010) assinalaram um aumento conceitual gradativo nas respostas dos alunos em relação ao alimento, o crescimento e às interações e processos entre os órgãos vitais. Contudo, a demarcação entre os conceitos espontâneos e científicos ainda é confusa para os alunos. Como exemplo, temos uso, por eles, do conceito de alimento no lugar de nutrientes e vice-versa.

Castro (2010) e Castro e Bejarano (2012d) asseguram que em relação à transformação dos alimentos no organismo animal, infere-se que tal processo ocorre ao nível da digestão extracelular com a formação do bolo alimentar, do quimo e das fezes. Com isto, percebemos a visão do cotidiano próximo porque são fenômenos que os alunos têm contato ou visualizam de alguma forma, como por exemplo, sentir e pegar.

Identificamos nos trabalhos de Castro (2010) e Castro e Bejarano (2012c, 2012d) uma interação funcional em relação aos saberes espontâneos dos alunos, quando eles afirmam que os rins são responsáveis pela separação dos alimentos “bons” e distribuição dos nutrientes nos organismos dos animais. Para estes alunos, os alimentos “bons” são líquidos e são provenientes do suco gástrico. Tal compreensão evidencia uma transição entre os conhecimentos espontâneos e científicos porque eles relacionam os alimentos com nutrientes na sua composição do suco gástrico (proteínas, açúcares, vitaminas...).

Estes autores sinalizam, com base nos exemplos anteriormente citados, uma situação em que os pré-conceitos (complexos) se ascendem ao pensamento conceitual por denotar uma melhor percepção do fenômeno digestório pela criança, que passa a usar melhor a consciência e expressão verbal. Castro e Bejarano

(2012d, p. 8 *apud* CASTRO, p. 113) informam que tal abordagem pode ser explicitada, a partir do seguinte: P– [...] *Sais minerais, vitaminas, proteínas, açúcares, etc. estão no quimo e daí como irão para todas as partes do corpo do animal? A– "Pelo sangue".*

Os estudos preliminares de Castro (2010) evidenciaram que apenas os alunos do 4º e 5º anos sinalizaram indícios de formação de conceitos científicos em relação à interação sistêmica/processos entre os órgãos vitais, que estão relacionados com o sistema digestório humano. Este autor assegura que o aumento na compreensão dos alunos nesses anos foi permitido por conta das aulas práticas ministradas pelo pesquisador.

Com base em Teixeira (2004), podemos afirmar que há presença de finalismo, vitalismo e artificialismo no trabalho desenvolvido na COOPEC em 2009, como fatores inatos evidenciados nas respostas dos alunos aos questionamentos apresentados pelo pesquisador. Como fatores não inatos, consideramos as respostas deles em que constam conhecimentos adquiridos pelas aulas ministradas pelas professoras e pesquisador em relação aos conteúdos de seres vivos.

A partir dos estudos de Campos e Nigro (1999), Moura (2000), Teixeira (2006), Bunge (2010), Castro (2010) e Castro e Bejarano (2012c, 2012d), apoiados em Vygotsky (1991, 2010), reforçamos nossa compreensão sobre derivação conceitual e/ou proposicional nas respostas gradativas dos alunos. Com base nestes autores, afirmamos que os estudantes da COOPEC relacionam o conceito de digestão com os processos (dinâmica digestiva) e transformações químicas que fazem parte da nutrição humana. Teixeira (2006), por exemplo, nos informa que estes conceitos, para serem cientificamente construídos pelas crianças, exigem delas uma concepção de corpo humano, como sistema em que cada órgão (estrutura) tem uma função distinta e correlacionada, de modo a formar um conjunto em sua estrutura e função.

Com base nos estudos de Teixeira (2006), sublinhamos que as funções vitais de digestão, respiração, circulação e excreção são partes do conjunto que funciona de forma interdependente. A derivação conceitual procede do sistema digestório em direção aos referidos sistemas, sendo que cada um deles também deriva seus conceitos, formando pequenas e grandes redes conceituais. A rede conceitual menor é formada ao nível de célula, órgão e sistema, enquanto a maior se estrutura

na relação entre sistemas, chegando até o nível celular, ou seja, ela pode envolver a rede menor (fig. 28, p. 253).

Entendemos a função vital crescimento associada à estrutura e tamanho de micro-organismos/células, animal e plantas como conceito para o qual se convergem as diferentes derivações conceituais relacionados aos aspectos seres vivos estudados. As derivações de conceitos e/ou proposição são concebidas como os novos conhecimentos apresentados pelo pesquisador e alunos num processo de pesquisa interventiva.

Concebemos assim que as novas ideias são formadas como produto das articulações feitas para explicar os fenômenos relacionados aos sistemas orgânicos humanos. Para as plantas servimo-nos da mesma prerrogativa, sendo que fotossíntese é colocada como elemento central entre a respiração e transporte e armazenamento de substâncias. No caso de micro-organismos/células, chamamos atenção para a questão da estrutura e tamanho da célula na sua relação macro e micro celular e as funções exercidas por ela.

Teixeira (1999), num estudo com crianças de 4 a 10 anos, envolvendo as concepções delas sobre o aparelho digestivo, afirma que a partir de 8 anos (13,33%), algumas crianças apresentam noção de transformação dos alimentos no organismo humano, mas ainda sem compreender as alterações em suas propriedades químicas, o que dificulta a compreensão do funcionamento do sistema digestório. Inferimos que, por isto, as crianças não conseguem explicar como os nutrientes vão para o sangue, e como são formadas as fezes. Isto demanda o conhecimento sobre o papel integrado dos sistemas digestivo e circulatório. Este autor afirma que aos 10 anos a criança já é capaz de explicar o funcionamento digestivo pela função dos órgãos, sendo que a integração entre os referidos sistemas para a manutenção da vida foi apresentada apenas por três crianças num total de 45.

Giordan e Vecchi (1996) asseguram que independentemente de as crianças terem recebido ensino ou não acerca dos fenômenos digestivos, elas, no geral, têm dificuldades de associar o órgão ao seu papel digestivo do ao longo do processo digestivo. Há uma variação na descrição da digestão envolvendo desde um tubo sem continuidade até a formação gradativa de tubos com bolsas acessórias por onde se separam os alimentos sólidos e líquidos ou seguem trajetos diferentes tais alimentos, chegando a formar sistemas complexos em rede, mas sem noção de

funcionamento. Eles destacam a importância de se descrever os fenômenos para que sejam assimilados pelos alunos, tendo em vista que os livros didáticos geralmente os apresentam como produto final do conhecimento.

Acreditamos que ampliando a descrição da função sobre os sistemas orgânicos humanos, aumenta também o conhecimento sobre a estrutura e possibilita um melhor conhecimento sobre a integração funcional entre órgãos e sistemas corporais. Isto poderá facilitar o entendimento de transformações químicas que ocorrem na realização dos processos vitais do corpo humano, especialmente no que se refere à digestão extra e intracelular.

Segundo Banet e Nuñes (1989), as crianças têm dificuldades na compreensão dos processos digestivos. Elas sinalizam pobemente a relação entre alimentos, nutrientes e a ação de sucos digestivos, incluindo a saliva e absorção intestinal; confundem a relação entre digestão, absorção, transformação de substâncias, tipos de nutrientes e funções dos órgãos do aparelho digestivo; ainda não compreendem a relação com o sistema circulatório, a nutrição das células, produção e gasto de energia e eliminação de produtos da digestão intracelular.

Toyama (2000) relata que as crianças (4 a 8 anos) vão adquirindo consistência na compreensão das transformações biológicas que acontecem com os alimentos no corpo humano, a partir de seus conhecimentos prévios, envolvendo as funções biológicas digestão, circulação e respiração. Entretanto, elas não compreendem, em termos materiais, as suas implicações para a saúde e crescimento do corpo (funcionamento sistêmico), ficando esta compreensão num nível espontâneo. Özsevgeç (2007) e Cuthbert (2000) estão de acordo com este ponto de vista ao afirmarem que crianças de 7 a 14 anos de idade pouco avançam na compreensão sistêmica em relação às estruturas internas do corpo humano.

A pesquisa desenvolvida por Reiss *et al.* (2002) indica que as crianças até reconhecem os órgãos dos diferentes sistemas orgânicos humanos, mas têm dificuldades de localizá-los e descrevê-los. Acrescenta que as crianças de 15 anos conhecem os órgãos, entretanto não compreendem as funções que exercem. Inferimos que esse é um impasse que implica na dificuldade de compreensão conceitual básica sobre o funcionamento integrado dos sistemas orgânicos humanos.

Por esta razão, reiteramos aqui a nossa preocupação em discutir os resultados das atividades práticas que podem auxiliar os professores em sala de

aula na amenização e/ou superação da realidade ora apresentada. Neste aspecto, Procop e Francovicová (2006) chamam a atenção para a importância de desde cedo se realizar experiências com seres vivos com as crianças, a fim de que isto possa contribuir para a formação dos conceitos biológicos. Estes autores identificam a evolução de tais conhecimentos mediante desenhos realizados por crianças acerca de diferentes sistemas do corpo humano. Segundo eles, as crianças alcançam o mais alto nível de entendimento sobre os sistemas orgânicos quando já são capazes de desenhar quatro ou mais sistemas, indicando a relação entre eles. Temos em vista para tanto que as crianças tendem a descrever os sistemas que lhes são familiares, bem como suas interações. Em geral, os alunos do primário até conhecem os órgãos vitais, mas a sua compreensão fica limitada porque depende de como o ensino é propiciado na escola e antes como o currículo e as políticas educacionais são direcionadas para o atendimento da questão da formação conceitual das crianças.

Estes autores consideram que o desenho não é suficiente para ilustrar o que os alunos conhecem pelas limitações na localização e descrição no organismo humano, devido à sobreposição de estruturas (músculo). Por isto, eles acrescentam sobre a importância do uso da fala dos estudantes acerca dos assuntos envolvidos nas aulas práticas ministradas pelo pesquisador.

Procop *et al.* (2007), num estudo por meio de desenhos de crianças de faixa etária de 6 a 16 anos sobre a estrutura interna de animais, relata que o conhecimento cotidiano sobre animais, a disponibilização experimental de materiais vivos na escola possibilitam uma melhor aprendizagem do conceito científico para elas; ressaltam, porém que estudar os desenhos que elas produzem surte igual efeito, ampliando a possibilidade de uso de mais recursos na escola. Isto está relacionado ao grau de instrução da família, idade, experiência diária, uso de computador e da taxidermia¹³ contribuem para uma melhor elaboração dos desenhos pelos alunos, ou seja, inserem mais informações.

Para os referidos autores, o aumento da idade é significativo para a compreensão dos alunos acerca dos sistemas orgânicos, sendo que o nível mais alto de assimilação do conteúdo é referenciado proporcionalmente à quantidade de

¹³ (Do gr. taxis, 'arranjo', 'disposição'; derma, 'pele'; + suf. ia, 'qualidade'). Arte de empalhar animais mortos, dando-lhes a aparência de vida, com a preservação de seu aspecto externo (SOARES, 1993, p.453).

sistemas que eles representam internamente ao corpo animal, ainda somado a uma maior vivência da criança com o animal. Consideram, para isto, também a localização e inter-relação correta dos órgãos, incluindo o sistema esquelético que é difícil de ser desenhado pela criança. Eles afirmam que as crianças da escola primária, mesmo tendo a capacidade de compor desenhos e de inter-relacionar os órgãos vitais, são incapazes de generalizar um conceito em relação à estrutura interna de animais/corpo humano porque não faz parte do currículo escolar da escola pesquisada.

Segundo Procop *et al.* (2007), as aulas ministradas para crianças favorecem apenas a descrição destes assuntos, tendo como base a morfologia. Por isso, eles asseguram que deve se diversificar os exemplos de animais a serem estudados em sala de aula, usar exemplos do real (incluindo a dimensão 3D), mais do que de figuras dimensionais. Uma criança conhece mais sobre a estrutura interna de um animal usado para alimentação humana, como peixe e frango do que sobre o cachorro e o gato. Contudo, eles desenham melhor a estrutura externa destes últimos porque têm maior familiaridade (morfologia).

1.2.4 Analogias sobre micro-organismos/células, animais e plantas

Uma analogia é definida como uma comparação baseada em similaridades entre estruturas de dois domínios diferentes (DUIT, 1991).

As analogias constituem-se de um domínio conhecido, familiar ao aluno (análogo) e de um domínio pouco familiar (alvo). É a partir do análogo que o aluno vai identificando os atributos que permitem caracterizar o alvo e as relações analógicas entre os distintos conceitos. Isto é, analogias são comparações e semelhanças existentes entre análogo e alvo, que possibilitam conhecer e compreender o alvo (REIGELUTH, 1983).

Curtis e Reigeluth (1984) e Cachapuz (1989) apontam que as analogias podem funcionar como importantes estratégias para a compreensão de domínios pouco familiares, difíceis ou de caráter abstrato e complexo. Lawson (1993) indica 2 (dois) tipos de conceitos de analogia, quando o domínio é considerado difícil para o aluno: teóricos e descritivos. Este autor considera *teórico*, quando o conceito a ser aprendido não possui exemplares perceptíveis no ambiente, por exemplo, os conceitos de átomo, gene, quark e gráviton. Os conceitos que apresentam

exemplares perceptíveis, tais como, fenótipo e genótipo, são denominados descritivos.

Lawson (1993), Cunha e Justi (2008) e Castro (2010) consideram a analogia estrutural como descritiva e a funcional como teórica. Paraclarear a distinção entre analogia estrutural e funcional, Castro e Bejarano (2013b) explicitam que a primeira descreve ou compara a estrutura de um objeto/ser vivo conhecido com outra desconhecida. Como exemplo desta, eles recomendam o uso do conhecimento sobre as características da esponja do mar (poríferos) para explicar o que é uma pedra pomes, destacando que esta possui poros como as esponjas. Para eles, a segunda descreve ou compara a função de uma estrutura conhecida com outra desconhecida, a exemplo da fornalha que fornece calor, assim como o Sol o produz. Assim, a criança, ao fazer analogia da fornalha com o sol, está confrontando a função sendo que uma é mais conhecida que a outra, ou seja, a geração de calor pela fornalha se assemelha com a função do Sol de produzir calor.

A utilização de analogias como recurso didático é comum por professores e autores de livros-texto, no entanto, o modo como são tratadas nos dois casos é desigual. O professor, no decorrer da apresentação analógica, guia o aluno de forma que ele comprehenda o laço existente entre os domínios e aprenda o conhecimento novo. Caso perceba que os alunos não entenderam a analogia, o professor pode interferir para explicá-la de forma mais completa ou esclarecer partes não comprehendidas. No livro-texto, que representa um caso de linguagem escrita, não apresenta nenhum mecanismo para avaliar o quanto os alunos comprehenderam a analogia. Decorre daí, a importância de se antecipar qualquer dificuldade que o aluno possa ter (CURTIS; REIGELUTH, 1984).

De acordo com Pádua (2013), esse processo poderá ser desenvolvido a partir das próprias analogias que os alunos fazem ao emitir suas formas de comprehensão acerca de determinados assuntos através de seus conhecimentos prévios. A exemplo disto, temos os trabalho de Castro (2010) e Castro e Bejarano (2013b) sobre as analogias utilizadas pelos alunos do Ensino Fundamental I da COOPEC acerca de micro-organismos/células, animais e plantas.

Segundo Cunha e Justi (2008) há dois exemplos destas analogias. A separação da comida boa a ruim no intestino na descrição a seguir exemplifica uma analogia estrutural:

É tipo que tivesse dois buracos aqui que separasse. A comida ruim é separada e vai para o buraquinho ruim. Parece tipo com aqueles buracos de vasos de flores. O buraco tem que ser grande, o intestino tem que ser grande para caber toda a comida que a gente come.

Uma criança em idade escolar (Ensino Fundamental I) usa uma analogia com o remédio, na impossibilidade de explicar como os alimentos se transformam no processo digestório humano:

Que tipo dentro da comida tem uma pilulazinha que dá força. Porque se você não comer você fica fraca. É tipo uma pílula pequititita. Ela vai junto com a comida (para os braços, pernas etc.). É como se a comida tivesse um remédio, não é uma pílula. É um remédio que sustenta a gente forte.

Podemos inferir, a partir deste caso, que as crianças usam em menor ou maior medida as analogias estruturais e funcionais a depender da situação em que elas se deparam com os conteúdos escolares. Desta forma, para conteúdos concretos (vasos de flores x intestino), elas recorrem a analogias estruturais e, em situações abstratas (pílula x energia), elas adotam as analogias funcionais (CASTRO, 2010). Ressaltamos, porém, que associado à primeira analogia, temos também uma comparação da função que tem o vaso com flores e intestino (alimentação); outrossim, para a segunda, observamos que há um confronto de estruturas como pílula, remédio e comida. Pelo exposto, verificamos o uso conjugado das analogias estrutural e funcional.

Segundo este autor, os alunos, em geral, usam caracteres externos (folhas, pernas) e/ou internas (pulmão, sangue, seiva) para diferenciar um animal de uma planta (questão 5)¹⁴. O 2º e o 5º anos apresentaram indícios de uma diferenciação entre animais e plantas para as funções anatômico/funcionais, como ilustram o exemplo a seguir (CASTRO, 2010; CASTRO; BEJARANO, 2013a, c):

1) a planta não tem olho e boca e o animal, tem [...] 2) a planta tem folha e raízes e o cachorro tem pernas [...] 3) os animais têm carnes no corpo e as plantas, folhas e galhos [...] 4) os animais se mexem e a planta, não [...] 5) o animal é carnívoro e a planta, não [...] 6) a planta nasce da terra e o animal, não [...] 7) o animal respira oxigênio e, a planta gás carbônico (alunos do Ensino Fundamental I da COOPEC).

Classificamos as analogias acima até o número três como estruturais, e de quatro a sete, como funcionais. Essa variedade de meios que as crianças utilizam para explicar os aspectos de estrutura, tamanho e funções vitais de seres vivos se

¹⁴ De que forma você diferencia um animal de uma planta?

relacionam com a importância que os assuntos apresentam para elas e do desafio requisitado para a compreensão de tais aspectos. Essas formas envolvem graus de generalidade diversos que se ampliam com o aumento da idade a depender do modo como o ensino é realizado (CASTRO, 2010).

Para Teixeira (2004), o uso de analogias poderá facilitar o entendimento de conteúdos de forma a ultrapassar a observação direta dos fenômenos cotidianos visíveis. O nosso trabalho está de acordo com esta questão, no sentido de possibilitar a elaboração de conhecimentos que estão para além da observação dos fenômenos e objetos visíveis. Ele sinaliza que os fatores inatos e não inatos podem estar vinculados à construção do conhecimento biológico das crianças. Isto poderá ser observado nos processos e formas da representação dos conhecimentos dos alunos da COOPEC ao longo de quatro anos de pesquisa empírica. Por isso, acreditamos que o referido trabalho poderá trazer uma melhor explicação sobre a estruturação dos novos conceitos adquiridos pelos alunos.

CAPÍTULO II

2 METODOLOGIA

2.1 O TRABALHO INTERVENTIVO NA COOPEC

O nosso trabalho foi submetido ao Comitê Ético de Pesquisa da Universidade do Estado da Bahia-UNEB, sob o processo nº. 0603090173126, em 21/09/2009 (Anexos A e B, p. 339-340).

A intervenção envolveu quatro turmas do Ensino Fundamental I (2º ao 5º ano) e quatro professoras deste nível de ensino da Cooperativa de Ensino de Central-BA- COOPEC, sendo: 3 professoras de 2º ano ao 4º ano (1 por série) e uma de ciências do 5º ano. O trabalho de intervenção teve duração de 50 horas/aula a partir de 2010, conforme o quadro abaixo (CASTRO, 2010, p. 147).

QUADRO 1– Cronograma– Planejamento Anual– COOPEC

CONTEÚDOS/ BIMESTRES	I BIMESTRE	II BIMESTRE	III BIMESTRE	IV BIMESTRE
Curso/professor**	Estudo de conceitos e miniprojetos– 8h	–	–	–
Elaboração de Miniprojetos	Micro-organismos (finalização) – 2h	Plantas- 2h	Animais– 2h	–
Atividades práticas	Micro-organismos–12 h	Plantas- 9	Animais– 6 h	Animais– 3h
Reunião/professor as	Avaliação de miniprojetos- 2 h	Avaliação de miniprojetos-2 h	Avaliação de miniprojetos– 2 h	Avaliação geral miniprojetos–2 h
CH*– 50h	23h	10h	9h	4h

*CH = Carga Horária

** Curso realizado na Semana Pedagógica na COOPEC, em fevereiro de 2010. Os seguintes conteúdos foram abordados durante duas manhãs: os conhecimentos prévios e conceitos espontâneos e científicos dos alunos da COOPEC (1º dia); orientação de atividades práticas e construção de miniprojetos (2º dia). Em 2011 e 2012, foram usadas mais 2h para ajustes nas atividades planejadas (1h/ano).

Fonte: COOPEC, Central-BA, 2010

Tomamos com base para o referido estudo, um ensino de acordo com o desenvolvimento da criança como propõem Campos e Nigro (1999). Estes autores afirmam que diferentes conteúdos podem ser ensinados aos alunos, inclusive na prática, considerando o objetivo de aprendizagem proposto. Eles enfatizam que

ensinar, por exemplo, micro-organismos para crianças muito pequenas (2º ano do Ensino Fundamental I) pode ser viável se o objetivo de aprendizagem for informar/demonstrar aos alunos com auxílio do microscópio que existem seres vivos muito pequenos que não podem ser observados a olho nu.

Procuramos nesse trabalho evidenciar os conteúdos relacionados aos conceitos novos elaborados pelas crianças da COOPEC. Para isto, organizamos um ensino visando à obtenção de dados que nos permitissem analisar tais evidências, com vistas a compreender os novos conceitos elaborados por elas acerca de micro-organismos, células e funções vitais de animais e plantas. Contamos, para tanto, com participação das professoras do Ensino Fundamental I da COOPEC as quais permitiram desenvolver um planejamento, tendo em suas aulas a contribuição do pesquisador, no sentido de cumprir com as atividades práticas previstas no projeto de ensino. As professoras contribuíram com a pesquisa, auxiliando ao pesquisador na condução de coleta de dados decorrentes das aulas práticas (desenhos, esquemas e fotografias), a partir do diálogo constante estabelecido com os alunos na sala de aula.

Segundo Sforni (2004), isto permite acompanhar as formas de pensamento dos alunos, evidenciado nas suas falas e conteúdos expressos nas descrições que fizeram gradualmente acerca dos objetos/fenômenos relacionados às práticas realizadas. Assim, ao permitir a análise de dados produzidos, ora pela experiência trazida pelos alunos (cotidiano), ora trazidos pelos elementos teóricos do ensino, buscamos construir uma dinâmica de produção do conhecimento científico, ou ao menos de formas de pensamento mais elaboradas do que aquelas apresentadas no início da pesquisa.

2.1.1 O contexto da sala de aula

A COOPEC desenvolve um trabalho voltado para a preparação do indivíduo, no sentido de torná-lo apto para a compreensão e enfrentamento dos problemas cotidianos, bem como sua autorrealização. Esta escola atende geralmente a crianças filhas de funcionários públicos municipais da sede e povoados, com dificuldades financeiras, na sua maioria. Por isso, as atividades dos professores e demais funcionários têm participação de voluntários.

As professoras do Ensino Fundamental I da COOPEC têm formação em magistério de 1º grau (2º ano); licenciatura em Pedagogia (3º ano); licenciatura em Letras (4º ano); licenciatura em Biologia (5º ano). Estas professoras aceitaram participar da pesquisa. Elas se empenharam nas atividades práticas realizadas em sala de aula, no tocante ao estudo de conceitos estrutura, tamanho e funcionalidade de seres vivos, bem como no apoio ao desenvolvimento de várias atividades durante a realização da pesquisa, tais como: registros fotográficos, filmagem das aulas práticas, orientação de tarefas extraclasse envolvendo a intervenção (alimentação) e na descrição das observações microscópicas feitas pelos alunos (as) sob a forma de texto e/ou desenho.

O período de investigação de campo na COOPEC foi de 2009 a 2012, sendo que, no primeiro ano, desenvolvemos atividades de pesquisa e intervenção (aulas práticas) em sala de aula com quatro turmas com 63 estudantes, das quais consideramos apenas a turma do 2º ano para a continuidade da nossa investigação. A partir do segundo ano, ampliamos as aulas práticas, seguindo um planejamento baseado na experiência do primeiro ano, com adequações em 2011 e 2012, considerando as novas informações apresentadas pelos alunos e as condições para a realização de práticas correspondentes pelo pesquisador.

Consideramos para a realização deste trabalho uma mesma turma (2º ano) ao longo do referido período de pesquisa, tendo a seguinte quantidade de alunos/ano: 2º ano em 2009, 18 alunos; no 3º ano em 2010, 17 alunos; 4º ano em 2011, 23 alunos e no 5º ano em 2012, 23 alunos. Destacamos, porém, que foram utilizados para a nossa investigação somente os dados dos alunos que continuaram na COOPEC desde 2009 (17 alunos). Os alunos que entraram no 4º ano em 2010 e permaneceram no 5º ano em 2011 participaram das aulas práticas igualmente (sem distinção) àqueles com quem iniciamos a pesquisa.

Na proposta curricular da COOPEC constam as disciplinas Português, Matemática, Ciências, História, Geografia, Artes, Inglês e temas transversais. Segundo a professora da turma do 2º ano, os alunos têm facilidade de compreensão dos conteúdos das disciplinas Ciências, Português e Matemática. Eles apresentam dificuldade de compreensão dos conteúdos de Geografia e Inglês. A partir deste ano, estes alunos aumentaram a curiosidade e participação nas aulas de Ciências à medida que as atividades práticas foram sendo desenvolvidas. Com isso, eles

puderam ampliar a visão que apresentaram anteriormente sobre a célula, organismos pequenos e funções vitais de seres vivos (CASTRO, 2010).

2.1.2 Pressupostos

O trabalho de intervenção escolar na COOPEC foi desenvolvido com base na orientação do método dialético. Para tal, mencionamos três fases do método dialético de construção do conhecimento escolar: prática-teoria-prática partindo do nível de desenvolvimento atual dos alunos, trabalhando na zona de desenvolvimento imediato, para chegar a um novo desenvolvimento atual. Essas fases são definidas a partir dos passos a seguir:

- 1) "O primeiro passo é a Prática Social Inicial do conteúdo ou do conceito que se expressa pela vivência cotidiana na totalidade empírica;
- 2) O segundo passo é a Teorização que consiste na explicitação da dimensão científica do conteúdo ou do conceito, ou seja, é o estudo do conhecimento historicamente produzido e sistematizado;
- 3) O terceiro passo é o retorno à prática, agora como Prática Social Final do conteúdo, que deverá ser usado para a transformação da realidade" (GASPARIN 2007, p.9).

Iniciamos o trabalho investigativo no nível de desenvolvimento atual ou Zona de Desenvolvimento Real (ZDR) dos alunos (conhecimentos espontâneos), com base num diagnóstico de pesquisa mestrado realizado sobre seres vivos na COOPEC em 2009; seguimos com a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) ou Imediata a partir das aulas ministradas pelas professoras e pesquisador com as turmas (2009-2012), sendo que no início de cada fase (C1 a C4), tomamos como ponto de partida, nova Zona Desenvolvimento Real com as novas atividades/experimentos desenvolvidas com os alunos (GASPARIN, 2007). Visamos, com isto, a atender aos questionamentos elaborados por eles e pesquisador em relação às aulas práticas anteriormente realizadas.

A partir do diagnóstico adquirido na pesquisa de mestrado descrevemos a prática inicial dos conteúdos proposta por Gasparin (2007). A intervenção do pesquisador em cada atividade e as aulas ministradas pelas professoras referenciaram a teorização dos conteúdos, enquanto as novas questões trazidas pelos alunos e o uso delas para responder questões fora da escola que estão relacionadas aos conteúdos escolares representou uma prática final dos conteúdos.

2.1.3 Organização das aulas práticas

A consciência e a apropriação da linguagem científica adquiridas no processo de abstração dos conteúdos, por exemplo, são fundamentais para o desenvolvimento da criança. Para isto, a função pedagógica posta em prática via ensino planejado deve atentar para os conteúdos mínimos capazes de explicar e esclarecer as questões trazidas pelos alunos para a sala de aula, bem como suscitar neles novas formas de apropriação destes assuntos. Contudo, se as questões e conteúdos específicos são mais abstratos para eles, então é necessário buscar exemplos no nível concreto com auxílio do experimento para que as crianças possam avançar no domínio conceitual. A internalização de assuntos, às vezes, abstratos é mais difícil, por isso o uso de signos e instrumentos bem selecionados dentro da atividade e experimento tendem a facilitar a compreensão do ensino planejado.

As aulas teórico-práticas foram planejadas a partir das proposições e fenômenos apresentadas pelos alunos e pesquisador no período de 2009-2012, destacando-se, de forma processual, o novo conhecimento adquirido pelos alunos, bem como seus novos questionamentos. Buscamos, com isto, a cada bimestre letivo/ano, verificar o nível de compreensão dos alunos para os conceitos envolvidos nas práticas realizadas, como parâmetro para o planejamento e execução de novas atividades. Para estas aulas, consideramos os aspectos específicos dos conteúdos como estrutura, tamanho e função dos órgãos e células, as interações sistêmicas e os processos funcionais envolvidos, além daqueles que envolvem assuntos básicos como propriedades de seres vivos, ciclo de vida etc. O ensino de tais assuntos abrange dois tipos de procedimentos didáticos, a saber: considera uma visão mais geral do ensino dos conteúdos, em que se procura identificá-los e descrevê-los em sua aparência externa para os alunos e outra específica que propõe discuti-los em suas peculiaridades. Para isto, recorremos ao uso de analogias estruturais e funcionais.

As aulas práticas foram ministradas como meio capaz de facilitar a síntese e a análise dos conceitos desenvolvidos pelos alunos. Ora elas estavam voltadas para auxiliar-lhes na indução de seus pontos de vista em relação a determinado evento biológico, ora direcionavam a dedução de proposições como respostas para tal evento.

Com base em Mazzeu (2008), a compreensão da realidade não se dá de modo imediato. A análise dos referidos conteúdos deve, portanto, seguir o princípio da investigação dialética, buscando compreender a realidade de cada fenômeno como um momento do todo, como síntese de múltiplas determinações e em sua globalidade. Por isso, os experimentos/atividades desenvolvidas no período de 2009 a 2012 na COOPEC foram planejados em ordem crescente de complexidade com vistas à ampliação de respostas aos questionamentos dos alunos emergidos nos referidos trabalhos práticos efetuados em sala de aula, conforme o quadro abaixo:

QUADRO 2— *Aulas práticas realizadas na COOPEC com alunos do Ensino Fundamental I

Estrutura/Função	2009	2010	2011	2012
Micro-organismos/células	Paramécio, alvéolos de limão e fibras de algodão	Amostras de água (algas) e bolor de pão (fungos)	Formigas, besouro, fibra de algodão, fio de cabelo, cortes de insetos, alvéolos etc.	Figuras/células de bactérias, paramécio, cebola, estômatos e de tecido sanguíneo humano
Plantas	Tecido vegetal/respiração órgãos reprodutivos	Experimento luz e vida	Experiência com copo de leite	Estrutura microscópica do sistema de transporte/reserva
Animais (ser humano)	Aulas teórico-práticas sobre funções vitais de animais	Identificação do amido nos alimentos e a digestão do amido	Alimentação e nutrição das crianças da COOPEC	Identificação do gás carbônico e a interação de funções vitais em animais

Fonte: COOPEC, Central-BA— Período 2009-2012

Planejamos as aulas práticas, levando-se em conta o aumento gradativo da complexidade dos conteúdos e a articulação entre as aulas ministradas pelas professoras e o pesquisador. As aulas realizadas pelo pesquisador tiveram como finalidade estimular as crianças a participar, compreender e a explicar melhor os conteúdos escolares na área da pesquisa, como apoio mútuo entre estas e aquelas ministradas pelas professoras¹⁵. Estas aulas podem contribuir com a superação dos limites empíricos do ensino, como forma de elevá-lo em seu aspecto teórico e funcional mediante esclarecimento dos eventos mencionados. Por isso, indicar a

¹⁵ As aulas ministradas pelas professoras se diferenciam das aulas ministradas pelo pesquisador por serem direcionadas para atender a extensão do conteúdo do livro didático em conformidade com planejamento realizado com o pesquisador. Estas aulas envolvem aspectos mais teóricos dos conteúdos, embora considerem também os conhecimentos obtidos pelos alunos nas aulas teórico-práticas efetuadas pelo pesquisador, como ponto de partida para explicação dos assuntos que se relacionam com estrutura, tamanho e funcionalidade de seres vivos.

ampliação no uso e compreensão dos conceitos de seres vivos, envolvendo estrutura, tamanho e funcionalidade de seres vivos é o mote principal da presente investigação. Isto está condicionada ao êxito a ser obtido na realização das aulas práticas, as quais, para isto, devem ser bem organizadas.

Nesse sentido, o conhecimento científico se apresenta como instrumento indispensável para o desenvolvimento do trabalho educativo proposto. Este assunto está relacionado tanto à compreensão da realidade na qual se efetiva a prática pedagógica, considerando-se as finalidades e os objetivos da educação escolar, quanto ao próprio conteúdo do conhecimento científico. Este atua como instrumento direto de formação humana, construído a partir dos conhecimentos espontâneos dos alunos (MAZZEU, 2008).

No Ensino Fundamental I, há uma necessidade de valorização das formas com as quais os alunos aprendem os conceitos, atreladas à essência mínima de conteúdo e da sistematização do saber. É a pesquisa que pode oferecer tal essência, a exemplo do trabalho realizado sobre seres vivos na COOPEC que busca nos conteúdos e formas uma alternativa a partir da qual o conteúdo científico possa ser ensinado na escola através da sistematização do trabalho prático desenvolvido pelo pesquisador (planejamento de ensino). Para tal, nos apoiamos no método genético proposto por Vygotsky, que permite verificar se os conceitos foram assimilados pelas crianças em diferentes etapas do seu desenvolvimento. Saviani (1995) assegura que desta maneira o conhecimento elaborado pode se tornar assimilável para as próximas gerações. A elaboração do conhecimento implica em expressar de forma elaborada o saber que surge da prática social. Isto decorre do domínio dos instrumentos de elaboração e sistematização do saber no exercício efetivo do ensino para as crianças.

Atentamos, enfim, para que as aulas práticas fossem organizadas e desenvolvidas seguindo as necessidades de aprendizagem dos alunos e não uma sequência programática de assuntos preestabelecidos no planejamento escolar (pesquisador em parceria com as professoras). Essas foram flexibilizadas e direcionadas em conteúdo e forma (procedimento), a fim de atender às novas proposições trazidas pelos alunos para escola como decorrente da vivência prática deles. O pesquisador tratou as proposições trazidas ou elaboradas pelos alunos nas aulas práticas, tendo como base a identificação de conceitos primitivos, a partir dos quais direcionou a atenção para o desenvolvimento de conceitos derivados

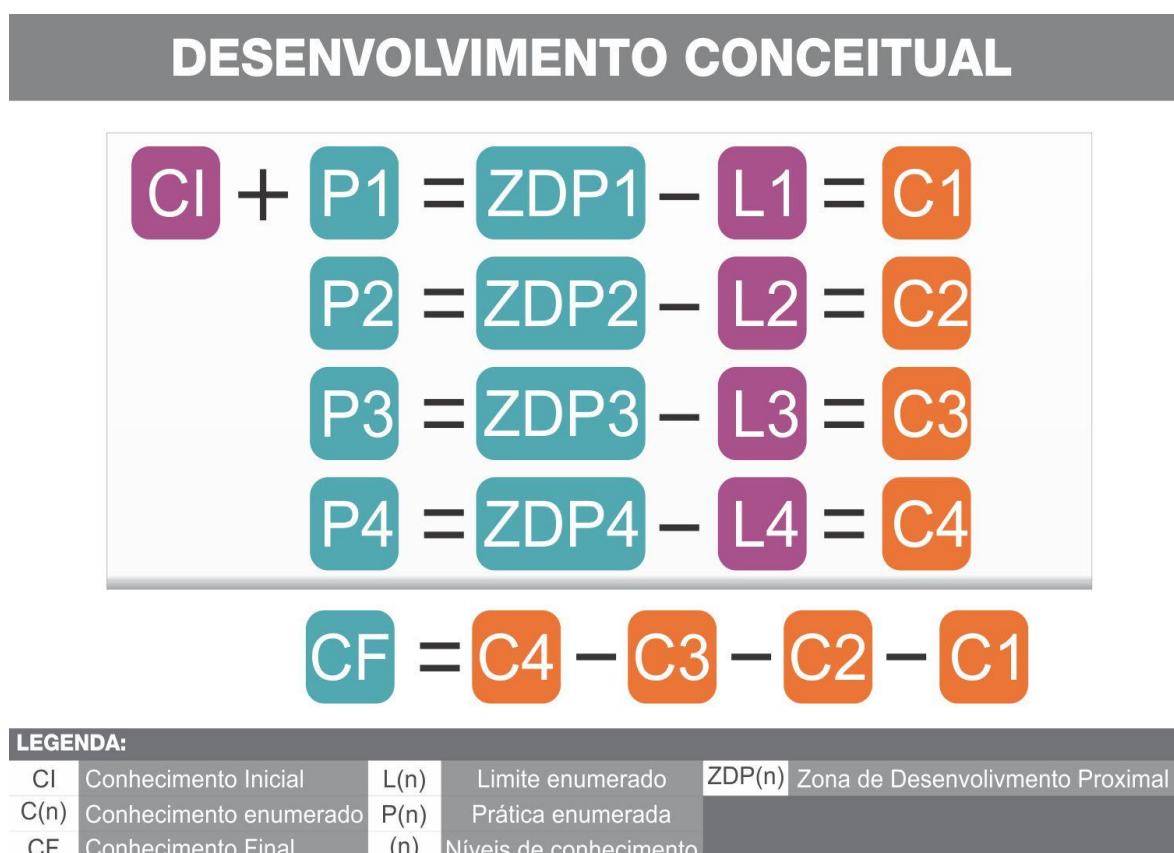
(Apêndice B, p. 301). No início de cada etapa da pesquisa (C1 a C4), propomos um ensino que considera as funções psicológicas elementares dos alunos, principalmente, para os conteúdos não familiares para eles, com vista ao alcance, no processo, das suas funções psicológicas superiores.

Há no geral uma sincronia entre o tempo das aulas práticas realizadas e os níveis de desenvolvimento adquiridos pelos alunos durante a pesquisa (C1 a C4), exceto para as aulas intituladas como amostras de água (algas) realizada em 2010, mas que fazem parte do nível de desenvolvimento C1 (aulas realizadas em 2009). Fizemos esta escolha por considerar que nesse nível, o conteúdo prático envolveu apenas micro-organismos/células micro e macroscópicas, enquanto no nível C2, os assuntos são de natureza micro e macroscópica (fungos).

As aulas práticas realizadas em 2009 partiram de uma pesquisa sobre os conhecimentos prévios dos alunos. No período (2010-2012), estas foram organizadas, tendo como base um ensino a partir do qual a pesquisa foi realizada, sendo que o objetivo desta coadunou com o objetivo do ensino. Tivemos o cuidado, em cada nível, em separar as questões e conteúdos que ultrapassam a ZDP do aluno, bem como àquelas que obedecendo a tal zona, suscitavam aulas práticas para serem realizadas nas etapas posteriores da pesquisa. Assim, deixamos questões mais complexas fora da nossa atividade, seguindo as que pudessem ser retroalimentadas nos níveis subsequentes de desenvolvimento, ou mesmo àquelas que tivessem alguma complexidade, mas que obedecesse a Zona de Desenvolvimento Proximal dos alunos.

Podemos esquematizar e relacionar as aulas teóricas e práticas com as Zonas de Desenvolvimento Real (ZDR) e Proximal (ZDP) dos alunos e com os níveis de compreensão dos conteúdos/questionamentos. Consideramos que para cada aula prática (P1 a P4), tivemos a relação Prática, Teoria, Prática, encerrando um nível/límite de conhecimento, bem como suscitando o início de um novo nível de conhecimento, conforme o esquema abaixo (fig. 3):

Figura 3— Níveis de conhecimento conceitual dos alunos do 5º ano— COOPEC



Fonte: COOPEC, Central-BA, 2012

Para esta figura, temos que $C(n) = C_1+C_2+C_3+C_4$; $L(n)= L_1+L_2+L_3+L_4$; $P(n)=P_1+P_2+P_3+P_4$ e $ZDP(n)= ZDP_1+ZDP_2+ZDP_3+ZDP_4$. Relacionamos as práticas aos seus respectivos níveis de conhecimento (menor para o maior). O nível CF indica a diferença entre o final e o início do processo, passando por todas as fases no sentido inverso. Para cada nível, entendemos que o conhecimento adquirido pelos alunos nas aulas práticas é resultante da diferença entre a sua ZDP e o limite conceitual atingido, a exemplo de $P_1=ZDP_1-L_1=C_1$. Ressalvamos então que essas fases não são didáticas, por isso uma descrição cuidadosa delas é de grande valia, principalmente, considerando a correlação desenvolvimento, os problemas com o ensino, os percalços com a pesquisa e os limiares de compreensão conceitual dos alunos, bem como a necessidade de discussão acerca de quem decide o que e como ensinar: professor ou aluno? Parece que tal questão está voltada para o currículo do Ensino Fundamental I, em que se observa que os conteúdos podem avançar ao serem ensinados.

Os conteúdos teórico-práticos em relação aos micro-organismos/células, animais (ser humano) e plantas foram explicados, tendo como base os autores Gewandsznajder e Linhares (2010) e Amabis e Martho (2004). A partir deles, discutimos as questões apresentadas pelo pesquisador e alunos em sala de aula, uma vez que não encontrarmos a fundamentação adequada para tal discussão em autores do Ensino Fundamental I. Para fins de suprir esse impasse, buscamos conduzir as aulas práticas, usando uma linguagem simples e acessível para os alunos, de modo que o conteúdo científico não perdesse seu "*status*" conceitual (definição verbal). Sublinhamos, para tanto, a importância dos conhecimentos prévios dos alunos, a partir dos quais as aulas foram desenvolvidas na COOPEC.

2.1.4 Recursos

Os seguintes recursos foram usados no desenvolvimento deste trabalho: computador, impressora, cartuchos de tinta, resma de papel, algodão, régua, borracha (liga), álcool, conta-gotas, frasco de café, água da chuva, cebola, limão, alface, rosas, lírio e flores do campo; livros de ciências e materiais afins, papel ofício, tubos, canudos, data-show ou retroprojetor, textos, relatório e roteiros de práticas; Microscópio, lâminas/lamínulas, conta-gotas, gilette, vidros/frascos, borracha, copos plásticos e gaze, frutos, sementes, algodão, vaso com planta e flores de rosa; Sacola plástica, caixas de papelão e torso, papel sulfite, hidrocores, anilina e reagentes (iodo e saliva), tesoura sem ponta, cola, fita adesiva, caneta e régua; Rótulos de alimentos (açúcar, gorduras ou proteínas), máquina digital, açúcar, sal, farinha de trigo e tapioca, iodo em solução, colher, prato e quatro copos esmaltados com etiqueta, tabelas nutricionais, canudos, bastão, cal (óxido de cálcio), água e copo de vidro.

2.2 TRABALHANDO COM OS DADOS

2.2.1 A pesquisa qualitativa

A pesquisa qualitativa veiculada aos métodos de observação participante, entrevista estruturada e semi-estruturada utilizada de forma convergente no levantamento de dados acerca do problema de investigação “como ocorre a

compreensão dos conceitos de micro-organismos/células, animais e plantas no Ensino Fundamental I mediante aulas práticas ministradas na COOPEC".

A abordagem qualitativa poderá permitir ao pesquisador ir além da superfície dos eventos, determinar significados, muitas vezes ocultos, interpretá-los, explicá-los e analisar o impacto na vida em sala de aula (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

2.2.2 A coleta de dados

O trabalho de coleta de dados foi realizado mediante aulas teórico-práticas realizadas com alunos do Ensino Fundamental I na COOPEC, município de Central-Ba, no período de 2009 a 2012. Usamos para tal os métodos de observação das Aulas Práticas (P1 a P4) durante os quatro anos, entrevista estruturada (Ee1) em 2009, entrevistas estruturadas (Ee1)P, (Ee2)P em 2009 e 2012 e entrevista semi-estruturada (Ese1, Ese2, Ese3, Ese4) em 2012. A coleta de dados teve duração de 70 horas, sendo distribuídas da seguinte forma: Entrevistas estruturadas (Ee1) com alunos (1h); Entrevistas estruturadas (Ee1)P, (Ee2)P, com professores (2h/ 1h para cada); Observação das Aulas Práticas P1 a P4 (30h) e Entrevistas semi-estruturadas- Ese1, Ese2, Ese3, Ese4 (36h), sendo 1h disponibilizada para o levantamento de conhecimento acerca dos conteúdos de cada prática, incluindo as aulas práticas realizadas em 2009. Incluímos ainda 1h para depoimentos finais (d1 a d4) recolhidos após as entrevistas, ressalvando que o tempo para depoimento durante o trabalho de pesquisa ficou incluso horas contabilizadas nas observações das aulas práticas. O quadro abaixo sintetiza os métodos utilizados para coleta de dados da referida pesquisa:

QUADRO 3– Métodos de pesquisa

(continua)

Bimestres letivos/Métodos**	1º	2º	3º	4º
Entrevistas estruturadas (Ee1)	Ee1	-	-	-
Entrevistas estruturadas (Ee1)P, (Ee2)P	(Ee1)P	-	-	(Ee2)P
Práticas- observação (P1 a P4)	P1	P2	P3	P4

QUADRO 3– Métodos de pesquisa

(conclusão)

Entrevistas semiestruturadas	Ese1	Ese2	Ese3	Ese4
------------------------------	------	------	------	------

Fonte: Coleta de dados- COOPEC, Central-BA - ano letivo de 2009-2012

- As Aulas Práticas (P1 a P4) foram realizadas durante 4 (quatro) bimestres letivos no período de 2009 a 2012, enquanto as entrevistas estruturadas para alunos (Ee1), foram realizadas apenas em 2009 e as entrevistas semi-estruturadas, foram realizadas somente em 2012.
- As Aulas Práticas (P1) não foram descritas neste texto, sendo que consideramos as suas informações teóricas no capítulo II deste trabalho, bem como no capítulo IV, onde se trata do conhecimento acumulado pelos alunos da COOPEC, no período de 2009-2012.
- Entrevistas estruturadas (Ee1)P, (Ee2)P foram realizadas com professores no primeiro bimestre de 2009 e no quarto bimestre de 2012.

Optamos pelo uso da observação estruturada/participante para descrever as aulas práticas. A observação estruturada é a que se realiza em condições controladas para responder a propósitos, que foram anteriormente definidos (meio). A observação participante consiste na participação real do pesquisador com a comunidade ou grupo (ALVES-MAZZOTTI; GEWANDSZNAJDER, 1999).

A partir da observação, seguindo a orientação dos referidos autores, interagimos significadamente com as turmas do Ensino Fundamental I, nos seguintes aspectos: ouvimos e anotamos as perguntas dos alunos; descrevemos suas formas de compreensão sobre os conceitos biológicos; capturamos novas palavras e proposições; redimensionamos as tarefas de acordo com as situações de aprendizagem surgidas mediante a realização de aulas teórico-práticas com as crianças, sendo que desta forma foi possível aumentar a nossa familiarização e confiança com o grupo.

Os desenhos elaborados pelos alunos, como signos, podem tornar visíveis aspectos abstratos dos conteúdos discutidos por Teixeira (2004). Porém, as falas dos alunos, sobremaneira, têm a contribuir para ampliação de tal tipo de representação dos conceitos a serem apropriados por eles, principalmente para aqueles em que os desenhos não conseguem retratá-los (PROCOP *et al.*, 2007).

Antes da realização das aulas práticas, mostramos os desenhos referentes às questões a serem discutidas, ou quando as crianças continuavam com alguma

dificuldade de acompanhamento em relação aos conteúdos das aulas. Esse procedimento teve mais atenção no segundo ano (2010) de investigação, considerando que não foram realizadas aulas práticas com animais no primeiro ano (2009). Cada momento de recolha de dados foi voltado para a busca de dados para fins de contribuir com a compreensão das respostas dos alunos da COOPEC para as questões que exigem deles formas de pensamento concreto ou abstrato, bem como para verificação do significado dado para os conceitos apropriados por eles. Foi feita apenas uma intervenção teórico-prática com a turma, no que tange aos conhecimentos prévios apresentados sobre as funções vitais de animais.

Em todas as fases da pesquisa, consideramos os conceitos e proposições na sua relação com as ações dos alunos (desenhos, esquemas, frases...). Para tanto, nos orientamos, a partir de vários aspectos gerais de seres vivos em 2009, e seguimos com a realização de atividades (2010-2012) que envolveram diversos aspectos específicos (particulares) de conhecimentos da área biológica (espontâneos e científicos). Tivemos como aspectos gerais as propriedades de seres vivos e não vivos, ciclo de vida, e como específicas, estrutura, tamanho, alimentação e crescimento de seres vivos.

A observação foi fundamental para o conhecimento das etapas, das formas e meios que os alunos usaram para descrever a sua compreensão sobre os fenômenos/objetos estudados. Isto possibilitou a síntese de conhecimentos adquiridos elaborados durante o período de recolha de dados na COOPEC mediante entrevista semiestruturada.

Consideramos também neste trabalho as entrevistas estruturadas e semiestruturadas (questionário) pelas seguintes razões: a primeira possibilitou o recolhimento de dados que demarcam o conhecimento inicial dos alunos (CI= diagnóstico), sem considerar qualquer participação do pesquisador quanto à revelação dos conceitos por eles emitidos; a segunda envolve questões norteadoras (roteiro prévio), tomando-se como princípio as questões elaboradas pelo pesquisador e alunos durante as etapas do trabalho empírico, permitindo a identificação e análise do conhecimento final deles (CF) para o período da pesquisa (2000-2012). As entrevistas estruturadas permitiram também as professoras descrever o perfil da turma nas etapas inicial e final da pesquisa empírica (2009-2012). Percebemos, com isto, uma crescente interação entre pesquisador e alunos à

medida que novas questões foram surgindo com a realização das novas aulas práticas.

A interação entre pesquisador-aluno na realização das aulas práticas ocorreu da seguinte maneira:

- 1) Aula do pesquisador com atividade/experimento;
- 2) Perguntas dos alunos;
- 3) Resposta do pesquisador;
- 4) Perguntas do pesquisador;
- 5) Respostas dos alunos;
- 6) Aula do pesquisador com atividade/experimento.

Tal procedimento viabilizou a continuidade do levantamento dados empíricos no período de 2009-2012, obedecendo de forma crescente os níveis de desenvolvimento conceitual dos alunos (CI, C1, C2, C3, C4 e CF). É a mediação usada pelo pesquisador com recursos como analogia e hipóteses explicativas que diferencia o ensino ministrado na COOPEC (formação de conceitos) daquele realizado mediante a definição conceitual. No último bimestre de 2012, realizamos as entrevistas semiestruturadas, envolvendo conteúdos e questionamentos do referido período, para fins de recapitulação e sumarização dos conceitos adquiridos por parte dos alunos da COOPEC, no período de 2009 a 2012.

Uma entrevista consiste numa conversa intencional, geralmente entre duas pessoas, embora por vezes possa envolver mais pessoas, dirigida por uma das pessoas, com o objetivo de obter informações sobre a outra. A entrevista é utilizada para recolher dados descriptivos na linguagem do próprio sujeito, permitindo ao investigador desenvolver, intuitivamente, uma compreensão sobre a maneira como os sujeitos interpretam aspectos do mundo (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

A entrevista estruturada, de natureza inflexível, padronizada e predeterminada assegura melhores resultados na coleta de dados. Mas esta é uma questão que depende da habilidade do entrevistador ao aplicar e administrar o questionário, pois também é influenciada pelo seu comportamento diante do entrevistado (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

De acordo com Triviños (1987, p. 146), a entrevista semiestruturada tem como característica questionamentos básicos que são apoiados em teorias e

hipóteses que se relacionam ao tema da pesquisa. Os questionamentos dariam frutos a novas hipóteses surgidas a partir das respostas dos informantes. O foco principal seria colocado pelo investigador-entrevistador. *Este autor afirma que a entrevista semiestruturada “[...] favorece não só a descrição dos fenômenos sociais, mas também sua explicação e a compreensão de sua totalidade [...]”*, além de manter a presença consciente e atuante do pesquisador no processo de coleta de informações (TRIVIÑOS, 1987, p. 152).

Com base em Triviños, elaboramos perguntas básicas para fins de atender aos objetivos da pesquisa, vinculadas à vertente teórica histórico-cultural (dialética). Nessa linha, as perguntas podem ser designadas como explicativas ou causais. O objetivo desse tipo de pergunta seria determinar razões imediatas ou mediatas do fenômeno social. Ainda com base neste autor, consideramos perguntas imediatas como: "Quais os seres vivos/células que você conhece?"; "Os fungos são seres vivos microscópicos ou macroscópicos?". Em relação às perguntas mediatas, podemos citar: "Por que não encontramos micro-organismos na água filtrada/chuva?"; "Como estes organismos chegaram até a lagoa, se não encontramos no ar, no solo?".

As entrevistas estruturadas foram desenvolvidas sobre conceitos de seres vivos em geral, considerando os conhecimentos adquiridos pelos alunos nas aulas práticas ministradas pelo pesquisador, na visão das professoras da COOPEC, bem como sobre as implicações destas atividades para formação delas, e, consequentemente como contribuição para sua prática docente. Usamos as entrevistas semiestruturadas em relação aos conteúdos de micro-organismos/célula (estrutura, tamanho e funcionalidade), funções vitais de animais e plantas e os processos envolvidos na obtenção de nutrientes, bem como a interação dos sistemas envolvidos na relação entre nutrição e crescimento dos organismos autótrofos e heterótrofos.

Consideramos de uma forma geral, as questões elaboradas pelo pesquisador como imediatas, pois se destinavam a demarcação do estado/limiar de conhecimento dos alunos em relação às atividades/experimentos desenvolvidos em cada fase da intervenção/pesquisa. Por outro lado, levamos em conta perguntas mediatas para os alunos, no sentido de possibilitar avanços dos alunos na interação destes com os colegas e com o pesquisador em relação aos aspectos conceituais envolvidos nas aulas práticas realizadas.

Para elaboração das perguntas básicas, consideramos os seguintes aspectos: a linguagem, a forma e a sequência das perguntas (MANZINE, 2003). Isto foi fundamental para evitar a perda de sintonia com o objetivo da pesquisa.

Consideramos as falas originais dos alunos e a linguagem usada por eles e pelo pesquisador para facilitar a comunicação. Para isto, o pesquisador usou uma linguagem que se aproxima da forma que os alunos compreendem o contexto da pesquisa.

As entrevistas semiestruturadas foram realizadas com três alunos do 5º ano em 2012. Esse método foi escolhido com o objetivo acompanhar os diferentes conceitos e proposições dos alunos em situação de especificidade quanto às questões apresentadas na pesquisa de mestrado e/ou complementadas pelas aulas ministradas pelas professoras e pesquisador (Apêndice C, p. 308). As entrevistas foram realizadas após a efetuação das demonstrações práticas pelo pesquisador para fins de verificar as novas ideias e formas de compreensão dos alunos em relação às aulas apresentadas pelas professoras. Essas foram realizadas em turno oposto em relação aos conteúdos ensinados na escola desde 2009, incluindo a intervenção prática desenvolvida para fins da pesquisa de mestrado neste ano e aquela realizada mediante um ensino planejado a partir de 2010.

O pesquisador apresentou ao longo do levantamento empírico de dados questões envolvendo os variados níveis de desenvolvimento dos alunos (C1 a C4). Elas foram elaboradas visando à resposta dos alunos em conjunto (turma) por se tratar de uma introdução às questões de pesquisa para o item selecionado referente aos micro-organismos/célula, animais e plantas, bem como para suscitar novas questões nos alunos. No último ano de coleta de dados, as questões apresentadas pelos alunos e pesquisador foram interrogadas aos alunos do 5º ano sob a forma de entrevista semiestruturada.

As questões foram elaboradas e organizadas das mais gerais para as mais específicas em cada nível de conhecimento ensinado, seguindo essa ordem durante os quatro anos de pesquisa de campo. Tal procedimento foi adotado, inclusive na relação de ano para outro, ou seja, sendo que as questões mais gerais do primeiro ano eram menos gerais do que as do segundo ano e assim sucessivamente (C1 a C4), tendo em vista que as questões foram sendo elaboradas, conforme os experimentos apresentados (vice-versa) no período de 2009-2012.

Ao longo da atividade de campo, as questões estruturais usadas para explicar as funcionais foram sendo gradativamente (obedecendo à espiral) substituídas pelas funcionais. Isto está de acordo com as aulas teórico-práticas realizadas, as quais consideram os aspectos gerais e funcionais dos conteúdos.

Para que os alunos formalizassem conhecimentos para além do início da experiência, foi necessário o pesquisador ir conduzindo a entrevista de forma a possibilitar a atenção dos alunos para respostas mais elaboradas. Para tal, o pesquisador foi desvelando o caminho de compreensão a ser seguida pelo aluno, tornando distinto o limite e/ou potencialidade de aprendizagem para os referidos conceitos. Para alguns itens de maior relevância, solicitamos que os alunos desenhassem o que comprehendiam acerca dos fenômenos estudados.

Enfrentamos conflitos em algumas questões, principalmente em relação àquelas que se apresentaram como limitantes aprendizagens dos alunos. Com vista a superar tal impasse, usamos os materiais (desenhos e ilustrações) elaborados pelos próprios alunos, ao longo do processo, dando condição para que eles pudessem deduzir e/ou lembrarem-se dos conteúdos das aulas ministradas pelo pesquisador. Tivemos o cuidado de associar o conteúdo de cada pergunta ou conjunto de questões ao experimento e explicação correspondente dada pelo pesquisador em sala de aula. Voltamos a conversar com os alunos em entrevista complementar para fins de obter alguns esclarecimentos para algumas proposições que ficaram com respostas inacabadas e/ou confusas.

As respostas orais dos alunos foram transcritas e somadas às folhas de respostas das entrevistas ou nas folhas de respostas dos depoimentos. Os depoimentos dos alunos (as) foram concedidos durante as aulas práticas, sendo que parte deles foi registrada diretamente na folha de resposta pelo pesquisador e pelas professoras. As aulas práticas e alguns relatos acerca das questões específicas sobre os conceitos de seres vivos foram registradas em áudio e vídeo e fotografadas com ajuda das professoras. Elaboramos relatórios sobre estas práticas, a fim de sistematizar os conhecimentos adquiridos pelos alunos no período de 2009-2012.

A pesquisa exploratória de caráter qualitativo intencionou buscar respostas para as questões levantadas nas aulas práticas P1 a P4¹⁶ (Apêndice B, p.301) a

¹⁶ P1— Aulas práticas realizadas sobre cultura de Paramécio; Estruturas Microscópicas Anatômicas Vegetais (células, tecidos e órgãos), estruturas respiratórias vegetal- estômatos e intervenção teórico-prática sobre funções vitais de animais no 2º ano do Ensino Fundamental I na COOPEC, em 2009.

partir de entrevistas (Ese1, Ese2, Ese3 e Ese4) sobre a problemática que envolve o uso dos conceitos de seres vivos (micro-organismos, animais e plantas) pelas crianças em relação ao contexto da prática exercida pelas professoras. Este estudo consta de momentos individuais e coletivos para contemplar as diferentes formas de expressão das crianças. Os momentos coletivos ocorreram durante a construção e realização das práticas, na descrição das curiosidades dos alunos, nas ilustrações desenvolvidas por eles no quadro de giz e nas discussões com pesquisador sobre os aspectos de seres vivos pesquisados. Os momentos individuais fizeram parte das entrevistas realizadas com os alunos após a última etapa da intervenção (2012), ou seja, as demonstrações práticas feitas pelo pesquisador.

Em alguns momentos durante a realização da entrevista, tivemos algumas respostas coletivas dos alunos, considerando também que eles respondiam perguntas levantadas por eles mesmos. Isto contribui para o aumento da sincronia das formas de pensamento deles e com o trabalho desenvolvido pelo pesquisador em sala de aula (processo dialético). Para alguns aspectos, conceituais fizemos entrevistas complementares com os alunos, para fins que pudéssemos finalizar algumas respostas que não foram devidamente compreendidas, ou porventura ficaram sem respostas.

As entrevistas semiestruturadas, sendo usadas de forma convergente com os demais métodos de pesquisa neste trabalho, possibilitaram enfim identificar dados que não foram evidenciados pelos mesmos isoladamente. Isto foi sobremaneira diferencial para se ter acesso a evolução das formas de pensamento envolvidas na compreensão dos conceitos de estrutura, tamanho e funcionalidade de micro-organismo, animais e plantas pelas crianças da COOPEC.

As questões trazidas pelos alunos e as respostas que deram aos questionamentos do pesquisador durante as entrevistas serviram para a identificação dos níveis/limiares de conhecimento deles. Esta foi uma forma de

P2– Aulas práticas realizada sobre amostras de Água e Fungos; Luz e Vida e Identificação de Nutrientes- Digestão do Amido no 3º ano do Ensino Fundamental I na COOPEC, EM 2010.

P3– Aulas práticas realizadas sobre seres pluricelulares pequenos e micro e macro células destes organismos; Caminhos da Água/Planta Envasada e Uso de Nutrientes pelas Crianças da COOPEC no 4º ano do Ensino Fundamental I na COOPEC, em 2011.

P4– Aulas práticas realizadas sobre demonstração de estruturas microscópicas (células, micro-organismos através de desenhos/figuras e lâminas preparadas/prontas; Estruturas de Transporte e Reserva Vegetal e Identificando o Gás Carbônico no 5º ano do Ensino Fundamental I na COOPEC, em 2012.

verificar o nível de compreensão deles acerca dos referidos termos conceituais já evidenciados nos trabalhos práticos realizados ao longo do período de pesquisa (2009-2012).

A ação do professor, uma vez compreendendo o enfoque da proposta, foi fulcral para que as crianças não ficassem presas aos atributos externos do problema em questão relacionado ao objeto/fenômeno da realidade. Pudemos perceber em que nível os alunos conseguiram se servir dos conhecimentos trabalhados nas aulas práticas para responder às questões propostas pelo pesquisador ou pelas professoras em sala de aula. Para oferecer ênfase na qualidade das respostas emitidas pelos alunos, às vezes, contestávamos ou repetíamos as respostas dos alunos para verificar os ajustes necessários no planejamento de tarefas a serem desenvolvidas com eles.

Usamos as denominações “A1”, “A2”, “A3” para representar nomes dos alunos (as) nas entrevistas e nos depoimentos das aulas práticas, com a finalidade de preservar suas identidades. Iniciamos os registros com 17 alunos que permaneceram na turma desde 2009, mas como percebemos a uniformidade e/ou repetição nas respostas deles, optamos por escolher aleatoriamente 3 (três) alunos para fins de finalizarmos a recolha de dados em 2012. Os alunos A1, A2 e A3 foram os mesmos nas entrevistas, salvo alguns momentos em que só aparecem A1 e A2 pelos motivos já expostos. Para os depoimentos, contamos com a participação da turma, sendo que apenas três ou quatro respostas foram selecionadas, conforme atender aos itens de pesquisa correlatos a cada nível de desenvolvimento (C1 a C4), em acordo com a Zona de Desenvolvimento Proximal dos alunos.

2.2.3 A análise de dados

Segundo Huberman e Milles (1994), a análise de dados tem como objetivo dar sentido aos dados coletados, apresentando resultados e levando conclusões para o estudo. Da mesma forma, intencionamos observar quais conceitos e processos se evidenciaram no ambiente escolar, após a intervenção do pesquisador em aulas práticas e teóricas realizadas na referida escola.

Procuramos em cada fase da pesquisa identificar os níveis de compreensão das crianças, a fim de facilitar a análise dos conceitos a serem adquiridos e das formas pelas quais estes são expressos pelos alunos nos diferentes momentos da

pesquisa. Assim, a análise de dados foi processada gradativamente para fins de busca dos graus de generalização conceitual dos estudantes.

Os registros originados das observações dos alunos ao microscópio sobre micro-organismos e células ou das aulas práticas (plantas e animais), tais como desenhos e fotografias foram selecionados, conforme a importância simbólica de representar os conteúdos e formas de compreensão acerca do tamanho, estrutura e funções vitais de seres vivos. A partir daí, organizamos e analisamos os desenhos e fotografias de acordo com a ordem crescente das turmas (2º ao 5º ano).

Em cada série, comparamos as respostas dos alunos em diferentes etapas da pesquisa, de acordo com os itens das entrevistas estruturadas (Ee1), semiestruturadas (Ese1, Ese2, Ese3 e Ese4) e relatórios de aulas práticas elaborados no período de pesquisa (2010-2012). Igualmente foram analisadas as entrevistas estruturadas (Ee1)P e (Ee2)P realizadas com as professoras da COOPEC. Buscamos com isto viabilizar a análise dos resultados da intervenção para fins de se refletir sobre a contribuição desta prática, no que tange aos avanços da pesquisa na área e suas implicações para a formação de professores do Ensino Fundamental I.

CAPÍTULO III

3 O CONHECIMENTO BIOLÓGICO DOS ALUNOS DA COOPEC: ESTRUTURA E FUNCIONALIDADE DE SERES VIVOS

3.1 A CÉLULA E OS ORGANISMOS MICRO E MACROSCÓPICOS

Segundo Castro (2010) e Castro e Bejarano (2011a, 2011b, 2011c; 2012b), os alunos do Ensino Fundamental I, de uma forma geral, confundem os conceitos de tamanho de seres vivos macroscópicos pequenos com os seres microscópicos e suas funções, bem como de células macroscópicas que fazem parte do corpo de organismos pluricelulares grandes (fibra de algodão, ovo de galinha, alvéolo da laranja). Neste sentido, Byrne e Sharp (2006) informam que as crianças maiores já conhecem os aspectos de organização celular (uni e pluricelular), mas não avançam na descrição estrutural e funcional de micro-organismos.

Esse tipo de questão, uma vez enfrentada mediante observação factual de micro-organismos/células, contribui para a minimização do ensino apenas em seu aspecto teórico ou expositivo. Por isso, iniciar um trabalho em que possa explicar melhor os micro-organismos no seu meio, considerando o seu tamanho, estrutura e funcionalidade, pode auxiliar os alunos na distinção destes em relação aos seres pluricelulares pequenos (macroscópicos) contidos nas águas e com macro células anteriormente citadas, por exemplo.

Por essa razão, desenvolvemos as aulas práticas para alunos do Ensino Fundamental I da COOPEC sobre organismos microscópicos (algas). Nestas aulas, utilizamos diferentes amostras de água (CASTRO; BEJARANO, 2011a, c) e pequenos seres pluricelulares e/ou parte deles (formiga, mosquito, pulgão, alvéolos de laranja e fibra de algodão).

No trabalho desenvolvido na COOPEC nos propusemos a analisar questões mais profundas e complexas sobre estes seres vivos, destacando a relação entre o conhecimento dos alunos sobre a estrutura e funcionalidade dos seres micro-organismos/células, de animais e plantas. Para tal, intencionamos estudar seus aspectos micro e macroscópicos, bem como suas interações morfológicas e com o meio ambiente.

3.1.1 Aulas Práticas (P2A) sobre algas e Aulas Práticas (P2B) com bolor de pão (fungos)

3.1.1.1 Aulas Práticas (P2A)

A partir do levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos da COOPEC acerca dos micro-organismos/células (diagnóstico) e dos registros de aulas práticas realizadas sobre estes assuntos em 2009, foram planejadas e desenvolvidas na referida escola (turma de 3º ano), aulas sobre algas de água doce no primeiro bimestre de 2010. Estas aulas fazem parte das atividades que constam no subprojeto de pesquisa intitulado “os seres vivos que não podemos ver”¹⁷.

As algas formam um grupo seres autotróficos que fazem parte no Reino Protocista. Elas podem formar colônias ou estruturas simples que se assemelham a tecidos. As algas unicelulares podem ser as euglenas, diatomáceas, dinoflagelados e diferem entre si quanto à presença de envoltórios no corpo (parede celular, pigmentos, reserva, flagelos). Embora realizem fotossíntese, elas também se alimentam de partículas do meio. Algas são organismos flutuantes ou nadadores que formam a base das cadeias alimentares do ambiente de água doce (GEWANDSZNAJDER; LINHARES, 2010). As figuras abaixo se referem a diferentes tipos de algas unicelulares as quais tomamos como base para o nosso estudo sobre as amostras de água.

Figura 4a— Algumas algas em geral



Fonte: www.portalsaofrancisco.com.br

¹⁷ Este subprojeto faz parte da continuidade da pesquisa de mestrado intitulada “Estudo de Conceitos de Seres Vivos nas Séries Iniciais. Além deste, faz parte desse trabalho, os subprojetos “As Funções Vitais de Plantas” e “Funções Vitais de Animais”.

Figura 4b— Algas verdes



Fonte: pt.wikipedia.org/wiki/Algas_verdes

Os alunos do 3º ano da COOPEC passaram a ter conhecimento acerca dos protistas a partir das aulas viabilizadas pelo microscópio, pois achavam que só existiam os protozoários causadores de doenças nesse Reino, ou esse era um novo Reino. Para isto, organizamos uma experiência com a água, dispondo-se da seguinte situação:

- 1) Água tratada e filtrada
- 2) Água de chuva— tanque
- 3) Água de uma lagoa

No 2º bimestre de 2010, realizamos essa prática na Cooperativa de Ensino de Central (COOPEC) com a finalidade de identificar diferentes micro-organismos (algas) nas referidas amostras, bem como demonstrar as células destes organismos. Desenvolvemos essa prática com os alunos do 3º ano do Ensino Fundamental I.

Coletamos previamente a água em tanque de armazenamento de água da chuva; água em tanque que recebeu tratamento e água da lagoa (poluída). Usamos os seguintes materiais nessas práticas: Amostras de água (3); lâminas, lamínulas, conta gotas e microscópio. Preparamos lâminas sobre as três amostras de água (3) e observamo-la ao microscópio (40X). Na água filtrada, não encontramos indício de micro-organismo; na água de chuva, alguns cistos foram identificados e na água de uma lagoa, houve uma alta frequência de seres vivos microscópicos: larvas de

invertebrados, algas e protozoários, conforme desenhos dos alunos do 3º ano (amostra 3– Figura 5d).

Figura 5a— Aulas do pesquisador



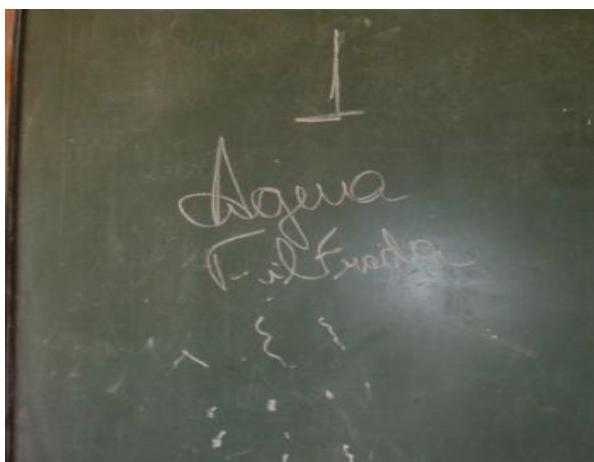
Fonte: COOPEC, Central-BA, 2010

Figura 5b— Aulas do pesquisador



Fonte: COOPEC, Central-BA, 2010

Figura 5c— Desenhos dos alunos



Fonte: COOPEC, Central-BA, 2010

Figura 5d— Desenhos dos alunos



Fonte: COOPEC, Central-BA, 2010

Os alunos do 3º ano da escola COOPEC se mostraram bastante interessados pela temática “Os Seres Vivos que não Podemos Ver”. Eles, a partir das atividades desenvolvidas com auxílio do microscópio nas aulas do pesquisador, relacionaram as imagens observadas a uma série de símbolos que traziam consigo (imagens, percepções etc.). Após a explicação das figuras observadas no quadro de giz, eles visualizaram melhor as ideias que faziam parte apenas da sua imaginação. Assim, foi possível os alunos reformularem o entendimento sobre o formato de um micro-

organismo, seu tamanho, curiosidade/detalhes como elementos representativos para a formação de seus próprios conceitos.

As aulas foram fundamentais para proporcionar aos alunos uma visão mais ampla acerca dos micro-organismos/células, principalmente, considerando a importância deles (as) para a Natureza e para o ser humano. Alguns alunos ficaram mais curiosos sobre estes seres, com vontade de tocar, olhar com mais frequência e entender a relação deles com a Natureza (decomposição) e o nosso organismo. Isto foi percebido durante as aulas sobre os assuntos saneamento básico, higiene e na pesquisa sobre as diferenças entre os seres microscópicos e macroscópicos orientadas pelo pesquisador (Apêndice B, p. 301).

Os alunos, em geral, questionaram o porquê de não se encontrar bactérias nas três amostras e não encontrar outros seres vivos microscópicos nas situações 1 e 2. Informamos-lhes que estes organismos são muito pequenos (bactérias e algas) e não os encontramos mediante observações simples ao microscópio e devido ao tratamento da água (ação do cloro). Estes seres podem ser evidenciados a "olho nu" pelo crescimento destes organismos (colônias) em meio de cultura¹⁸, os quais podem ser ampliados por esse aparelho a partir de lâminas preparadas, ou então de reações químicas que indicam a presença deles no referido meio. Outra questão trazida pelos alunos, a qual se deve atentar em sala de aula foi o não desenvolvimento de micro-organismos/células na água de chuva e filtrada. Explicamos-lhes que água poluída (matéria orgânica) funciona como um meio de cultura para organismos pequenos, por isso há uma diversidade de organismos na água da lagoa, que não ocorre na água da chuva e na tratada.

Pedimos, então, que os alunos relatassesem o que haviam compreendido acerca dos seres microscópicos observados nas amostras de água da lagoa. Esses relatos incluem alguns questionamentos, conforme a descrição abaixo:

Aluno A1– Bactérias - só podem ser visíveis através do micrscópio- tem bactérias úteis como as usadas para fazer iogurte e queijo; as nocivas que causam doenças ao ser humano como: tétano, tuberculose etc.. É possível observar bactérias em ambientes poluídos? Fungos são células que causam apodrecimento nos alimentos, de madeira, micose [...] Algas realizam a fotossíntese e ocorrem no mar.

Aluno A2– Aprendi que as bactérias só poderão ser visíveis com ajuda de um microscópio mais potente [...] Entendi que as bactérias têm funções dependendo da sua espécie; algumas são

¹⁸ Material artificialmente preparado e mantido em recipiente especial para nele se promover a reprodução de determinada cepa de micro-organismos. A gema de ovo, a gelose (ágar), o sangue e muitas outras substâncias são usadas experimentalmente em culturas de germes, nos laboratórios para pesquisas biológicas (SOARES, p. 276).

encontradas na água e podem causar doenças; algumas são grandes e outras pequenas. Existem bactérias que podem ser vistas ao olho nu?

Aluno A3– Aprendi sobre a água filtrada [...] é uma água boa para nos bebermos [...] é uma água que não tem sujeira e nem bactérias [...] é uma água muito limpa. Eu também aprendi sobre a água da chuva [...] é uma água suja [...] se nós bebermos, devemos dechar uma orinha para podermos colocar na caixa de água [...] se nos não dechar uma orinha nos vamos ficar doentes porque lá em cima do telhado pode ter urina de rato [...] por isso nos ficamos doentes [...] a água da lagoa é uma água muito suja [...] ela tem bactéria, algas e fungos [...] eles são seres vivos muito pequenos [...] não podemos ver a olho nu [...] podemos ver pelo microscópio. As algas é um ser vivo muito pequeno [...] elas vivem nas árvores porque quando chove a chuva leva elas para a lagoa, etc., elas crescem por causa que a lagoa tem muitos restos de comida [...] é assim elas crescem [...] foi o que eu aprendi na aula do professor Darcy [...] foi a melhor aula da minha vida. Entendi que não podemos beber a água da chuva.

Aluno A4– [...] aprendi que não podemos ver micróbios, algas, fungos sem o microscópico e outros objetos pequenos [...] as águas em que tomamos banho, a gente acha que é limpa, mas pelo microscópico podemos ver fungos e outros objetos naturais.

Estes alunos evidenciam uma noção de causa e consequência de micro-organismos para os seres humanos, bem como indicam sua importância para a Natureza e para eles próprios. Isso não ocorreu com os alunos do 2º ano (a mesma turma em 2009) que não estudaram tais conteúdos em sala de aula, pois eles não faziam parte das aulas planejadas pelas professoras, no referido ano. Eles entendem sobre os cuidados que se deve ter em relação às bactérias, aos protozoários e ainda acerca da necessidade de manter equilibrado o ambiente onde vivem. Eles sabem que os micróbios que causam doenças aos seres humanos podem ser encontrados no ar, na água, nos alimentos, no solo e até mesmo em utensílios manipulados por pessoas contaminadas.

O uso do microscópio ajudou-nos a evidenciar exemplos aparentemente do cotidiano distante como no excerto “*algas realizam a fotossíntese e ocorrem no mar*”. Essa proposição evidencia um conflito entre o conhecimento atual do aluno, baseado nos livros didáticos e meios de comunicação, como a televisão, por exemplo, que informa que as algas habitam apenas ambientes de água salgada.

As amostras de água mostraram várias espécies de algas unicelulares de água doce. Segundo Castro e Bejarano (2011b), a questão principal a ser propiciada por essas aulas é tornar concreto o exemplo abstrato como esse, a fim de permitir se iniciar o ensino do conceito de estrutura, tamanho e função de seres vivos microscópicos. No entanto, o grande desafio da escola é propiciar um ensino a partir de situações concretas do cotidiano do aluno. Para estes autores, quando se trata dos referidos conteúdos, não existem referentes concretos para o estudante no dia a dia, nem no livro didático adotado pela escola (NORONHA; SOARES, 2008), mas estão fazem parte da imaginação dos alunos. Por isso, foi fundamental para

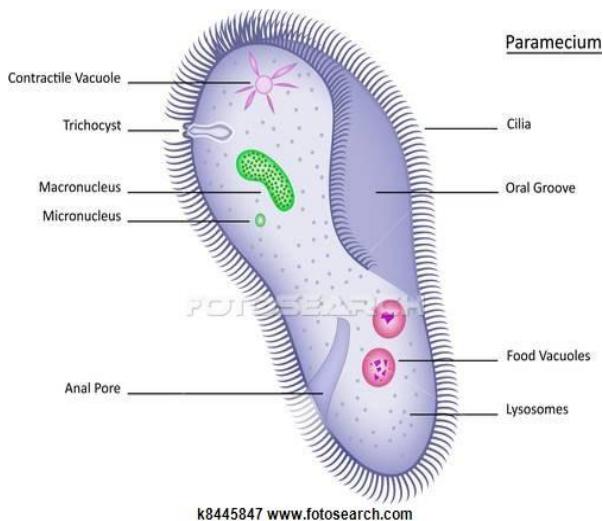
enfrentamento de tal questão, propor um ensino na COOPEC, a ser mediado pelo pesquisador, seguindo um plano de trabalho em consonância com as aulas das professoras desta escola, a partir de 2009.

O uso do microscópio possibilitou (amostras de água) a realização de um ensino baseado em situação concreta, a qual seria impossível de demonstração para os alunos. Usamos para isto ampliação de 4X, 10X e 40X sobre o tamanho dos organismos contidos na amostra. Se as crianças da COOPEC observaram as amostras ao microscópio e sabem que existem seres vivos nelas, inferimos que estamos propiciando um ensino com vistas a atender a zona de desenvolvimento proximal delas. Assim, a curiosidade delas serviu de estímulo para se planejar aulas favoráveis à compreensão melhor dos conteúdos acerca de seres vivos pela criança do que aquela apresentada no nosso trabalho inicial de pesquisa.

Os alunos do 3º ano se mostraram mais curiosos quanto à relação dos micro-organismos com a saúde e a qualidade de vida humana. Contudo, estes ainda não conseguem ter uma ideia concreta acerca dos seres microscópicos, mesmo porque consideramos aqui a dissonância entre as figuras do livro didático e àquelas observadas ao microscópio. Uma bactéria e protozoário (paramécio e alga¹⁹) parecem ser organismos grandes, quando observados no livro didático ou na internet (Figura 6a, b). Além disso, eles usam a funcionalidade dos conteúdos para explicar eventos concretos, a exemplo das aulas práticas realizadas com amostras de água da lagoa.

¹⁹ os pontos verdes são os cloroplastos que podem ser vistos através da membrana que delimita a célula.

Figura 6a— A estrutura de um *Paramecium*.



Fonte: www.fotosearch.com.br/fotos-imagens/paramecium.htm

Figura 6b— A *Euglena viridis* vista em microscópio óptico



Fonte: www.sobiologia.com.br/conteudos/Reinos/Protista2.php

A partir do trabalho desenvolvido em 2009 e da observação das amostras de água com as crianças (2010), percebemos que os alunos do 3º ano, já são capazes de iniciar a distinção entre os seres microscópicos e macroscópicos pequenos (pluricelulares), no sentido de perceber suas diferenças morfológicas a partir do livro didático e dos exemplos práticos trabalhados em sala de aula pelo pesquisador. Para isto, foram planejadas e realizadas ainda no 2º bimestre do referido ano, aulas

práticas para fins de observação das fases de vida de um fungo (bolor de pão), envolvendo seus aspectos micro e macroscópicos.

Com base em Castro (2010), as aulas práticas acerca dos organismos macroscópicos/microscópicos (fungos) e algas oportunizaram a ampliação dos conhecimentos espontâneos e escolares dos alunos da COOPEC, conforme os exemplos expostos anteriormente. Assim, o conhecimento espontâneo relativo ao tamanho dos micro-organismos oriundo da imaginação da criança ou dos meios de comunicação, bem como o saber adquirido na escola se apoiaram na experiência concreta viabilizada pelo uso do microscópio.

Com base em Byrne e Sharp (2006), depreendemos que as formas de pensamento das crianças evidenciadas nestas práticas, em relação ao movimento, forma, habitat, longevidade, reprodução e sensibilidade de algas de água doce às mudanças do meio, se apresentam como aspecto mais elevado do pensamento imbricado com a compreensão da estrutura, tamanho e funcionalidade destes organismos. De acordo com Castro (2010) e Castro e Bejarano (2011a, 2011b, 2011c), a descrição que eles fizeram durante as aulas não se limita à reprodução de imagens externas via intuição, mas avança por meio da observação factual ou concreta mediante uso do microscópio em relação aos organismos macroscópicos observados no cotidiano. Elas, consequentemente, conseguem falar e escrever melhor sobre os organismos unicelulares.

Yorek, Sahin e Ugulu (2010) afirmam que somente após os 11 anos de idade, as crianças podem iniciar uma compreensão acerca dos conceitos relacionados às estruturas da célula e sua decorrente funcionalidade. As crianças da COOPEC (3º ano, faixa etária de 8/9 anos), todavia, mostraram avançar em relação a tal ponto de vista, pois explicam que seres tão pequenos realizam funções e/ou tem necessidade de sobrevivência, tanto quanto os organismos macroscópicos. Para fins de esclarecer o exposto, asseguramos que ambas as pesquisas têm em comum, para sua realização, o método da entrevista.

3.1.1.2 Aulas Práticas (P2B)

Os fungos são eucarióticos, ou seja, suas células possuem uma membrana nuclear que envolve o material genético, separando-o do citoplasma. Eles existem em formas unicelulares, conhecidas como leveduras, e em formas constituídas por

filamentos denominadas hifas, como se observa entre os bolores (GEWANDSZNAJDER; LINHARES, 2010).

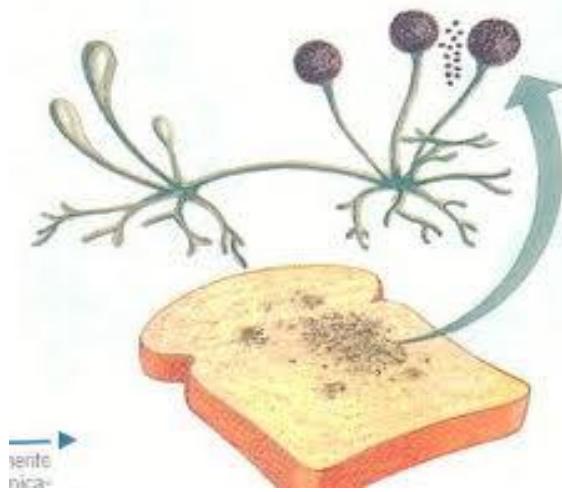
Em geral, são saprófagos que vivem livremente no solo, alimentando-se de matéria orgânica em decomposição. O *Rhizopus stolonifer* (Fig. 7a, b), responsável pelo bolor preto do pão (veja imagem ao lado), cresce em substratos com teores elevados de umidade, ricos em açúcares, como pães, frutas etc. (GEWANDSZNAJDER; LINHARES, 2010).

Figura 7a— Bolor de pão, aspecto macroscópico



Fonte: www.google.com.br/imgres

Figura 7b— Bolor de pão com formação de esporos



Fonte: www.google.com.br/imgres

No 2º bimestre de 2010, a professora do 3º ano da COOPEC realizou aulas práticas sobre fungos (bolor do pão) com auxílio do pesquisador, tendo a finalidade de identificar aspectos macro e microscópicos destes seres vivos (ciclo de vida) e iniciar a diferenciação entre os limites das células/ seres microscópicos e os organismos macroscópicos pequenos. Este experimento foi realizado a partir da seguinte orientação:

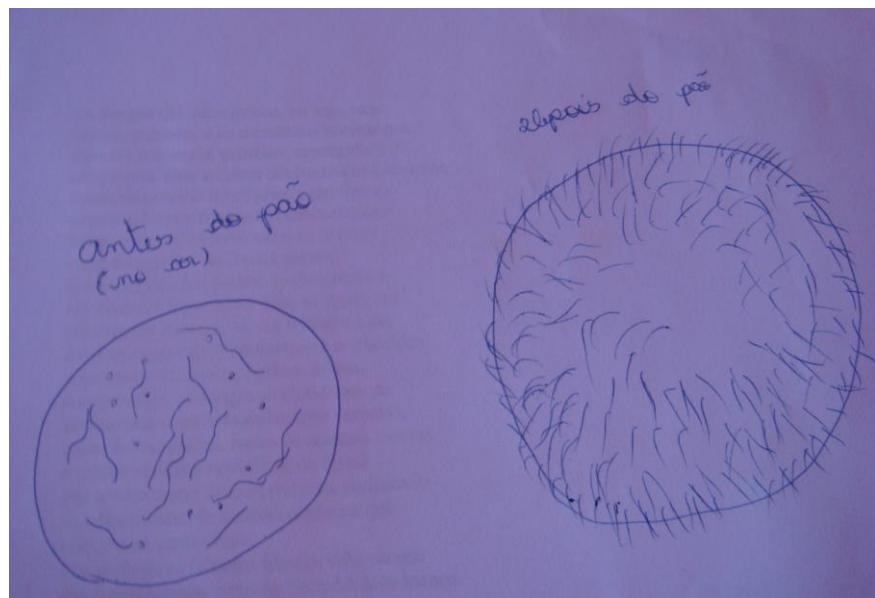
- 1) Colocar um pedaço de pão comum levemente umedecido num copo;
- 2) Deixar num ambiente isolado, pouca luz e aeração durante uma semana (5º ao 8º dias);
- 3) Observar e fazer anotações a cada de dia sobre o estado do pão;
- 4) Desenhar o que foi observado ao longo da semana;
- 5) Responder às questões elaboradas por eles ou pelo pesquisador.

Essas atividades já haviam sido desenvolvidas pela professora do 2º ano, sendo que algumas questões comumente apresentadas pelos alunos desta série foram retomadas nesse trabalho, a saber: Como é mesmo o corpo de um fungo? Eles podem ser microscópicos? Qual é o tempo de vida de um fungo? Por que eles estragam os alimentos, o pão, por exemplo?

Os fungos liberam ao seu redor uma substância que ajuda a digerir o alimento (enzima digestiva). Essas enzimas digerem moléculas orgânicas do ambiente, então o fungo absorve o alimento que foi digerido por essas substâncias.

Um fungo comum é o bolor preto do pão, chamado *Rhizopus stolonifer*. O pão torna-se embolorado quando o esporo (pontinhos escuros) do bolor cai sobre ele, germinando e crescendo como uma massa de fios (micélio). Os fios (hifas) penetram no pão e absorvem nutrientes. Alguns deles crescem horizontalmente (deitado); outros com formato de pequenas raízes se fixam verticalmente no pão (em pé). Os fungos (boleros) têm duas fases de vida. A fase mais duradoura é a que vai formar os esporos (sexuada); em seguida, ocorre a fase em que se desenvolvem os pontos escuros no pão (assexuada), ou seja, depois que joga o pão fora, uma nova fase pode durar até três meses porque os esporos ficam dormentes. Os esporos liberados no ar, por exemplo, pelos fungos são microscópicos, enquanto os filamentos que observamos no pão são macroscópicos, ou seja, um mesmo fungo tem uma fase de vida microscópica e outra macroscópica.

Figura 8— Aulas práticas sobre fungos (Bolor de pão)



Fonte: Aluno do 3º ano, COOPEC 2010

Os alunos do 3º ano da COOPEC observaram o desenvolvimento dos fungos no pão, bem como refletiram acerca das explicações do pesquisador após a realização da experiência. Eles notaram que há uma forma de vida destes organismos que é microscópica e que aparecem com o suprimento das condições necessárias para a reprodução deles (umidade, pouca luz...), mas não compreendem e/ou resistem quanto à aceitação dos aspectos microscópicos envolvidos no aparecimento dos fungos. Eles continuaram interrogando acerca da atividade que os fungos realizam, a despeito do papel do fermento utilizado na produção de pães, bolos etc. ao mesmo tempo em que muitos deles estragam os alimentos, a exemplo de pães e frutas.

Com base em Mayerhofer e Márquez (2009), o ensino do papel biológico dos fungos, incluindo sua importância para a Natureza e para o ser humano, é fundamental para auxiliar os alunos na aprendizagem dos aspectos microscópicos destes organismos. Sendo assim, a escola pode ensinar a funcionalidade de organismos e estas, além de contribuir para a formação do conceito de estrutura e tamanho de fungos, potencializa a formação de novos conhecimentos espontâneos na área.

3.1.2 Aulas Práticas (P3) sobre formigas, besouro, fibra de algodão, fio de cabelo, cortes de insetos, alvéolos etc.

A partir dos registros de aulas práticas sobre algas de água doce e fungos realizados em 2010 foram planejadas e desenvolvidas, em 2011, na turma de 4º ano da referida escola, aulas sobre estrutura e tamanho de organismos pluricelulares pequenos e grandes, tendo como base as observações macro (pluricelulares pequenos) e microscópicas das células. Estas aulas fazem parte das atividades que constam no subprojeto de pesquisa intitulado “Os seres vivos que podemos ver”²⁰.

Este trabalho envolveu diferenças entre seres vivos unicelulares (microscópicos) e pluricelulares pequenos (macroscópicos), células macroscópicas de organismos pluricelulares grandes (alvéolo do limão, fio de cabelo e fita de algodão) e células microscópicas dos seres macroscópicos pequenos. Isto possibilitou aos alunos um novo olhar em relação aos seres pequenos e visíveis, e os seres microscópicos invisíveis a olho nu, tendo em vista a continuidade das atividades no ano seguinte (5º ano).

Inicialmente, coletamos formigas de diferentes tamanhos em formigueiros localizados próximos à sala de experiências da COOPEC (Laboratório Básico). Em seguida, preparamos lâminas com tecidos de formigas pequenas, como referência principal. Estes insetos foram tratados com álcool antes do preparo das lâminas microscópicas e os cortes foram feitos na região do abdômen e membros dos insetos.

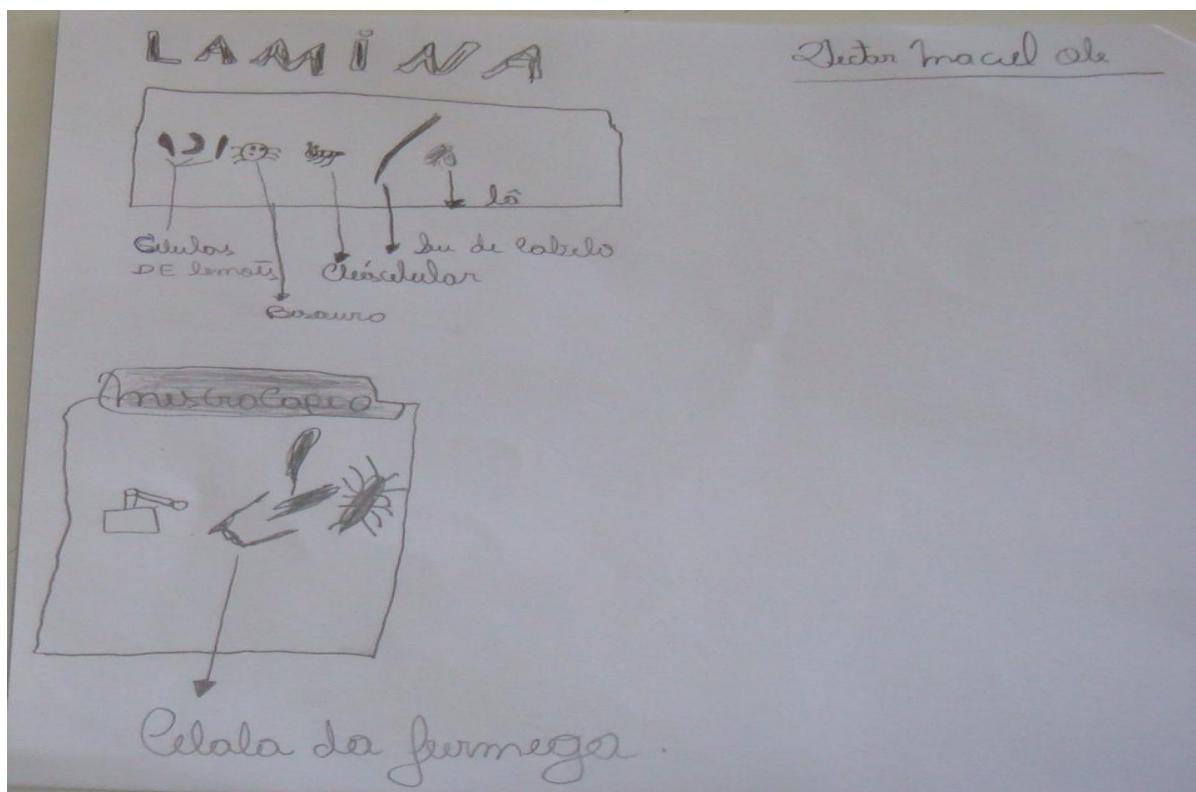
Evidenciamos na ordem crescente células de organismos macroscópicos grandes e organismo pluricelulares pequenos (fita de algodão, fio de cabelo, formiga pequena, média e grande, mosquito, besouro pequeno e alvéolo de limão). Os alunos inferiram que o número de células de um ser vivo é que faz a diferença de tamanho e não o tamanho delas. Isso ocorreu especificamente quando compararam o tamanho de uma formiga com um pequeno besouro, considerando o número de células de ambos. Um dos alunos respondeu que o besouro é maior porque tem mais células. A tarefa de comparar as estruturas vivas, tanto em nível unicelular, quanto no pluricelular auxilia o aluno na edificação do reconhecimento dos organismos microscópicos como seres vivos. Isto traz mudanças qualitativas na

²⁰ Este subprojeto faz parte da continuidade da pesquisa de mestrado intitulada “Estudo de Conceitos de Seres Vivos nas Séries Iniciais. Além deste, faz parte desse trabalho, os subprojetos “As Funções Vitais de Plantas” e “Funções Vitais de Animais”.

apropriação dos conceitos de micro-células pela criança, uma vez que a dificuldade conceitual nessa área reside na falta de aulas com auxílio do microscópio e do domínio do conceito de ser vivo, como asseguram autores como Freitas (1989), Jone e Rua (2004), Mayerhofer e Márquez (2009), Castro (2010), Novassate e Gioppo (2010).

Apresentamos, a seguir (fig. 9), as estruturas micro e macroscópicas dos referidos seres vivos.

Figura 9— Aula realizada com crianças do 4º ano— COOPEC



Fonte: COOPEC, Central-BA, 2011

O tamanho e diferenciação do corpo foram fundamentais para iniciar o estudo de diferenciação entre organismos pequenos de uma forma geral. Depois, a observação das células destes organismos foi conclusiva para explicar para as crianças que a formiga, embora como minúsculo animal, pode ter uma enorme quantidade de células. Os alunos perceberam que uma única célula do limão é maior do que uma formiga pequena (organismo pluricelular).

A partir daí, os alunos do 4º ano indagaram:

Existe ser vivo pluricelular microscópico? Existe ser vivo unicelular macroscópico. Quem tem mais células, um anão ou uma pessoa adulta? A forma e número de células se transforma com o aumento da idade? Organismos de mesmas espécies e idade têm o mesmo tamanho? Por que não? E organismos diferentes de mesmo tamanho podem ter o mesmo número e forma celular (plantas e animais, animais de espécies diferentes).

Após a explicação das questões acima mencionadas pelo pesquisador (Apêndice B, p. 301), alguns questionamentos indicaram um limite de assimilação das crianças da COOPEC que se remete à necessidade de um planejamento de atividades práticas que envolva a matemática e física, a exemplo de: os organismos unicelulares (bactérias, algas) são diferentes de uma célula isolada de um pluricelular como a formiga? Isto sinaliza uma possibilidade de avançarmos com o trabalho envolvendo tamanho e estrutura de seres vivos citados anteriormente, com o uso de réguas, lupas e microscópio. Essa é uma atividade que poderá ser organizada e realizada de forma interdisciplinar mediante os conteúdos de sistemas de medidas que constam no livro didático de matemática adotado pela COOPEC, no Ensino Fundamental I (NORONHA; SOARES, 2008).

Eles observaram que existem estruturas menores que o milímetro, tendo como base a descrição de seres vivos pequenos em comparação com os observados ao microscópio. Podemos ilustrar inicialmente este ponto de vista através do depoimento de um dos alunos do 4º ano: A1– *"Eu entendi que a formiga pequena tem algumas células e a grande tem muitas células, mas as células são do mesmo tamanho e forma"*. Segundo Castro e Bejarano (2011b), os alunos do 5º ano sinalizam melhor a distinção entre um organismo microscópico e um pluricelular pequeno. Estes afirmam, por exemplo, que a "*bactéria só tem uma célula*"; [...] "*a formiga como o mosquito, tem várias células microscópicas*"; [...] "*as células do limão, algodão e cabelo podemos ver ao olho nu, [...] elas são macroscópicas*". Isto nos dá condição de dar um passo a mais no trabalho que visa ampliar o conhecimento dos alunos acerca da diferenciação entre organismos micro e macroscópicos pequenos, atentando para um novo limiar conceitual que é iniciar a compreensão dos alunos em relação aos aspectos estruturais internos das célula/micro-organismo.

3.1.3 Aulas Práticas (P4) sobre figuras de células de bactérias, cebola, estômatos, paramécio e tecido sanguíneo (demonstrações práticas)

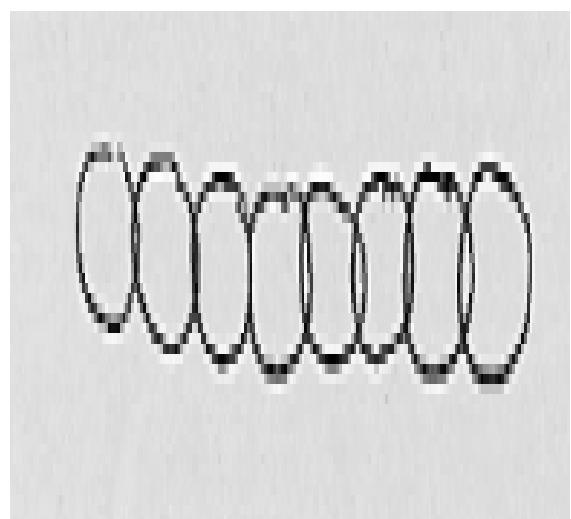
A partir dos registros de atividades práticas sobre estrutura/tamanho de organismos pluricelulares pequenos e grandes realizadas em 2011 foram planejadas e desenvolvidas em 2012 (5º ano) na COOPEC, aulas acerca de células/micro-organismos e células de organismos pluricelulares. Estas tarefas tiveram como base as observações macro (pluricelulares pequenos) e microscópicas das células feitas na referida escola em 2011.

No 4º bimestre de 2012, realizamos demonstrações práticas com o objetivo de comparar células/micro-organismos com células de organismos pluricelulares pequenos e do ser humano. Além dos aspectos gerais relacionados à estrutura e ao tamanho celular, destacamos para tal a questão da estrutura (núcleo, algumas organelas, material genético...) e dos componentes químicos. Para isto, mostramo-lhes lâminas microscópicas preparadas sobre a mucosa bucal; usamos ainda figuras de livro didático e desenhos elaborados por eles mesmos com vistas a suprir as limitações do microscópio óptico. A partir das figuras selecionadas abaixo e de depoimentos alunos do 5º ano da COOPEC, comparamos os pontos de vistas deles para fins de observar o nível de discernimento para os itens apresentados (Fig. 10a, b, c, d, e):

Figura 10a— Bactéria isolada

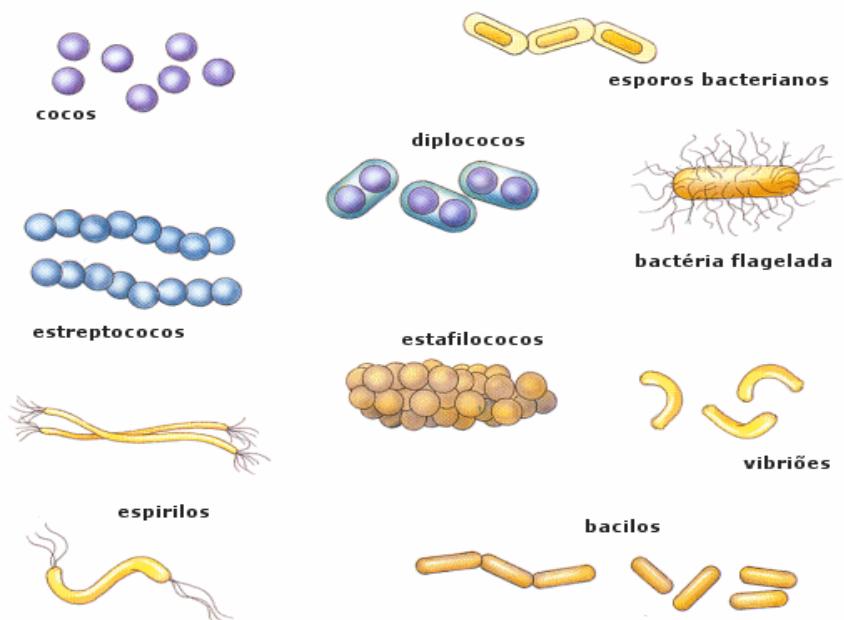


Figura 10b— Colônia de Bactérias



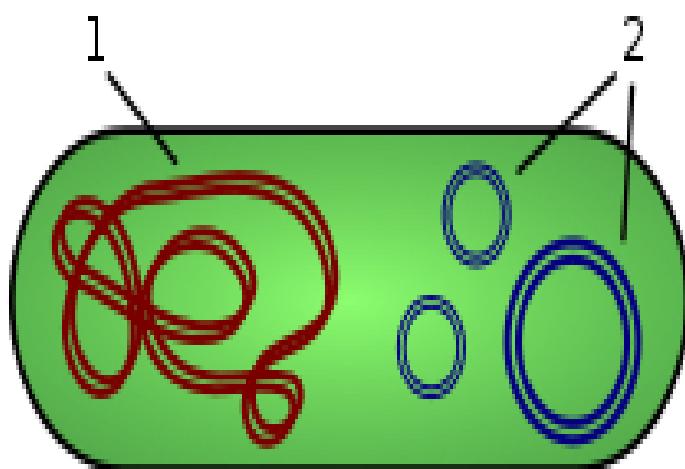
Fonte: Figura (10a, b) - Byrne, J.; Sharp, J. (2006). Children's ideas about micro-organisms. School Science Review, School Science Review, 88 (322). pp 71-79

Figura 10c— Tipos de Bactérias



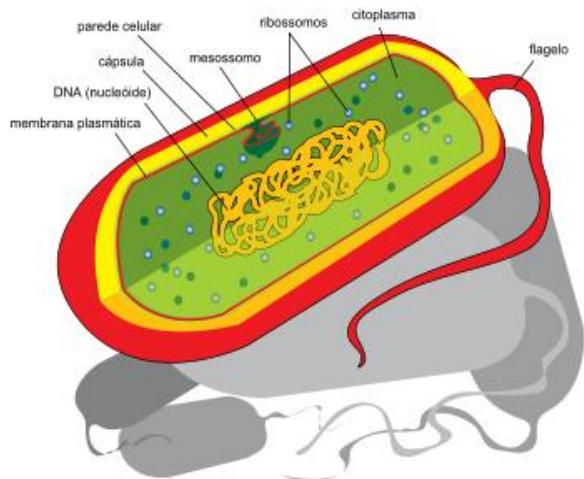
Fonte: www.essaseoutras.xpg.com.br/wp-content/uploads/2012/03/tipos-de-bacterias.gif

Figura 10d— Bactéria isolada simples



Fonte: pt.wikibooks.org/wiki/Biologia_cellular/Bact%C3%A3rias

Figura 10e– Bactéria em detalhe



Fonte: www.brasilescola.com/biologia/celulas-procariontes.htm

Solicitamos que alguns alunos comentassem acerca das figuras de bactérias, segundo diferentes ilustrações e tivemos o seguinte:

A1 Afirma que a figura (10a) isolada parece com as figuras separadas (10b) [...], a (10c) tem mais estruturas que (10a e 10b) [...], a figura (10e) é maior e possui mais coisas que as outras todas [...], as figuras (10c, 10d e 10e) foram vistas ao microscópio e vi que tem mais estruturas [...]. A2 Afirma que as figuras (10a e 10b) com micro-organismos são específicos e foram desenhadas por alguém que entende o que está desenhando [...], as figuras (10d e 10e) são bactérias diferentes porque o microscópio mais potente dá para ver mais coisa na bactéria. P– Qual o tamanho que dá para ver só no microscópio? A3– "Olha coisas específicas no microscópio e dá para ver grande [...]" P– É menor que um pequeno ser vivo (pulga, formiga...), não dar para ver a olho nu. Os alunos A2/A3 concordaram e afirmam que as crianças desenharam o que imaginaram (10a e 10b). Eles não conhecem em termos específicos as estruturas celulares que observaram, mas elaboram novas opiniões acerca dos organismos microscópicos, as quais se aproximam de uma visão concreta em relação aos mesmos.

Os alunos do 5º ano da COOPEC indagaram porque foi possível observar algas e outros pequenos seres nas amostras de Água da Lagoa da Prefeitura e não

encontramos bactérias? Essa foi uma questão explicada para eles nas aulas ministradas em 2010. Há, portanto, um limite de conhecimento para os alunos, uma vez que só podemos identificar bactérias com auxílio de microscópios mais potentes ou mediante uso de reagentes em meio de cultura que indicam a presença destes seres vivos. Eles levantaram outras questões limítrofes nessa área, tais como: a forma das células interfere na forma do corpo? Como as substâncias se movimentam dentro da célula? Que tamanho o núcleo de uma célula?

A partir da observação de alguns desenhos (10a– criança de 7anos, 10b– criança de 9 anos), figuras (10c, d, e), lâminas microscópica prontas, ilustrações de livros didáticos usados pela professora e pesquisador nas suas aulas práticas (incluindo os desenhos feitos pela turma), eles puderam relembrar e reconhecer algumas estruturas celulares que foram observadas nas aulas práticas com o microscópio no período de 2009-2012: macro e macronúcleo no paramécio, estômatos (clorofila), núcleo em células vegetais, o núcleo de células do sangue (glóbulos brancos) e da mucosa da mucosa bucal. Os núcleos das células da mucosa foram observados em lâminas prontas por conta da coloração com azul de metileno, enquanto em 2009, mostramos apenas para o 2º ano o formato dessas células, conforme fig. 11a, b.

Figura 11a, b— Demonstração prática com células da mucosa bucal

Figura 11a

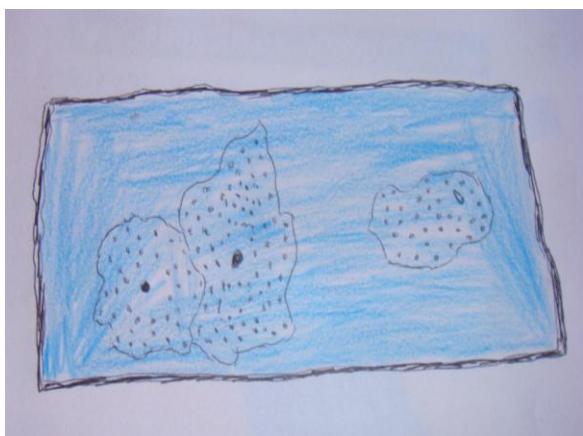
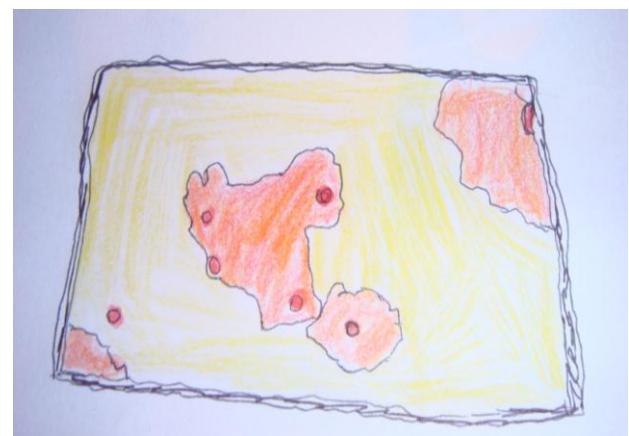


Figura 11b



Fonte: COOPEC, Central-BA, 2012

As supramencionadas estruturas celulares foram identificadas pelos alunos através das figuras dos livros didáticos (fig.11a) e desenhos produzidos por eles

mesmos (fig.11b), tendo em vista que foram práticas desenvolvidas ao longo da investigação realizada pelo pesquisador. Por isso, não houve necessidade de refazê-las por se tratar de aspectos já contemplados na demonstração prática com as células da mucosa bucal. Os alunos avançaram no reconhecimento da estrutura e tamanho celular (incluindo núcleo, revestimento da célula...), como parte dos organismos pluricelulares e na sua distinção com os micro-organismos. Eles questionaram sobre aspectos externos e internos da célula, ou seja, como era feita a proteção de algo tão pequeno, como era mantida a forma (constituição interna) e se isso teria alguma relação com alimentação deles. As questões limítrofes, como essas, sinalizam a importância da continuidade do planejamento de aulas práticas nos anos que seguem o que pode potencializar uma nova função social dos conteúdos.

Yorek, Sahin e Ugulu (2010) assinalam que parte dos estudantes, com faixa etária de 11 anos, define a célula como organismo portador de núcleo, vacúolos, nucléolos, parede celular e membrana. Eles pouco relacionam a funcionalidade destes e outros elementos menos definidos como estruturantes da célula (mitocôndrias e ribossomos), com exceção do núcleo ao qual atribuem também em grande medida à responsabilidade do funcionamento da célula. O reconhecimento de estruturas celulares pelos alunos do 5º ano, a exemplo de núcleo, vacúolo e parede celular, está de acordo com o ponto de vista destes autores, uma vez que a importância dos componentes das células para estas crianças começa a se destacar devido à participação deles nas aulas práticas realizadas pelo pesquisador.

3.2 FUNÇÕES VITais DE PLANTAS

Realizamos experimentos sobre as funções vitais das plantas nos anos iniciais (2º ao 5º ano), especialmente enfatizando a interação de fatores do processo de fotossíntese e sua inter-relação com a nutrição, transporte de substâncias no organismo vegetal e respiração. Este trabalho foi desenvolvido gradativamente nesses anos por considerar as diferenças no desenvolvimento cognitivo das crianças e as suas vivências de meio²¹. Foram, por isto, realizados experimentos em

²¹ Difere da designação dada para experiência por tratar de atividades (experimentos descritivos) que o aluno pode realizar sem o acompanhamento obrigatório do professor em todas suas fases, a

2010 (luz e vida), 2011(experiências com o copo leite) e 2012 (demonstrações práticas sobre vasos condutores e tecidos de reserva).

3.2.1 Aulas Práticas (P2) sobre luz e vida

A partir dos registros de atividades práticas sobre estruturas por onde os vegetais realizam as trocas gasosas (estômatos) foram planejadas e desenvolvidas em 2010 (3º ano) na COOPEC, aulas com plantas em desenvolvimento fora e dentro de caixas de papelão. Estas tarefas tiveram como base as observações práticas de estômatos feitas com auxílio do microscópio na referida escola, em 2009.

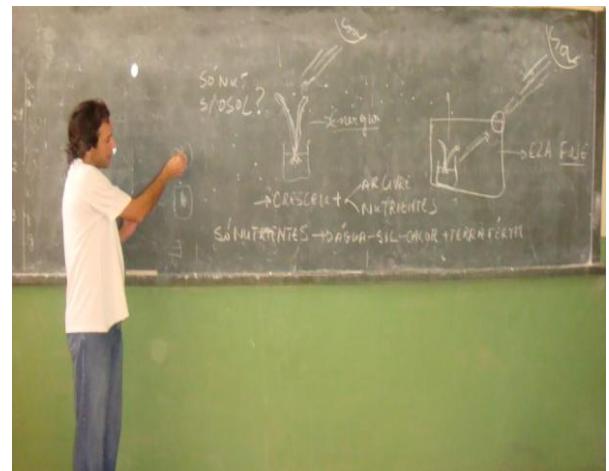
Este trabalho prático teve como objetivo, primeiro observar e descrever a influência da luz para o crescimento vegetal, considerando a interação de fatores que agem no processo de fotossíntese (água, minerais, gás carbônico...). Outro objetivo foi relacionar os fenômenos de trocas gasosas com a nutrição vegetal, destacando a importância da respiração para o vegetal. Para esta atividade, tivemos como material: uma caixa de papelão com tampa, dois vasos com plantas, tesoura sem pontas, terra fofa e um pouco de esterco.

Organizamos o experimento, recortando um círculo com a tesoura em um dos lados menores da caixa; regamos a planta e colocamo-la em seu vaso dentro da caixa, no lado oposto do círculo; fechamos a caixa e deixamo-la num local iluminado, por uma semana, permitindo a entrada de luz pelo círculo; deixamos ao lado da caixa, também num local iluminado, o outro vaso. Regamos a planta do mesmo modo que o fizemos como primeiro vaso, a cada dois dias ou a depender da redução da umidade (figuras 12a, b, c, d).

exemplo das mudanças de estados físicos da água (vaporização, condensação...), enquanto a experiência exige a presença do professor (CAMPOS; NIGRO, 1999).

Figura 12a— Montagem do experimento**Figura 12b— Crescimento vegetal— Caixa fechada**

Fonte: COOPEC, Central-BA, 2010

Figura 12c— Crescimento vegetal— Fora da caixa**Figura 12d— Aula do pesquisador**

Fonte: COOPEC, Central-BA, 2010

Previamente, questionamos sobre como deveria ocorrer o crescimento das plantas dentro de alguns dias; em seguida, instigamo-lhes (fig.12a, b e c) sobre como foi o crescimento das plantas fora e dentro da caixa. O que ocorreu com a terra dos vasos? Qual a importância da luz para o crescimento da planta? Qual a importância do manejo das mudas germinadas e em desenvolvimento fora da caixa? Como podemos compreender os diferentes resultados referentes ao crescimento das plantas, dentro e fora da caixa, em resposta à interação de fatores como água, terra fofa, gás carbônico? Comparamos o desenvolvimento das mudas nas duas

condições do experimento. Para isto, isolamos cada fator desse e interrogamos os alunos sobre a possibilidade de os vegetais realizarem a fotossíntese. Em seguida, com base na curiosidade deles, realizaram um experimento que não estava planejado: o desenvolvimento de mudas sob abertura na parte mediana da caixa de sapatos.

Sendo agentes realizadores da experiência sem ajuda do pesquisador, eles questionaram:

- 1) As plantas vão desenvolver/crescer mais do que aquelas que cresceram em direção à abertura localizada no canto da caixa fechada?;
- 2) Elas vão crescer igual aquelas que cresceram ao ar livre;
- 3) Elas vão crescer mais fracas do que as plantas que se desenvolveram do lado de fora da caixa porque receberam menos luz e ficaram em menos contato com o ambiente?

Explicando as questões dos alunos

Os alunos do 3º ano, de uma forma geral, questionavam nas aulas ministradas pelas professoras sobre como os nutrientes eram transportados para o corpo das plantas e a relação deles com o crescimento dos vegetais. Muitos deles atribuíam tal crescimento aos fatores do ambiente. Após a realização da experiência pelo pesquisador (planta dentro de uma caixa e planta fora de uma caixa de papelão) com os alunos, eles começaram a perceber a relação entre os fatores luz, água, ar e a interação deles para o desenvolvimento destes seres (crescimento), sendo que para isto há uma interdependência funcional dos órgãos vitais, envolvendo fotossíntese, respiração, circulação etc. (causa e efeito). Estes alunos passaram a participar mais das aulas, e com isso, tornou-se possível que eles avançassem no desenvolvimento dos conceitos de fotossíntese, sais minerais, clorofila, absorção da luz e na importância da interação destes fatores.

Nesse trabalho, os estudantes perceberam que as plantas se desenvolvem de forma similar (caule ereto) ao ambiente externo, embora sejam mais altas e sem ganho de espessura/massa e cor no caule e folhas, conforme as figuras abaixo (13a, b):

Figura 13a— Plantas - Caixa fechada com abertura no meio



Figura 13b— Plantas— Fora da caixa



Fonte: Fonte: COOPEC, Central-BA, 2010

Os alunos questionaram o fato relatado anteriormente, e respondendo a tal questionamento, informamos-lhes que as plantas sombreadas dispunham de menos clorofila, o que reduz a coloração esverdeada, típica das plantas em geral; a luz incidente numa única direção estimula um crescimento vertical mais rápido do que naquela exposta completamente à luz (caixa com a abertura no meio). Isto ocorre porque a luminosidade distribui os hormônios (auxinas) numa mesma posição e esses fazem com que o tecido vegetal cresça mais depressa. Esse fenômeno chama-se estiolação²². Outra questão que podemos inferir é que, embora o vegetal cresça mais sob essas condições, ocorre uma redução temporária na fotossíntese.

Por esse motivo entenderam porque as plantas deixadas na caixa dentro de casa morreram; além das razões já expostas (massa e espessura), os vegetais deixados na caixa ao sol iniciaram crescimento vertical após terem saído pela abertura da caixa. Não usamos instrumentos como balança de precisão, nem régua, ou microscópio nesse momento para quantificar a massa, tamanho ou quantidade de plásticos, respectivamente, por três razões: primeiro, por conta da familiarização dos alunos com os assuntos ora explicados; segundo, por verificar se as proposições apresentadas por eles haviam sido atendidas sem o uso de referidos instrumentos; por último, pela questão do tempo exigido para estender nas etapas

²² Estiolação. (Do fr. étiole, 'descorar', 'perder a cor'; suf. ação, 'ato de'). Ação de tornar estiolada a planta. Diz-se da planta que se desenvolveu a sombra, carente de luz, e, por isso, não produziu a clorofila, ao mesmo tempo em que, não sofrendo foto destruição das auxinas, teve seu caule acentuadamente alongado e fino, exibindo folhas pequenas e amareladas (SOARES, p.151).

experimentais compatíveis com na internalização dos conteúdos relacionados às funções vitais, envolvendo fotossíntese, respiração e crescimento vegetal.

Sublinhamos, pelo exposto, a influência do experimento/aulas práticas para o esclarecimento aos alunos acerca do desenvolvimento vegetal. Eles começam a formar vínculos concretos entre os fatores externos (luz, gás carbônico, temperatura...) e internos (clorofila), realização da fotossíntese e o crescimento vegetal. O uso deste conhecimento pelas crianças para explicar como as plantas se desenvolvem em diferentes meios, por exemplo, indica que elas elaboram melhores formas de pensamento para estes assuntos.

Apesar da relutância dos alunos em relacionar às trocas gasosas com fenômeno da respiração e fotossíntese, a transformação da seiva bruta em seiva elaborada sob o efeito da luz solar (SIGURJONSDÓTTIR; THORVALDSDÓTTIR, 2010), assinalamos que as crianças da COOPEC já desenvolvem a referida relação, ainda que na sua forma incipiente. Outrossim, ultrapassam a visão de que as definições dadas pelos alunos acerca dos referidos assuntos são similares e têm pouca relação com os conceitos escolares, como afirmam Charrier, Cañál e Vega (2006). Concordamos com estes autores quanto à concepção de que os conceitos prévios são comuns entre as crianças, mas discordamos na questão da não interferência do ensino escolar para a construção de novos conhecimentos.

3.2.2 Aulas Práticas (P3) com o copo de leite

A partir dos registros de atividades práticas sobre plantas em desenvolvimento fora e dentro de caixas de papelão (mercado) e de sapato foram planejadas e desenvolvidas em 2011 (4º ano) na COOPEC, aulas sobre a estrutura e transporte de substâncias no corpo vegetal. Estas tarefas tiveram como base as observações macroscópicas feitas pelos alunos em 2010, as quais suscitaram um estudo acerca da dinâmica de crescimento vegetal possibilitada pelo deslocamento da seiva bruta e elaborada no corpo vegetal na sua relação com as funções vitais de fotossíntese, respiração e transpiração.

Realizamos, por isto, com os alunos do 4º ano do Ensino Fundamental I da COOPEC, no 3º bimestre de 2011, a experiência com o copo de leite (flor) (*Zantedeschia aethiopica*) e planta envasada com o objetivo de verificar e compreender o transporte de substâncias (água).

Servimo-nos dos seguintes procedimentos para a realização desta atividade prática: Colocamos numa vasilha com água a flor (copo de leite) e cortamos o seu caule submerso para evitar a entrada de ar pelos vasos²³; Dissolvemos o anil num copo com água, transferimos a flor para o copo com água; Observamos com os alunos o deslocamento gradual do anil para a flor; Comparamos com figura da experiência (roseira)²⁴ contida no livro de ciências que mostra, ao mesmo tempo, o transporte de anil azul e vermelho; Discutimos sobre transporte da água e outras substâncias na planta.

Os alunos fizeram os seguintes questionamentos para estas práticas (fig. 14a, b, c).

Figura 14a— Observação ao microscópio— Alunos do 4º ano— COOPEC



Fonte: COOPEC, Central-BA, 2011

²³ Este procedimento foi adotado para fins de possibilitar o fluxo do anil pelos vasos lenhosos, o que não seria permitido se houvesse a entrada de ar.

²⁴ Experimento com rosas brancas em que se partindo o caule e colocando uma parte num copo com água contendo anil azul e outra no copo na água com anil vermelho, observamos que metade das pétalas ficou com cor azulada; outra metade com cor avermelhada (BATSCHKE; PASSOS, 2007, p.17).

Figura 14b— Experiência com o copo de leite**Figura 14c— Desenhos dos alunos do 4º ano— COOPEC**

Fonte: COOPEC, Central-BA, 2011

- 1) Por que o uso do anil na experiência da flor colocada no copo com água?
- 2) Você disse que o experimento com o copo de leite pode ser efetuado com anil vermelho. Por quê?
- 3) Como as substâncias descem para a raiz do vegetal? Existem outros tubos e as substâncias não se misturam?
- 4) Como as substâncias conseguem chegar à folha? Como é que funcionam essas nervurinhas (copo de leite)?
- 5) O corte completo da copa de um vegetal faz com que ele fique sem folhas. Então, então como ele respira? O leite vegetal sai de onde?
- 6) Um vegetal murcho consegue sobreviver após ele ser regado?
- 7) Eu vi no livro de ciências que a planta tem um “chapeuzinho fechado” protegendo a raiz, então como é que as substâncias são absorvidas pelo vegetal?
- 8) Como é que o alimento que a planta produz na folha vai para o fruto?
- 9) Como a melancia e os cactos se enchem de água?
- 10) Outros líquidos substituem a água na vida da planta?

Dois questionamentos foram retomados, com seus desdobramentos, (aulas práticas P2) executadas pelo pesquisador sobre o transporte de substâncias no organismo vegetal: se o anil está se deslocando com água na direção da folha por

esses tubinhos observados por vocês, então esses tubinhos devem começar na raiz? Eles são maiores ou menores na raiz? São abertos ou fechados? E passando pelo caule, e chegando as folhas, como é que eles são (largos ou estreitos)? Eles são abertos ou fechados na raiz e nas folhas? Se a água desce quando chove ou regamos uma planta, então deve existir uma força de baixo para cima que faz a água subir? Com isso, também se deslocam para a folha também os sais minerais com a água?

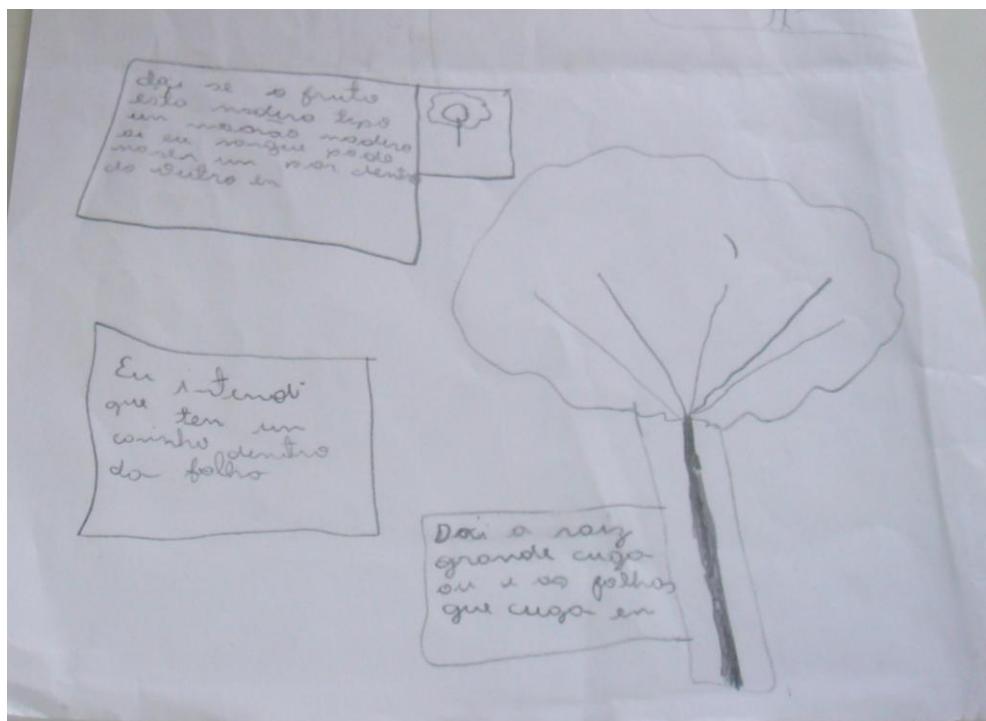
Os alunos do 4º ano afirmam que os tubos devem apresentar alguma forma de se comunicar com a atmosfera porque nas aulas sobre respiração vegetal, o professor mostrou no microscópio umas "aberturinhas" que se abrem para a planta respirar e de onde sai vapor de água. Além disso, eles fizeram desenhos em que constam a disposição de vasos no eixo raiz-caule-folha com maior clareza e associando à respiração folhear (fig.15a, b). O pesquisador ampliou essa discussão ao responder os itens questionados pelas crianças da COOPEC.

Figura 15a, b— Desenhos dos vasos-amostragem de lâminas dos tecidos de copo de leite— 4º ano— 2011

Figura 15a



Fonte: COOPEC, Central-BA, 2011

Figura 15b

Fonte: COOPEC, Central-BA, 2011

Isto favoreceu um aumento na conexão dos conteúdos escolares em relação aos assuntos do cotidiano, com operações envolvendo mais raciocínio lógico do que no início do período de investigação.

Autores como Lawson (1988), Tanner e Allen (2005) e Sigurjonsdóttir e Thorvaldsdóttir (2010) são enfáticos ao assegurar que os alunos com faixa etária entre 7 e 11 anos de idade têm dificuldades de apropriar os conceitos relacionados à estrutura e funcionalidade vegetal. Inferimos que, para eles, as crianças não conseguem (ou o fazem escassamente ou pobemente) associar trocas gasosas, fotossíntese, respiração, sistema de transporte e crescimento de plantas.

Por outro lado, apoiados na concepção de Kawasaki e Bizzo (2000) e de Castro (2010) sobre os conceitos espontâneos nessa área, acreditamos que o ensino deve priorizar os conhecimentos trazidos pelos alunos para a escola sobre os referidos conteúdos, antes de se iniciar a definição conceitual. Assim procedendo, verificamos que a atividade prática contribuiu para a edificação de novos conhecimentos dos alunos para os aspectos supramencionados, conforme descrito nas fig.15a, b, em que eles explicam sobre o transporte de seiva em vegetal.

Outras questões foram mencionadas pelos estudantes do 4º ano, tais como:

- 1) As plantas morrem quando falta água e quando recebem água demais, o que acontece com ela?
- 2) Como as nervuras, vasos se localizam no caule?
- 3) O cacto é verde o ano inteiro, mesmo no Sol. Por quê?
- 4) Onde é armazenada a água no corpo vegetal. Como?
- 5) Como é feito o transporte de substâncias da raiz para os vasos?
- 6) A observação dos vasos na raiz, no caule e na folha, como se dá?

Algumas explicações sobre o transporte de substâncias da raiz para folha e a relação deste processo com a fotossíntese foram emitidas pelos alunos do 4º ano, após a realização de aulas práticas pelo pesquisador:

A seiva bruta é filtrada na folha e se transforma em seiva elaborada [...] Os sais servem para dar cor na clorofila [...] A água para formar os frutos [...] [...] para as plantas se nutrir [...] criar proteínas nas plantas como os sais minerais ajudam a criar proteínas para a gente comer [...] [...] Mistura o oxigênio como matéria prima para a fotossíntese. E se não tiver água na planta, a planta morre. Ela precisa da água para formar outros nutrientes [...] (alunos da COOPEC-2011).

Os alunos do 4º ano emitiram respostas isoladas com tendência à interação funcional sistêmica e processo de transformação em relação à questão analisada. Contudo, observamos a predominância do pensamento espontâneo sobre o científico, quanto ao transporte de substâncias no vegetal e à síntese dos nutrientes a partir da fotossíntese.

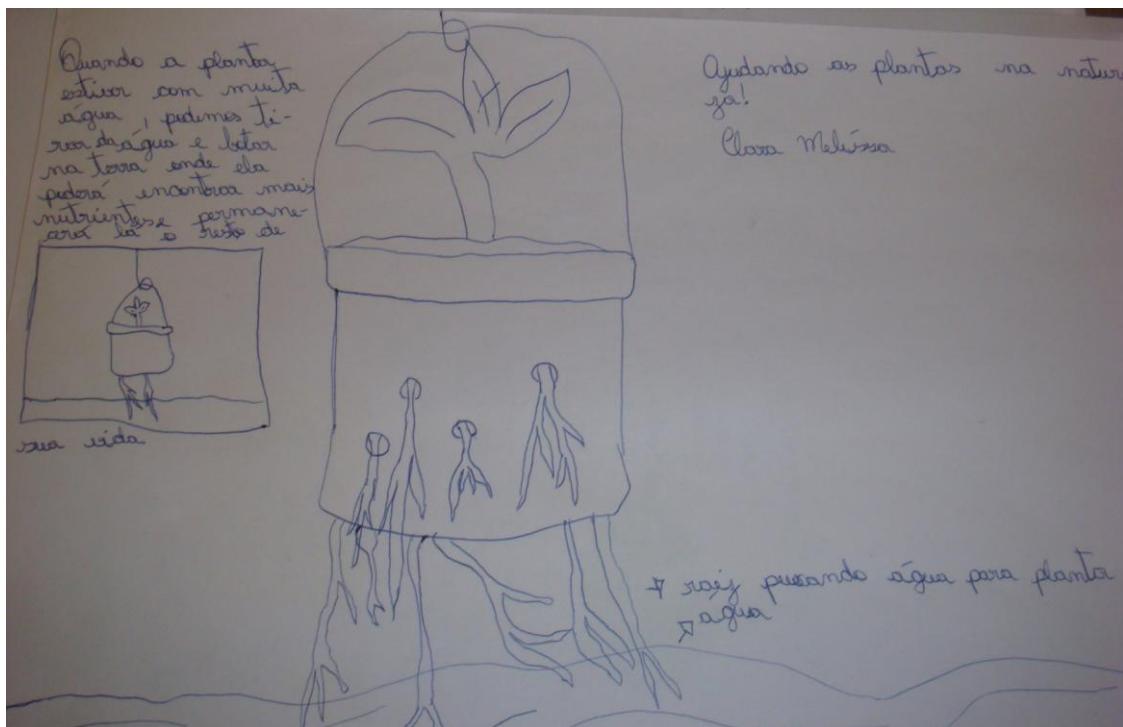
Autores como Lawson (1988), Sigurjonsdóttir e Thorvaldsdóttir (2010) indicam que a concepção dos alunos (faixa etária de 7 a 11 anos de idade) para a transformação da matéria, envolvendo a participação de vários órgãos vegetais, é limitada, quando se trata dos assuntos supramencionados (visão sistêmica). Castro (2010), apoiado em Charrier, Cañál e Vega (2006), é mais otimista ao afirmar que essa visão é estendida à medida que o ensino é direcionado para este fim, a exemplo das atividades práticas realizadas em quatro séries na COOPEC, em 2009. Nestas, as crianças puderam diferenciar as trocas gasosas da respiração e fotossíntese, bem como relacionaram a circulação de nutrientes com o gasto de energia e armazenamento nas células vegetais.

Observamos ainda o uso da forma de resposta e pensamento anteriormente relatada em situação nova de aprendizagem conceitual. Podemos exemplificar tal questão a partir da descrição, a seguir: P– Como a água e sais minerais chegam às

folhas das plantas? A1– "A raiz puxando água para a planta". P– E você como pode ajudar nesse processo na natureza? A2– "Quando a planta estiver com muita água, podemos tirar da água e botar na terra onde ela poderá encontrar mais nutrientes e permanecerá lá o resto da vida" (cf., fig.16).

Figura 16— Desenho esquemático sobre transporte de água e nutrientes em vegetal.

Aluna do 4º ano— COOPEC



Fonte: COOPEC, Central-BA, 2011

Percebemos que a noção de manejo que a criança tem é influenciada pelas aulas práticas iniciadas ainda no 2º ano do Ensino Fundamental I, em que não se disponibiliza uma discussão voltada para os fatores que interferem no desenvolvimento vegetal. Doravante, evidenciamos que as respostas espontâneas como essas, elaboradas com base na fig. 16 tendem a se aproximar do nível científico, conforme requisição de explicação mais fundamentada pelo pesquisador para o contexto da atividade prática realizada.

3.2.3 Aulas Práticas (P4) sobre estrutura microscópica do sistema de transporte e reserva (demonstrações práticas)

A partir dos registros de atividades práticas realizadas sobre a estrutura e transporte de substâncias no corpo vegetal (copo de leite e planta envasada) foram planejadas e desenvolvidas em 2012 no 5º ano da COOPEC, aulas sobre estruturas macro/microscópicas dos sistemas de transporte, células e tecido de reserva vegetal. Estas tarefas tiveram como base as observações macroscópicas feitas pelos alunos em 2011, as quais suscitaram um estudo a fim de estreitar a percepção dos alunos em relação aos assuntos supracitados.

No IV Bimestre de 2012, realizamos aulas práticas acerca de estruturas de transporte e reserva vegetal (Apêndice C, p. 308), envolvendo uma comparação entre as dimensões macro e micro celular, enfatizando este último aspecto estrutural. Esta atividade foi desenvolvida com a amostragem de lâminas prontas sobre os tecidos de transporte (xilema/vasos lenhosos e floema/vasos liberianos), de figuras de tecido de reserva vegetal contidas em livros de ciências/biologia e dos desenhos feitos pelos alunos nas aulas práticas realizadas no período de 2009-2012.

Tivemos como objetivo possibilitar aos alunos do 5º ano da COOPEC, identificação dos vasos condutores e estruturas de armazenamento de nutrientes (bolsas/vacúolos) nos vegetais. Em segundo plano, objetivamos demonstrar outros elementos celulares, interrogados por eles nas aulas práticas realizadas com o microscópio, desde o primeiro ano em que foram executadas as atividades com auxílio do referido instrumento (núcleo, envoltórios celular/parede celular, minerais acumulados), mas que não era objetivo do trabalho naquele momento.

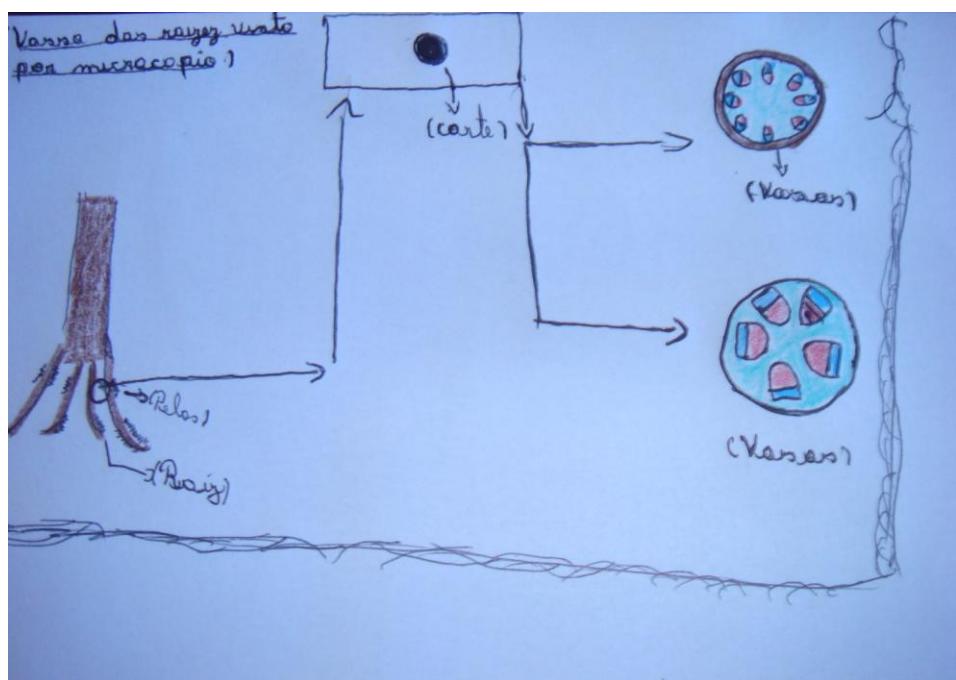
As lâminas prontas contendo cortes transversais de vasos lenhosos e liberianos foram observadas ao microscópio pelos alunos (aumento de 40X); em seguida, eles desenharam as estruturas observadas e compararam-nas com figuras dos referidos livros didáticos. Eles concluíram que os vasos mais internos são como "canudos" de refrigerante mais largo que levam a seiva bruta até a folha, enquanto os mais externos se assemelham a "canudos" mais finos que trazem a seiva fina para todas as partes do corpo do vegetal. Observamos o uso de analogias estrutural e funcional pelos alunos do 5º ano, tendo em vista a contribuição dos meios

utilizados pelo pesquisador nas aulas teórico-práticas para que as que elas pudessem ampliar a compreensão sobre a circulação da seiva nos vegetais.

Mediante os exemplos e figuras referenciados no nível macro, que tratam da acumulação de substâncias de reserva de água (caule da barriguda, umbuzeiro jovem, mandacaru) e nutrientes (batata, mandioca), foi possível levar os alunos a compreenderem melhor como ocorre o armazenamento de nutrientes em plantas. Estes são conceitos que fazem parte das vivências das crianças da COOPEC, os quais possibilitam a aquisição de uma visão mais concreta acerca do transporte de nutrientes através de pequenos canais (vasos microscópicos), para depois serem armazenados no corpo da planta (raiz, caule, folha) em bolsas (vacúolos) que asseguram a referida função. Com isto, foi possível depreender que, após a identificação dos aspectos celulares supramencionados pelas crianças, a apropriação de conceitos abstratos que envolvem a interação de fatores para transporte, fotossíntese e crescimento no nível micro pode ser iniciada ainda no Ensino Fundamental I, num processo gradativo passando por três caminhos: 1) A busca de referentes externos para o assunto (nível macro); 2) Aulas práticas sobre os referentes externos; 3) Demonstração de estruturas (nível micro, fig.17) que realizam as referidas funções vitais.

Figura 17– Demonstração prática dos vasos lenhosos (xilema) e liberianos (floema).

Aluno do 5º ano— COOPEC



Fonte: COOPEC, Central-BA, 2012

Os alunos observaram os cortes ao microscópio com auxílio de figuras de livros, especialmente Amabis e Martho (2004), e com base nas explicações do pesquisador, fizeram desenhos relacionados à absorção de seiva bruta pela zona pilosa da raiz, o deslocamento da mesma para cima pelo xilema mais interno e para baixo, da seiva elaborada pelo floema, mais externo. Perceberam por intermédio do cintamento (anel) observado na experiência diária (experimento descritivo) e de figuras de livros de biologia, que o floema é mais externo e o corte circular no vegetal bloqueia a descida dos nutrientes produzidos pelo mesmo através da fotossíntese. Os vasos que constam na parte superior direito da figura são resultantes da observação da lâmina microscópica (corte), enquanto os que estão na parte inferior, foram descritos conforme as ilustrações das fontes já referidas.

Os alunos destacaram a posição dos vasos e questionaram acerca da quantidade dos vasos observados ao microscópio, a largura e paredes externas deles, se os dois tipos de vasos chegam à folha, conforme observação da folha em seu aspecto macroscópico (nervuras). O pesquisador pediu a opinião dos alunos sobre as questões levantadas e eles afirmaram que os vasos lenhosos devem ser mais fortes porque transportam a seiva bruta (pesada) e também por conta das substâncias precisarem de mais força para subir para as folhas do vegetal contra o peso do ar; enquanto, os vasos que deixam a seiva produzida pela fotossíntese descer devem ter paredes mais finas porque os nutrientes são jogados para baixo a favor do ar, conforme o excerto: A1– [...] "*esses nutrientes são filtrados numa peneirinha que vimos no microscópio e depois no livro que o professor mostrou para poder não cair de vez nas partes da planta que precisa se alimentar (caule, folha...)*". Outros alunos (A2/A3/A4) acrescentaram ainda que esses nutrientes são distribuídos para as células e se lembram que dentro delas eles se movimentam em ciclo (ciclose), como foi visto em uma das aulas práticas realizadas com vegetais (lírio).

A ciclose é um conceito adicional para os alunos, pois o professor pode acrescentar nas suas aulas a explicação sistêmica para o transporte de nutrientes no vegetal. Assim, as substâncias tanto se movimentam fora das células (entre tecidos ou dentro de vasos) como meio para chegar até elas, quanto se deslocam internamente de modo a possibilitar o seu funcionamento. Por outro lado, os materiais não necessários às células devem sair delas e se deslocar entre os tecidos

para as folhas (gás carbônico e excesso de água liberado pelos estômatos). Os nutrientes que a célula não usa em determinado momento são armazenados em órgãos de reserva (vacúolos das células).

Destacamos três pontos relevantes decorrentes da finalização das aulas práticas sobre o transporte de nutrientes em vegetais: vitalismo, finalismo e uso de analogias estrutural e funcional associadas. No primeiro e segundo aspectos, os alunos relacionam a forma e a força que os vasos precisam ter para fazer o transporte de seiva bruta e elaborada, ou seja, o vaso lenhoso tem de ser mais grosso e mais forte para que possa transportar a seiva bruta, enquanto o vaso liberiano deve ser mais fino e precisa de menos força para conduzir a seiva elaborada, ainda porque os nutrientes se deslocam pela gravidade. No terceiro caso, eles usam o termo "peneirinhas" em lugar da estrutura das placas crivadas, associando também o processo de filtração da seiva (distribuição) com a função de nutrição vegetal.

Ressalvamos, porém, que o funcionamento integrado de estruturas celulares, ou que seja em particular, considerando suas especificidades extrapolam o limite do Ensino Fundamental I, mas poderá ser iniciado ainda neste nível, levando-se em conta a orientação aqui apresentada, só que dando um passo a mais para além do limite conceitual observado com as crianças da COOPEC.

Inferimos, com base no excerto anterior, a conformação de uma rede conceitual (fig. 27, p. 251) em que a integração de funções vitais vegetal é visualizada nos níveis microscópico (células e tecidos) e macroscópicos (órgãos, sistemas e organismo). Além disto, se estende na relação com os fatores externos que interferem na realização das funções vitais (água, temperatura, luz e trocas gasosas). Assim, quando os fenômenos do dia a dia (macroscópicos) são explicados, ainda que parcialmente, tendo como base os aspectos microscópicos significa que os conceitos escolares estão sendo elaborados. Inicia-se um esclarecimento abstrato para um evento concreto (espontâneo).

O conhecimento geral de biologia celular (estrutura) adquirido pelos alunos contribui para a assimilação do conceito de função vital de plantas, envolvendo sistemas. Este ponto de vista está de acordo com a visão defendida por Yorek, Sahin e Ugulu (2010) ao afirmarem que o aumento do conhecimento dos alunos sobre a estrutura, tamanho e funcionalidade celular pode ser verificado em crianças no Ensino Fundamental I. Com base nestes autores, destacamos três aspectos

fundamentais que podem contribuir para apreensão sistêmica dos alunos com referência aos conceitos de estrutura e função vital vegetal, a saber:

- 1) observações microscópicas e da exploração de figuras dos livros didáticos e internet com ultra-estruturas celulares;
- 2) contextualização do papel desempenhado por diferentes elementos das células com questões vivenciadas por eles como digestão, energia, produção e armazenamento de alimento;
- 3) explicação dos referidos assuntos do dia a dia, tendo como base a interação entre os órgãos e sistemas que compunham o corpo das plantas.

À luz do pensamento destes autores, asseguramos, portanto, que o conceito de estrutura e funcionalidade celular poderá ser construído gradualmente desde o 2º ano escolar. Entretanto, sua edificação só será possível à medida que o papel da interação entre os órgãos e sistemas que compunham o corpo das plantas for internalizado no intelecto da criança. Para isto, as aulas com auxílio do microscópio devem ser efetuadas em sintonia (complemento) àquelas que antes foram ministradas, enfatizando os aspectos teóricos dos conteúdos, ou seja, as aulas ministradas pelas professoras da COOPEC.

3.3 FUNÇÕES VITAIS DE ANIMAIS

Segundo Castro (2010) e Castro e Bejarano (2012a, 2012c, 2012d; 2013a, 2013b), de uma forma geral, as crianças com idade inferior a 10 anos têm visão ingênuas sobre a digestão dos animais. Eles pouco usam o conhecimento escolar para explicar termos como digestão, nutrição e distribuição de nutrientes para o organismo humano, por exemplo. O ensino tem a contribuir para ampliação dos saberes espontâneos nessa faixa etária, desde que seja desenvolvido obedecendo ao nível de desenvolvimento da criança. Para isto, é preciso considerar que, mesmo após a referida idade, ela pode apresentar visão incompleta a respeito do funcionamento do sistema digestório e sua integração funcional com outros sistemas orgânicos. Contudo, há indícios de conhecimentos científicos nessa área a partir dos 10 anos, quando elas já percebem que os alimentos digeridos inicialmente no

sistema digestório (ser humano) são distribuídos para o corpo pelo sangue, e fazem conexão com os demais sistemas orgânicos (respiratório, circulatório, excretor etc.).

Estes autores afirmam que o aumento dos saberes específicos dos alunos, no que tange às etapas da digestão, metabolismo, enzimas, atividades vitais sistêmicas e interações (crescimento, respiração, excreção...) fica atrelado à realização de um ensino direcionado para a formação de tais conceitos, em que as experiências e tarefas propostas possibilitam uma nova compreensão para as crianças em relação ao fenômeno digestório. Ressaltamos, porém, que os referidos conhecimentos só podem ser ensinados para crianças maiores (4º e 5º ano) por conta de terem a cognição mais desenvolvida do que as crianças do 2º e 3º ano.

No início da nossa investigação, os alunos apresentaram muitos exemplos nas aulas ministradas pelas professoras, atribuindo vida somente ao coração, sangue e estômago. Na visão deles, esses órgãos recebem diretamente os alimentos e nutrientes numa relação direta (intestino-sangue-coração). Esta questão faz parte do imaginário das crianças e dos conteúdos do seu cotidiano próximo que foi aprofundada com a realização de aulas práticas, no período de 2010-2012.

Nesse período, foram realizadas as seguintes atividades práticas: Identificação de amido nos alimentos e a digestão do amido (2010); A alimentação e nutrição das crianças da COOPEC (2011); Identificando o gás carbônico e a interação das funções vitais em animais (2012). As aulas desenvolvidas pelas professoras com referência à temática energia, na sua relação com a locomoção, contribuíram para o aumento da percepção dos alunos quanto à importância dos alimentos e nutrientes para a composição e funcionalidade das diferentes partes do corpo humano.

3.3.1 Aulas Práticas (P2) sobre identificação do amido nos alimentos e a digestão do amido

A partir do levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos da COOPEC em 2009 e dos registros de aulas teórico-práticas ministradas pelo pesquisador nesse ano, foram planejadas e desenvolvidas na referida escola (turma de 2º ano), aulas sobre a identificação de nutrientes e a digestão do amido, em 2010. Estas aulas fazem parte das atividades que constam no subprojeto de pesquisa intitulado "as funções vitais de animais".

As experiências com o amido tiveram como objetivo, de uma forma geral, identificar e relacionar as transformações do amido no organismo humano, bem como o papel dos órgãos do sistema digestório em relação à digestão deste carboidrato.

As aulas práticas com o amido motivaram a curiosidade dos alunos do 3º ano do Ensino Fundamental I da COOPEC em relação à digestão de alimentos que contém esse nutriente no organismo humano. Os materiais usados na primeira aula prática (identificação do amido) foram os seguintes: açúcar, sal, farinha de trigo e tapioca, iodo em solução, colher, prato e quatro copos plásticos com etiqueta. Os procedimentos trabalhados foram os seguintes: colocamos uma colher de cada alimento no prato, formando montinhos separados; observamos a cor natural do iodo; com o conta-gotas, pingamos uma gota de iodo em cada alimento. A mudança de cor nos alimentos abaixo indica a presença de amido:

QUADRO 4– Identificação do amido nos alimentos, alunos do 3º ano

Alimentos com ou sem amido		
Alimento	Sim	Não
Farinha de trigo	X	
Sal		X
Açúcar		X
Tapioca	X	

Fonte: COOPEC, Central-BA, 2010.

Com esta prática, identificamos os alimentos que contêm amido e discutimos a importância deste açúcar para alimentação humana e para a regulação das suas funções vitais. Trata-se de uma aula prática introdutória para o assunto digestão humana.

Na sequência experimental, para a segunda prática (digestão do amido), tivemos como materiais, o seguinte: dois tubos de ensaio, iodo, dois copos plásticos, colher, água e farinha de trigo. Utilizamos uma colher para misturar no copo um pouco de farinha de trigo com água. Colocamos partes iguais dessa mistura nos tubos de ensaio identificados com A e B. No tubo B, acrescentamos saliva (em média de $\frac{1}{4}$ da solução de amido). As crianças participaram na construção destas etapas (fig. 18a, b, c, d).

Figura 18a– Experimento sobre identificação do amido - Teste 1



Figura 18b– Experimento Identificação do amido - Teste 2



Figura 18c– Experimento sobre a digestão do amido (iodo+amido) – Tubo 1



Figura 18d– Experimento sobre a digestão do amido (iodo+amido+ saliva)– Tubos 1 e 2



Fonte: COOPEC, Central-BA, 2010

Os alunos do 3º ano da COOPEC interrogaram sobre os seguintes aspectos: A mudança de cor do amido quando na presença da saliva e iodo; A relação da saliva com a digestão desse açúcar; O tempo de digestão e a quantidade de amido; As diferenças entre amido e açúcar comum; A relação entre açúcar e aquisição de verme pelo ser humano. Ao responder essas questões, o pesquisador enfatizou acerca da importância dos hábitos alimentares saudáveis, da interdependência funcional dos diferentes órgãos do sistema digestório, bem como a transformação dos alimentos em nutrientes que ocorrem sob a presença de substâncias especiais produzidas por esse sistema (enzimas).

O pesquisador continuou problematizando os questionamentos supramencionados dos alunos para questão do papel dos nutrientes no organismo

humano da seguinte forma: um servente de pedreiros ajuda a construir casas e precisa para isto de bloco, cimento, areia, água etc.; o corpo de um animal (células, tecidos, órgãos e sistemas) é como uma casa, logo carece de algum material para sua formação desde o nascimento e para manter a sua estrutura durante toda a vida; esses são os nutrientes adquiridos na digestão dos alimentos.

Alguns alunos acrescentaram a questão das doenças do sistema digestório, bem como relacionaram o papel do pâncreas e das glândulas salivares quanto à produção de substâncias que auxiliam na digestão (indícios de compreensão sobre função sistêmica). Contudo, eles ainda não conhecem o conceito de enzimas. No geral, eles falam em ácidos no estômago, em água que facilitam a digestão (conceitos espontâneos). Eles usam um conceito escolar (ácido), mas num nível espontâneo e ainda como substituição ao conceito de enzima, ou seja, não tem o significado do termo interiorizado.

Inferimos que a dificuldade de apropriação dos conceitos pelos alunos como enzimas, digestão, nutrição, glândulas, entre outros, está relacionada a pouca experiência deles com assuntos relacionados à transformação da matéria e fenômenos vitais. A falta de aulas direcionadas para percepção do ser humano como um todo, de vivências com animais no seu dia a dia, tanto no convívio com eles, como no uso na alimentação repercutem na limitação da aprendizagem da estrutura e funcionalidade dos sistemas orgânicos humanos.

Autores como Banet e Nuñes (1989), Teixeira (1999, 2000, 2004), Cunha e Justi (2008), Castro (2010) e Castro e Bejarano (2013a, 2013b; 2012a, 2012c, 2012d) asseguram que algumas crianças da escola primária são capazes de perceber a transformação física dos alimentos no sistema digestório. No entanto, elas são incapazes de perceber as alterações nas propriedades químicas dos alimentos, sendo que isto dificulta a apreensão do funcionamento integrado do mencionado sistema. Segundo Teixeira (2004), essa dificuldade está atrelada ao ensino que considera apenas os caracteres externos e atributos visíveis do corpo humano, ao invés de propiciar aulas voltadas para os atributos não visíveis em nível de funcionamento (coração, estômago, esqueleto...), os quais as crianças são habilitadas para reconhecer, desde cedo (2º ano).

Outro fator que dificulta a aquisição de formas mais elaboradas de conhecimento pelas crianças em relação à digestão é o não reconhecimento da estrutura e propriedades dos alimentos e nutrientes. Isto implica quase na

impossibilidade de elas formarem um conceito para algo não caracterizado. Por isso, nas atividades práticas executadas na COOPEC em 2010, demos atenção para as diferenças entre diversos tipos de alimentos e seus nutrientes constituintes, a exemplo de açúcar (mel, cana, milho), gorduras, proteínas, dentre outros. Associamos suas características às suas funcionalidades no aparelho digestório tendo como base os órgãos conhecidos por eles, de modo que suscitamos a curiosidade e a intuição deles em relação a esses assuntos, as quais tomamos como ponto de partida para planejamento das aulas práticas para 2011.

Os “tabus alimentares” (se alimentar de açúcar contrai verme, o que não mata engorda, os vermes só causam doenças às pessoas desnutridas...) podem ser um obstáculo para o ensino de conceitos escolares, pois estão arraigados na cultura das crianças. Por isso, acreditamos que uma base mínima de conteúdos de ciências bem sedimentada pelo professor é fundamental para o ensino dos conteúdos de funções vitais de animais nas séries que seguem. No geral, observamos um retorno às respostas livrescas ou espontâneas após a realização das experiências, sendo que isto denota a dificuldade inerente à realização de um ensino voltado para formação e compreensão de conceitos da criança, envolvendo conteúdos abstratos (funções vitais e integração de sistemas orgânicos), na escola COOPEC.

Por essa razão, percebemos a necessidade de realizar em 2011 uma atividade teórico-prática, a fim de possibilitar uma familiarização dos alunos com os aspectos da estrutura e funcionalidade dos sistemas orgânicos do corpo humano (circulatório, respiratório, excretor e nervoso). Outrossim, atentamos também para a interação funcional entre os referidos sistemas, tendo o digestório como elemento central (ver rede conceitual, p.253).

3.3.2 Aulas Práticas (P3) sobre alimentação e nutrição das crianças da COOPEC

A partir dos registros das aulas práticas realizadas sobre a identificação de nutrientes e a digestão do amido na COOPEC, em 2010 foram planejadas e desenvolvidas na referida escola (turma de 4º ano) aulas práticas sobre o uso de nutrientes pelos próprios alunos. Estas atividades foram desenvolvidas no 4º semestre de 2011, tendo em vista estender a interação funcional da digestão com a circulação, respiração e trabalho do organismo (órgãos) em relação ao crescimento

humano. Estas aulas envolveram aspectos como a observação do rótulo de alimentos, a ingestão do alimento, as transformações básicas dos alimentos, as demandas energéticas e estruturais e o papel dos sistemas orgânicos do ser humano no uso do alimento/nutriente.

Estas aulas tiveram como objetivo identificar e analisar o conhecimento dos alunos da COOPEC (4º ano), acerca dos nutrientes que eles consomem, considerando os processos e interações sistêmicas em relação ao estado de nutrição do organismo (criança), considerando gastos, componentes químicos e qualidade da alimentação deles.

Essas atividades práticas constam de momentos individuais e coletivos. Os alunos desenvolveram os 10 itens (cf., atividade de pesquisa abaixo), orientados pelo pesquisador e acompanhados pela professora regente; socializaram os itens pesquisados com a professora e colegas; formularam suas curiosidades, apresentando-as em sala de aula. O pesquisador interagiu com a turma trazendo também suas indagações. Essas foram selecionadas no quadro de giz, registradas em folha de resposta; em seguida, explanadas e debatidas com os alunos.

Atividade de Pesquisa - Nutrição e Sistemas Integrados Humanos (Alimentação da Criança)

- 1) Anotar os alimentos consumidos num dia/semana;
- 2) Classificar os alimentos em plásticos, energéticos, reguladores ou completos (mistos);
- 3) Mencionar os nutrientes contidos nos alimentos anotados;
- 4) Trazer rótulos relacionados aos nutrientes alimentos/nutrientes consumidos;
- 5) Pesquisar a composição/quantidade de nutrientes do corpo humano (percentual);
- 6) Calcular/contar as calorias contidas nos alimentos/nutrientes consumidos por dia;
- 7) Para onde vão os alimentos no seu organismo (corpo)?;
- 8) Como os alimentos/nutrientes são gastos no seu corpo?;
- 9) Quantas calorias você gasta nas suas atividades por dia?;
- 10)Como está a sua alimentação?

Os materiais utilizados para esse trabalho foram: rótulos de alimentos, livro-texto de ciências e tabelas nutricionais. O excerto a seguir ilustra as concepções de um dos alunos do 4º ano da COOPEC (depoimento) sobre a digestão e funcionalidade dos nutrientes no organismo humano, no início dessa fase de trabalho empírico:

Pesquisador (P) – Por que a gente tem que comer uma variedade de alimentos?

Aluno (A1) – *"Para compor a nutrição"*.

Pesquisador (P) – Essa nutrição é composta por quais nutrientes?

Aluno (A1) – *"Sais minerais, açúcares, gorduras, proteínas, vitaminas [...]"*.

Pesquisador (P) – O que acontece com esses nutrientes no seu corpo?

Aluno (A1) – *"Energia"*.

Pesquisador (P) – E mais o quê?

Aluno (A1) – *"Sustentação [...] Cálcio, proteínas, gorduras? Vitaminas?"*

Essa última resposta denota que um limite para internalização de um conceito pode ser superado, como por exemplo, para as funções que os nutrientes exercem no corpo, caso o ensino seja direcionado para tal finalidade. Evidenciamos um aumento na explicação dos alunos, com respostas mais lógicas, implicando numa melhor distinção e relação entre causa e efeito, envolvendo os fenômenos e objetos, sendo que respostas parecidas foram apresentadas por outras crianças (depoimento). Isto nos apoia na compreensão de que o pensamento por complexo começa se ascender ao conceitual. Exemplificando a causa x efeito, temos que a energia é proveniente da transformação de nutrientes no organismo humano, entretanto, as interações sistêmicas e processos envolvidos são questões que, para serem atingidas, demandam um maior desenvolvimento biológico da criança associado ao aumento de experiências escolar e cotidiana.

No 4º ano, no final da tarefa prática, surgiram curiosidades novas em relação às questões de pesquisa (10). Os alunos informaram que para saber a quantidade de nutrientes na célula, além das percentagens observadas nos livros, pode também se medir melhor a quantidade de alimento consumido (porções), relacionar a falta de nutrientes às doenças e aos maus hábitos alimentares. Eles reconhecem e descrevem também o fluxo de nutrientes pelo corpo entre os sistemas circulatório (coração, veias), levando as substâncias para as células, a eliminação de sais pela

pele e urina e de gás carbônico pelos pulmões, bem como as funções exercidas pelos nutrientes na célula, mas têm dificuldades de sistematizar os conceitos adquiridos sobre funcionamento do corpo, de forma integrada ou relacionada com o crescimento físico.

Inferimos que os alunos, de uma forma geral, apresentam indícios de compreensão das interações sistêmicas do corpo humano ao relacionar a quantidade do alimento que ingerem à exigida para manter a célula funcionando; às doenças aos maus hábitos alimentares etc. Isto significa um ponto de partida para que no Ensino Fundamental e nos anos que se seguem seja viabilizado um ensino que possibilite a internalização de processos que fazem parte dos fenômenos vitais humanos. Assim, estaremos contribuindo para a superação da visão nesse trabalho apresentada a respeito das dificuldades no desenvolvimento conceitual das crianças nessa área.

Os alunos reforçam o pensamento ora colocado ao afirmar que os nutrientes são transformados e mantidos no corpo para garantir a vida. Todavia, eles desconhecem a forma como é feito esse controle ou reposição (processo). O pesquisador indagou sobre essa questão e obteve como perguntas ou respostas de um dos alunos, o seguinte: acho que será sentindo fome? Tem haver com o controle do sistema nervoso ou DNA²⁵? Essas são questões limítrofes para serem assimiladas pelas crianças, por isso, precisam desde cedo ser ensinadas, gradativamente, na escola, mas obedecendo ao desenvolvimento cognitivo das crianças.

As questões ou formas de conhecimento apresentadas até aqui serviram de base para analisar os itens da atividade de pesquisa, com mais profundidade e especificidade no 5º ano (2012), considerando que durante essa fase de pesquisa, os alunos devem ampliar o conhecimento conceitual acerca do funcionamento do organismo humano: P- Quantos e quais sistemas trabalham juntos no seu organismo? O que eles fazem no nosso corpo? Como um ajuda o outro para manter o corpo bem? Quais são os vasos que levam os nutrientes para o corpo e os que retiram as impurezas? Todos os órgãos do corpo gastam a mesma quantidade de energia? Quando sentimos fome? De onde vêm o suor, a urina e gás carbônico

²⁵ Ácido Desoxirribonecléico (**grifos nossos**).

produzidos no organismo? Quem controla as funções do nosso corpo e como ocorre este processo?

Para fins de verificar o nível de compreensão dos alunos da referida turma acerca das questões (4º ano) elaboradas pelo pesquisador anteriormente, em bloco (coletivo), analisamos as seguintes afirmações deles (depoimentos):

P– Como é gerado o gás carbônico no organismo?

A2– "Pulmão".

P– Como esse gás chega ao pulmão?

A2– "Ele vem pelo sangue no nosso corpo".

P– Por onde?

A2 – "Do nariz".

P– Mas não tem sangue no nariz.

A2– "Vem de todo corpo [...] haha"!

P– Se vem de todo corpo (dedão do pé à cabeça), de onde o sangue tira o gás carbônico?

A2– "Da atmosfera".

P– Mas nós respiramos é o oxigênio.

A2– "Pensou [...] então, não sei [...]".

P– Como os alimentos chegam ao sangue?

A2– "Digeridos no estômago e intestino".

P– Em que são transformados os alimentos (boca, estômago e intestino)?

A2– "Em nutrientes".

P– Quais?

A2– "Proteínas, açúcares, vitaminas e sais minerais".

P– E gorduras?

A2– "Gorduras não, entopem as paredes das artérias".

P– Mas precisamos de um pouco de gordura [...]

A2– "Sim".

P– Para onde vão esse nutrientes no seu corpo?

A2– "Membros, coração, pulmão, músculos e cérebro".

P– E mais para onde?

A2– "Para as células destes órgãos".

P– O que ocorre com esses nutrientes dentro das células?

A2– "São transformados em energia que nosso corpo precisa, e, quando gastos, sentimos fome [...] o organismo manda a gente comer mais [...]".

P – Quem controla isso?

A2– "O cérebro".

P – A parte voluntária ou involuntária, por quê?

A2 – "*Involuntária porque não depende da nossa vontade*".

P – Chegamos ao cérebro e não entendemos de onde vem o gás carbônico [...]

P – Então, os alimentos digeridos no estômago e intestino geram gases e os restos viram fezes [...] a parte boa (os nutrientes) vão para as células, onde são transformados e geram restos, gases [...] os rins ajudam filtrando o sangue, com os restos da digestão dentro da célula, então de onde vem o gás carbônico? E para onde vão os outros restos?

A2– "Ah! Vem de dentro das células e o sangue leva para os pulmões e os outros restos saem pela urina [...]".

P – Então, agora sabemos de onde vem o gás carbônico?

A2– "Sim".

O aluno A2 não abstrai que o gás carbônico vem da digestão intracelular dos nutrientes orgânicos (proteínas, gorduras, açúcares...) e que são transportados dos tecidos para os pulmões através do sangue. Contudo, ele comprehende os conceitos relacionados à transformação e transporte de nutrientes no corpo humano, tendo a compreensão sobre a origem do gás carbônico após a intervenção feita pelo pesquisador; portanto, podemos reforçar a importância da mediação realizada num trabalho acerca de formação de conceitos, a exemplo de conteúdos abstratos, como a digestão dos alimentos e a interação de órgãos vitais exigidas para o funcionamento do organismo humano.

Uma evidência de que os alunos estão em fase de elaboração de pensamento ocorre quando eles sabem da importância dos nutrientes para o corpo humano, mas concebem que o alimento que provoca doenças não é necessário para o organismo. Atinente a isto, eles afirmam que as gorduras entopem as paredes das artérias, podendo levar a pessoa à morte. Sublinhamos que para o professor explicar os conceitos de artéria, alimento/nutriente, doença, gordura e morte é preciso uma conexão de conceitos referentes a diversos órgãos do corpo humano. Este é mais um exemplo que apoia o ponto de vista de que o estudo sobre

o funcionamento integrado do corpo humano pode ser iniciado desde cedo com as crianças, ainda no Ensino Fundamental I.

Os alunos do 4º ano reconhecem os órgãos do corpo humano e suas respectivas funções, mas a explicação para interações e processos é dada de forma livresca ou espontânea porque depende de um maior aprofundamento no ensino dos conteúdos nos anos posteriores. Mesmo após a explicação do pesquisador para os itens elencados anteriormente, algumas dificuldades permanecem nos alunos em relação ao funcionamento integrado do organismo humano. Isto é notado nas respostas para as últimas questões, porém é observado que com auxílio do pesquisador, eles conseguem emitir uma resposta satisfatória para tais quesitos ao nível de integração funcional, a exemplo da origem do gás carbônico, conforme a descrição anterior.

A compreensão dos alunos acerca da origem do gás carbônico na sua relação com a digestão, circulação do sangue, excreção, trocas gasosas e respiração celular evidencia um novo nível conceitual para o qual o ensino deve ser mobilizado. Estende aquela visão limitada da criança, em que ela apenas explica algumas questões como quantidade de alimento e absorção de nutriente pela célula e desnutrição e doença. Encontramos apoio para esse ponto de vista em autores como Lawson (1988), Castro (2010) e Castro e Bejarano (2012a, 2012c, 2012d; 2013a, 2013b) que, apesar de relacionarem obstáculos para a aquisição de conhecimento para crianças menores sobre digestão humana, afirmam que estas, após 10 anos de idade, já são capazes de conceber algumas interações e processos funcionais entre órgãos vitais do ser humano (digestão e transporte de nutrientes para célula pelo sangue, bombeamento de sangue pelo coração e organismo como unidade sistêmica funcional).

Com base em Lawson (1988), inferimos que quando as crianças mostram-se resistentes e/ou não respondem aos itens questionados, mesmo sendo ensinadas com aulas práticas, o ensino de ciências torna-se infrutífero ou desnecessário para a faixa etária delas, por não atender à Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Estas questões, para serem atingidas mais tarde, dependem de um ensino que valorize o desenvolvimento das formas de pensamento dos alunos, tanto no conteúdo como no modo da sua apresentação.

Existem assuntos e questões, como ora relatados, que estão além dos limites de assimilação atual dos alunos, mas que podem ser tratados num nível mais

simples, visando aproxima-los aos termos; outros (as) sinalizam um longo caminho a ser percorrido pelo ensino, incluindo tarefas correspondentes ao desenvolvimento cognitivo da criança (tanto específicas, como mais gerais já citadas) para que as crianças possam formalizar sua compreensão idealizada (tamanho de núcleo, organelas...).

Quando o aluno não oferece resistência e/ou responde de alguma maneira aos questionamentos apresentados em sala de aula (Apêndice B, p. 301), compreendemos que o ensino está sendo ministrado dentro da sua zona de desenvolvimento. Eles sabem, por conseguinte diferenciar alimento, nutrientes e relacionar a composição química do organismo com a da célula, relacionar energia com respiração, liberação de gás carbônico com a digestão, entre outras coisas. Este é mais um enfoque sistêmico propiciado pelas aulas práticas efetuadas pelo pesquisador. Isto denota que a função social dos conteúdos está sendo cumprida, com destaque para seu aspecto teórico e para forma pelos quais a mesma está sendo viabilizada.

3.3.3 Aulas Práticas (P4) sobre identificação do gás carbônico e a interação de funções vitais em animais (ser humano)– demonstrações práticas

A partir dos registros das aulas práticas realizadas sobre o uso de nutrientes pelas crianças da COOPEC em 2011, foram planejadas e desenvolvidas na referida escola (turma de 5º ano), aulas práticas sobre a identificação do gás carbônico e a interação das funções vitais em animais. Estas atividades foram desenvolvidas no 4º bimestre de 2012.

Realizamos em 2012 uma demonstração prática para os alunos do 5º ano da COOPEC sobre a existência do gás carbônico, com vistas a contribuir com o aumento da compreensão deles sobre o funcionamento integrado do sistema digestório em seres humanos, tendo em vista relacioná-lo com a interação funcional entre a circulação e respiração, destacando o papel biológico dos órgãos e sistemas e seus processos envolvidos. Para isto, compararamos a transformação do material usado na experiência e a relação do fenômeno biológico (respiração, circulação e digestão).

Usamos para demonstrar a origem do gás carbônico, canudos, bastão, cal (óxido de cálcio), água e copo de vidro. Colocamos 56 gramas de cal em 200 mL de

água. Misturamos a cal (óxido de cálcio) com água para formar a solução de hidróxido de cálcio, e, em seguida, pedimos a uma criança para soprar com o canudo; apareceu uma substância no fundo (precipitado) e a solução ficou turva.

Tendo em vista possibilitar uma melhor compreensão dos alunos sobre o resultado do experimento e a relação com a produção do gás carbônico e funcionalidade integrada dos sistemas orgânicos do ser humano, organizamos a seguinte situação prática:

- 1) Colocamos um copo sem soprar o ar e outro copo com o ar soprado, ambos contendo a mistura de cal e água;
- 2) Colocamos um copo só com água e pedimos a um aluno para soprar.

Explicamos que há partículas de uma matéria na água que contém cálcio (óxido de cálcio). Esta, ao se juntar com o gás, forma uma estrutura turva no recipiente, sendo que fica armazenado no fundo uma camada fina de uma nova substância produzida no meio da água (água turva). Os alunos perceberam que no copo em que o ar não foi soprado, com o passar de alguns minutos, a água ficou turva, enquanto naquele em que não havia colocado a cal, mesmo ao soprar, tal substância não foi formada.

Retomamos a discussão iniciada no 4º (quarto) ano a respeito da funcionalidade integrada do corpo humano com a digestão, da seguinte forma: a cal reage com o gás carbônico que veio dos nossos pulmões. Esse gás veio das nossas células, certo? Como é que ele é formado lá dentro? E como chega aos pulmões?

A partir de tal experimento, discutimos sobre a existência do gás carbônico; relacionamos a origem e deslocamento dele no corpo até ser expirado, considerando os processos envolvidos (mecânicos), bem como a relação do gás carbônico com as trocas gasosas realizadas pelos animais em geral e plantas (fig.19).

Figura 19- Experimento sobre a identificação do gás carbônico



Fonte: COOPEC, Central-BA, 2012

Em relação ao referido experimento, os alunos questionaram se todos os animais formam o gás carbônico em mesma quantidade. De que depende essa produção? Se compararmos um sapo, um inseto e uma criança, quem produz mais estas substâncias. Como saber disto? Como localizar o gás carbônico nas plantas? Tem plantas que produzem mais esse gás do que outras? As que produzem mais esse gás produzem mais oxigênio? Informamos às crianças que é preciso pesquisar mais sobre estes assuntos e que deve haver uma forma de medir/comprovar estas questões, mas que não era o objetivo a ser alcançado no momento. Percebemos um aumento na especificidade dessas últimas proposições emitidas pelos alunos, após as aulas práticas ministradas sobre o gás carbônico, o que indica que são questões que podem ser tratadas nas séries que seguem, inclusive atentando para a necessidade de contribuição de outras disciplinas, a exemplo da matemática, física e química.

Após a realização da atividade e das explicações correspondentes (Apêndice C, p. 308) para as questões apresentadas pelos alunos, perguntamos-lhes sobre o que ocorreu com o gás que sopravam e por que formou a substância no fundo do copo? Por que a água com cal ficou turva? A1- "*Seria por causa do gás carbônico aproveitado pelo fígado para eliminar a ureia [...]*". Esse gás existe porque se junta com a substância da água e formou uma outra substância no fundo que não existia

antes. Eles perceberam que tal fenômeno foi decorrente da respiração e retrucaram, comparando a respiração de animais grandes com pequenos, unicelulares e pluricelulares pequenos. Percebemos uma extensão do uso de conceitos para explicar outras situações que excedem a sala de aula, o que confere uma maior generalização conceitual.

Esse foi nosso limite para este tipo de compreensão conceitual porque envolvem explicações de conteúdos muito específicos para serem ensinados no Ensino Fundamental I, como taxa metabólica, adaptação²⁶, reações químicas as quais apenas podem ser apresentadas aos alunos se o objetivo não for de aprofundamento de conteúdos, e sim apenas de possibilitar ao aluno o conhecimento sobre a origem do gás carbônico (CAMPOS; NIGRO, 1999).

Contudo, sublinhamos que, quando o aluno faz a relação entre o uso do gás carbônico e liberação da ureia pelo fígado, está associando um fenômeno interno do corpo humano, em que seu resultado pode ser expresso mediante o referido experimento. Isto denota que ele está apto para iniciar a concretização de um evento abstrato, porém, cabe destacar que, para tal, o ensino precisa propiciar uma explicação correta para o assunto. Em outras palavras, o estudante afirmou que a substância turva foi formada pelo gás carbônico, deixando a água turva do mesmo jeito que a ureia deixaria, formando uma imagem para ela a partir do evento observado.

Concordamos com Yorek, Sahin e Ugulu, (2010) que asseguram que a contextualização referente ao funcionamento de estruturas em nível celular com questões do dia-a-dia (digestão, energia, produção e armazenamento de alimento, doenças) contribui para compreensão das interações funcionais do corpo humano. Mas acrescentamos, pelo exposto, que essa relação tem que ser iniciada do aspecto macro (fígado, intestino, estômago) para o micro (células), pois estes aspectos são mais próximos da experiência diária das crianças.

Percebemos, com isto, que não basta mostrar as estruturas micro ou macro celulares às crianças ou mencionar sua funcionalidade, o que precisamos é mobilizar as ações externas baseadas nessas estruturas e funções para explicar os conteúdos e responder as dúvidas ou questões levantadas por elas. Assim, as

²⁶ Adaptação. (Do lat. adaptare, 'adaptar'). Modificação estrutural, bioquímica ou funcional de organismo em consequência de mutação (sempre accidental, nunca procurada ou intencionada), tornando-o mais aptos ou adequado às condições de vida local (SOARES, 1993, p.8).

ações dos alunos puderam estar voltadas para o concreto na direção do abstrato através do uso de microscópio ou de experimentos, e para o abstrato na direção do concreto ao tomar como ponto de partida os aspectos funcionais dos conteúdos, os quais eles aprendem na escola ou no ambiente em que vivem. Desta forma, possibilitamos que crianças se apropriassem dos conceitos ensinados, considerando suas diferentes potencialidades de aprendizagem.

Na interação entre pesquisador e alunos nas aulas teórico-práticas, percebemos avanços na compreensão deles na fala, na escrita, esquemas e desenhos, sendo que as explicações dos alunos para os fenômenos observados (concreto e abstrato) se mostraram para além dos conteúdos expressos no livro didático. Em outras palavras, a explanação apresentada no livro didático não consegue explicar as questões apresentadas pelo pesquisador e alunos, que precisam ser aprimoradas com o uso do microscópio e de experimentos, bem como ser melhor direcionadas para responder tais questões. Para isto, exploramos também as figuras de livro didáticos, além das desenvolvidas pelos alunos para auxiliar no esclarecimento dos assuntos. As aulas do pesquisador se tornam diferentes daquelas em que o professor apenas repete o livro didático, muitas vezes, sem nenhuma relação com os conhecimentos adquiridos previamente pelos alunos, como ponto de partida para formação de conhecimentos mais complexos, dentro de um sistema conceitual.

CAPÍTULO IV

4 O DESENVOLVIMENTO CONCEITUAL DOS ALUNOS DA COOPEC

Analisamos o desenvolvimento conceitual dos alunos da COOPEC no período de 2009-2012 em relação aos seguintes aspectos: micro-organismos/células, funções vitais de animais e plantas. Para cada um destes aspectos, consideramos quatro níveis de conhecimento (C1 a C4), sendo que os conteúdos correspondentes a tais níveis envolvem conceitos espontâneos e científicos desenvolvidos ao longo do referido período, em que destacamos na sucessão deles, os conteúdos e os processos (formas) como principais elementos do nosso estudo. Os conteúdos e processos assimilados pelos alunos foram relatados com base em questões elaboradas pelo pesquisador e por eles mesmos durante o percurso de pesquisa.

4.1 NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO DOS ALUNOS– MICRO-ORGANISMOS/CÉLULAS

4.1.1 Nível de Desenvolvimento Conceitual C1– Aulas Práticas (P1) sobre paramécio, alvéolos de limão, fibras de algodão e Aulas Práticas (P2A) sobre algas

Os alunos do 5º ano da COOPEC ao serem perguntados acerca de questões voltadas à identificação de organismos microscópicos, macroscópicos pequenos e células macroscópicas mostraram avanços nos conhecimentos em relação às primeiras aulas práticas realizada em 2009, em que eles não distinguiam tais conceitos (Apêndice b, p. 301). Eles davam exemplos de mosca, mosquito, piolho, verme, bactéria, micróbios etc. como micro-organismos. Em 2012, eles citaram apenas a formiga como ser microscópico, ou seja, classificaram como micro-organismos: fungos, bactérias, germes, células da formiga e micrório. Eles conseguiram se recordar dos organismos pluricelulares pequenos com pequeno auxílio do pesquisador, para questões, tais como: Onde vive uma pulga? E uma bactéria? Precisa do microscópio para observar uma formiga? E as células de uma formiga? Existem organismos vivos no ar, mas que não podem ser vistos a olho nu? Contudo, as crianças ainda classificaram estes seres vivos como macro células,

como no excerto: P– Você conhece organismos pluricelulares pequenos? A2– "Esqueci"; A3– "*Formiga, fios de cabelo, alvéolos da laranja, piolho, pulga, pichilinga*".

Tendo em vista analisar melhor a dificuldade na elaboração de resposta coerente para esta última questão, o pesquisador chamou atenção dos alunos para os seguintes pontos: No pelo de animal podemos ter pulga e na cabeça do ser humano, piolho (seres macroscópicos pequenos); Estes organismos têm tamanho corporal similar ao de uma formiga pequena; Existem células que são observadas a olho nu e pediu aos alunos para se lembrarem das aulas práticas sobre os assuntos. A partir disto, observamos que os alunos A1/A2/A3 afirmaram que a formiga, a aranha, e o tatuzinho do jardim são organismos pluricelulares pequenos. Quanto à identificação de macro células foi necessário um auxílio maior do pesquisador para que os alunos se lembressem dos exemplos a partir do que não é exemplo. Para isto, ele apresentou as seguintes questões para os alunos: P– E a gente faz como para ver o micro? O que a gente fez com a folha e com o corpo da formiga? Cortamos a formiga e? A1– "Esqueci tio [...]" P– A formiga, o piolho e a pulga são macro células? A1/A2/A3 não responderam a questão. P– Vocês se lembram das macro células? A3– "*Fios de cabelo, alvéolos da laranja [...]*".

Eles não conseguiram recapitular a explicação apresentada em aula prática, em que o pesquisador mostrou células de organismos pluricelulares pequenos ao microscópio (formiga) e fibra de algodão, gema de ovo e alvéolos de laranja como macro células que fazem parte de organismos pluricelulares grandes. Apenas o aluno A3 conseguiu se lembrar das macro células, mas contando com o apoio do pesquisador. Porém, esta dificuldade não configura um limite conceitual para os alunos da COOPEC porque eles foram capazes de identificar as macro células e macro-organismos pequenos em outros contextos das práticas realizadas, ou seja, mostrando os desenhos em que aparecem na ordem crescente de tamanho das micro células, organismos pluricelulares pequenos e macro células (fig.9, p. 118). Além disto, eles não foram resistentes às novas questões e/ou conceitos apresentadas pelo pesquisador tanto nas aulas práticas quanto nas entrevistas.

Segundo Castro (2010), Castro e Bejarano (2011a, 2011b, 2011c) e Castro e Bejarano (2012b), as crianças tendem a classificar todos os seres pequenos (formiga, abelha, mosca, verme...) como microscópicos, ou ainda os confundem com macro células. Por isso, percebemos que é necessária uma atenção maior do

professor em sala de aula para que possa auxiliar os alunos a iniciar uma melhor distinção entre os seres macroscópicos pequenos e as células macroscópicas. As aulas ministradas pelo pesquisador na COOPEC suscitaram um aumento significativo na compreensão dos alunos sobre a funcionalidade dos micro-organismos/células micro e macroscópicas, incluindo uma diminuição do caráter pejorativo dos micróbios²⁷. Os alunos (A1-A2) diferenciaram os seres macroscópicos pequenos dos microscópicos, usando a funcionalidades deles, como observamos na questão a seguir: P– Qual seu habitat e sua importância para o ser humano e para a Natureza?

A1– Os macros estão nas plantações, chão, solo [...] A minhoca é macro e ajuda na fertilização do solo; micro se encontra na pele de animais, em qualquer objeto que você pega; A2– Os micros são importantes também na plantação, fortalecendo o solo, dando condição para plantar e colher; ajuda os humanos: produzir para comer [...] A2– São encontrados na sujeira [...] iogurte, queijo, bebidas [...] Micróbios nos pés juntando na uva para fazer o vinho? P– Sim. A2– Medicina com remédio vacinas [...] aquele que faz o teste para ver sintomas; Natureza, limpar o ambiente.

Sublinhamos que conhecer e compreender as propriedades funcionais dos organismos mencionados contribui para minimizar as dificuldades de classificá-los, conforme foi mencionado. Contudo, não podemos priorizar a elaboração do conhecimento dos alunos somente tendo como base a funcionalidade em detrimento do ensino voltado para os aspectos estruturais dos organismos micro e macroscópicos pequenos, pois isto pode limitar a apropriação dos conceitos pelos alunos por desconsiderarem os diferentes traços da sua composição. Entendemos, a partir de Vygotsky (1991, 2010), o conceito como uma unidade que agrupa propriedades principais dos objetos/fenômenos, tanto de ordem mais geral e simples (funcional) como específica e complexa (estrutural) e vice e versa, ou seja, ora o funcional pode ser mais complexo e o estrutural mais simples.

Apesar de os alunos do 5º ano terem ampliado os conhecimentos acerca dos benefícios dos micro-organismos e na sua distinção dos seres pluricelulares pequenos, eles confundem o papel das células de defesa do organismo humano com a ação de bactérias que fazem parte da nossa flora intestinal, como ilustram as

²⁷ Micróbios– (Do gr.mikros, 'pequeno', bios, 'vida'). Etimologicamente significa seres com vida curta ou pequena longevidade (a exemplo da borboleta), mas que passou a qualificar todo e qualquer organismo que só pode ser observado com auxílio do microscópio, ou pelo menos de uma lupa poderosa (SOARES, 1993, p .287).

respostas para o item que segue: P– Como vivem, se alimentam, crescem etc.? A3– *"Dentro do corpo humano, no pelo dos animais [...]"* P– Mas "pichilinga", piolho são macroscópicos pequenos [...] P– Mas micro na pele, nos pelos de animais e no meio ambiente, como podemos ver? A3– *"Na poeira, ar, água e alimentos [...] Alguns micróbios ajudam a proteger o corpo da gente"*. P– Isto que dizer que alguns micróbios ajudam a proteger o corpo da gente, combatendo os micro-organismos? A3– *"A professora disse que os micros vivem dentro do corpo da gente que ajuda a combater os que não servem"*. P– Você sabe exemplo dos que não servem? A3– *"Eu sei dos que não servem, tipo a lombriga"*. P– Mas as lombrigas são micro-organismos? A3– *"Sim!"* P– Mas dá para ver seus ovos nas fezes, então podem ser microscópicas? A3– *"Acho que não [...]"*. P– você tem a flora intestinal composta por bactérias que ajudam na digestão dos alimentos [...] Você tem células de defesa e outros micro-organismos que ajudam ao ser humano e à Natureza. A3– *"A professora explicou que existem alguns micro-organismos que ajudam as plantas a se reproduzirem e a produzir mais com a fotossíntese"*.

Observamos que embora tenha aumentado o conhecimento sobre a funcionalidade de forma mais específica, os conhecimentos espontâneos sobre tais aspectos conceituais permanecem nas crianças. Notamos que o novo conceito apresentado e/ou adquirido por elas é passível de convivência com sua forma de pensamento anterior. Como exemplo para essa afirmação, temos que o aluno A3 comprehende e aceita que a lombriga é classificada como um organismo macroscópico e não microscópico como afirmava antes da realização das aulas práticas, ou mesmo ter suas proposições postas à prova. Ressalvamos para tanto, a importância do conflito cognitivo estabelecido pelo pesquisador em relação às respostas apresentadas pelo referido aluno. Contudo, verificamos que o finalismo parece diminuir com o aumento da compreensão dos alunos sobre a funcionalidade dos seres vivos microscópicos/células em relação ao período (C1 a C4) em que tiveram contato com esses conteúdos nas aulas teórico-práticas ministradas pelo pesquisador nesse período.

O uso da funcionalidade como meio que favorece a ascensão do pensamento conceitual dos alunos é defendido por autores como Jone e Rua (2004) e Sforni e Galuch (2006). Contudo, assinalamos que crianças podem usar a funcionalidade num nível espontâneo, principalmente, para as questões limítrofes para as quais elas têm dificuldades de formular respostas concretas.

Em relação ao habitat e hábito de vida dos micro-organismos, ou mesmo os macro pequenos, os alunos associam o habitat à alimentação. Podemos verificar essa afirmação no item a seguir. P- Como vivem, se alimentam, crescem etc.? Como resposta, tivemos: A1- "Se tiver dentro do corpo, eles se alimentam de sangue [...]. Os macroscópicos pequenos se alimentam de sangue também". Há uma noção de como os micro-organismos vivem dentro do corpo e da célula. Podemos observar isto nos exemplos a seguir, como resposta para a mesma questão:

A1- Vivem todos os lugares, tanto os macros como os microscópicos [...] Os micros estão aqui em cima dessa mesa e só são vistos quando coloca o microscópio no ar [...] A2- Eles se alimentam de frutas, restos de animais e de vegetais, restos de comida e a maioria vive no lixo.

A partir do auxílio do pesquisador, as crianças compreenderam melhor sobre a nutrição dos micro-organismos, embora continuassem confundindo o papel das defesas do organismo humano com os micróbios e ainda apresentando resquício de visão pejorativa sobre eles. Elas afirmaram que os micróbios causam doenças nas pessoas e plantas quando estão se alimentando, mas existem bactérias que protegem a gente de outros micróbios, sendo que umas ajudam e outras não. P- Além dos micróbios, o que mais ajuda a proteger nosso corpo? A3- "Defesas do corpo? Ah, esqueci [...]" P- São os glóbulos brancos. A3- "Ah, lembrei: os glóbulos brancos são micróbios [...] Os vermelhos dão a cor ao sangue que crescem se alimentando [...] O menor se alimenta mais ou menos [...] O maior tem que ter uma alimentação maior, equilibrada". Identificamos na relação sangue (célula) x defesas (micrório) uma dificuldade de compreensão conceitual que pode ser suprida por meio de um ensino que enfatize as funções do sangue. Essa é uma questão limite que está dentro da Zona de Desenvolvimento Proximal dos alunos.

Notamos a prevalência do artificialismo na explicação em que classificam os elementos do sangue como micróbios, a partir do tamanho das células observado por eles no livro didático e gravuras apresentadas pelo pesquisador. Contudo, eles superam a falta de noção de identidade dos organismos microscópicos, alocando o campo de informação para a função que exercem no organismo e nas células. Sobre este fato, os alunos afirmaram: A1- "A menor não tem o corpo tão grande e não consegue tanta comida dentro dele [...] Eu não sei como o micrório consegue comer se a gente não vê o corpo dele". P- Você acha que o corpo dele é como? Como pode crescer melhor? P- E se ele estiver dentro do nosso corpo, como cresce?

Para estas questões, tivemos como respostas, o seguinte:

A2– Se alimentam de sangue e tecido. A3– Eles dependem da umidade do ar para sobreviver e se alimentar dos outros micro-organismos também [...] Das bactérias que se alimentam das frutas e de animais, decompondo seres vivos mortos, causando doenças e por tudo isso, eles têm células dentro deles que ajudam no crescimento. P– Mas eles não são as próprias células? A1/A2/A3– Eles têm células menores dentro deles, como um organismo que ajudam eles a crescer [...] A2– Se reproduzindo rápido [...]

Percebemos que o aluno A3 teve dificuldade em compreender sobre a reprodução dos micróbios no corpo de animais e plantas. Eles passaram a relacionar outros pontos de vista sobre o assunto, indicando conceitos que favorecem o direcionamento de um novo olhar para o ensino. Podemos ilustrar tal questão quando os alunos afirmam, por exemplo, que a célula vive dentro de um micro-organismo. Isto evidencia que o conceito de ser vivo e célula ainda não estão claros para os alunos. Deste fato decorre a importância de ensino, tendo como base a relação entre os conceitos primitivos (ser vivo) e derivados (célula), em que um possa contribuir para a assimilação do outro pela criança, como assinalam Mayerhofer e Márquez (2009).

Assinalamos, seguindo a visão anteriormente defendida, uma relação de respostas espontâneas em que os conceitos de longevidade, ciclo de vida e reprodução aparecem fundamentados no egocentrismo (vitalismo, finalismo e artificialismo). Isto traz à tona a relevância do ensino do conceito de ser vivo, tomando como base as afirmações intuitivas dos alunos, as quais poderão ser ampliadas para o nível científico correspondente, como conceitos derivados. Verificamos tal ponto de vista com base nas questões a seguir: P– Quem vive mais um micro-organismo ou uma formiga? A3– "*Micro-organismo porque a formiga é um pouco maior*". P– Mas se reproduz mais depressa, ele não morre mais rápido? A3– "*Acho que sim! [...] Os decompõtores ajudam eles a se reproduzir [...] A formiga, acho que suas células acabam dificultando a reprodução delas*".

Há um limite de conhecimento em que o conceito volta ao nível da imaginação, considerando o artificialismo no início dos questionamentos do pesquisador acerca da reprodução do micro-organismo e da formiga.

Acerca de experiências que tratam da identificação de micro-organismo em água da chuva e água de uma lagoa, foi dito o seguinte por um dos alunos entrevistados:

A1– Água da chuva e alface bem mais, puxando no alface, tipo umas ranzinhas; cloro-só tinha poucos micróbios [...] Lagoa, joga lixo e tinha um micrório que fazia bem, por causa do lixo, fraldas, "necessidades"²⁸[...] Que fazia bem era a água da chuva que deixava tudo bem limpo [...] Produz oxigênio para os peixes respirar, senão morreria tudo que está debaixo d'água e eles só vivem em lugares que tem água.

Eles acrescentam que são as algas que produzem oxigênio e nutrientes os quais são disponibilizados para alimentação das demais formas de vida deste ambiente. Trivellato (1995) assegura que essa é uma visão ecológica que pode ser bem definida pelos alunos.

Destacamos a facilidade que os alunos têm de descrever as vivências com as quais eles construíram uma referência concreta, ou seja, a lagoa da cidade faz parte do cotidiano deles. Tal descrição foi enriquecida com a observação das amostras de água desse ambiente ao microscópio, o que evidencia a importância do uso do microscópio para o desenvolvimento no pensamento dos alunos. Contudo, a percepção do aluno, num nível pouco explicativo, sinaliza que os conceitos estão em formação; eles usam analogias num nível confuso, no que tange ao desenvolvimento do protozoário paramécio em meio de cultura, o qual foi ampliado sucessivamente com a realização das aulas práticas, sendo que se dispõem no geral do conhecimento sobre funcionalidade para explicar as experiências realizadas. O aluno A3 acrescentou que "*a água da chuva cai já limpa e quando cai no chão já cheio de bactérias, ou na água da Lagoa da Prefeitura já é suja demais*". P– Por que a água da Lagoa da Prefeitura tem mais micro-organismos? A3– "*Jogam lixo por lá, papel, latinha e a sujeira serve de alimentos para eles*".

Essas respostas estão num nível espontâneo que guarda relação intrínseca com o conhecimento científico a ser introduzido acerca da decomposição e nutrição destes seres vivos. Igual ponto de vista, podemos considerar em relação ao mofo no pão. Nesse sentido, o aluno (A2) explicou que,

os fungos crescem com a sujeira e alimentação de restos de alimentos [...] Eles põem o ovo²⁹, deixam dentro do vaso fechado e consegue passar e mudar a cor, umas partes pretas, azuladas [...] Eram eles dentro do pão e se alguém comesse ia ficar com doenças tipo diarreia [...]

²⁸ Trata-se de uma denominação espontânea da criança para o conceito de fezes (**grifos nossos**)..

²⁹ O conceito de ovo referenciado espontaneamente pelo aluno A2 pode ser elevado ao conceito de esporos cientificamente.

Os alunos da COOPEC explicaram como é o corpo de um micro-organismo/célula da seguinte forma: inicialmente, os alunos A1/A2/A3 usaram analogias para descrever a forma e composição ou partes do corpo do micro-organismo/célula. Para este item, o aluno A1, por exemplo, informou: "*Cheia de perninha, cabeça, tem comida e resto de alimento que ele comeu; ele tem coração microscópico, sistema em ação em uma pilha [...] Porque amanheceu tem vários corações?*" P– Quais mesmo são as partes de uma célula? A1– "Quase a mesma coisa que a terra". A1 desenhou-a com manto crosta e núcleo, definindo cada uma [...] A2– "*Tipo um sol dentro de uma terra bem quente [...]*" P– Porque o micro-organismo é uma célula? A2– "*Eles são parecidos com um grão de açúcar. Eles têm os mesmos nutrientes que tem nos rótulos dos alimentos?*" A3– "*Eles têm várias pernas que ajudam a destruir as coisas*".

Observamos um pensamento lógico limitado de uma forma geral e também envolvendo causa e efeito e artificialismo nas respostas dos alunos. Em seguida, eles se serviram da visão funcional para definir os conceitos de forma e composição do corpo do micro-organismo/célula como alternativa para explicar intuitivamente as proposições levantadas por eles e pelo pesquisador. Tal procedimento se tornou mais acentuado nas etapas posteriores da pesquisa. P– São pernas microscópicas [...] Têm órgãos de reprodução? A3– "*Tipo larvinhas microscópicas [...] Tem alimento que serve para produzir outra comida para os vegetais [...]*" P– Cada célula nossa tem? A3– "*Acho que tem, umas nem tanto alimento, nutriente [...]*" P– E, por quê? A3– "*Acho que se tivesse não serviria para quase nada no nosso organismo [...] Um exemplo é a flora para o alimento e uma bactéria ajuda a digerir alimento da gente ou o fungo no pão*".

Notamos pelo exposto que o aluno ainda não tem domínio científico para o questionamento solicitado pelo pesquisador. P– Tem pouco alimento no corpo dele por quê? A3– *Para eles poderem digerir mais rápido o fermento do pão.* Verificamos um aumento no pensamento lógico da criança envolvendo causa e efeito, uma ampliação da concepção estrutural imutável para a visão de transformação do referido fenômeno, mas ainda sustentado em base espontânea, acompanhado de finalismo, como podemos também perceber no item que segue: P– E quais causam doenças ao ser humano? A3– "*Eles causam doenças se alimentando e se reproduzindo dentro da gente*". P– Nos micros ou células dentro da gente? A3– "*Nas células [...] Vão para as plantas e movimentam no ar para sobreviver [...]* vão para

outro ser vivo". Eles confundem as células com os micro-organismos que vivem no corpo humano, o que carece de uma explicação para melhor compreensão destes conteúdos e conceitos por parte dos alunos. Sublinhamos que essa visão dos alunos pode ascender ao conceito científico mediante realização de tarefas específicas, a exemplo de enriquecer a funcionalidade que eles usam como meio para iniciar uma compreensão acerca da ação de micro-organismos no corpo humano e nas plantas.

Quanto à diferenciação entre um ser vivo microscópico e outro macroscópico, observamos um aumento do uso do conceito de força como suporte para ampliação do tamanho das células/seres vivos e a relação entre as células micro e macro (vitalismo), como ilustra o excerto: P– De que forma você diferencia um ser vivo microscópico de outro macroscópico?

A1– É fácil essa: que usa um aparelho e outro que não usa aparelho; olha no microscópio um corpo maior e forte; ao olho nu, corpo menor e não é tão forte; a célula da formiga por ser mais fina e mais coisa podemos mais ver [...] A alga, só dá uma mordida pequena e o corpo é minúsculo quanto mais à boca. A3– Acho que os microscópicos são pequenos para entrar na gente com força. [...] A pulga é quase um microscópio e quando vai surgir no sangue é como formiga que vai ajudar a Natureza e os outros seres vivos.

Notamos que o pensamento espontâneo da criança envolve um caráter egocêntrico relacionado ao vitalismo, finalismo e artificialismo. O pensamento egocêntrico da criança fundamenta, neste nível, a compreensão dela sobre a funcionalidade que usa para diferenciar um ser vivo microscópico e outro macroscópico (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1994).

Em relação aos benefícios ou prejuízos que os seres microscópicos ou macroscópicos pequenos trazem mais para o ser humano e para a Natureza, percebemos que eles ainda mantêm certa dificuldade de diferenciar os aspectos de nutrição dos seres microscópicos e macroscópicos pequenos. Esta questão se reflete na distinção da utilidade que estes seres têm para nós e para a Natureza. A partir do trecho que segue, podemos verificar uma contradição e uma dificuldade em elaborar uma resposta concreta para os diferentes aspectos nutricionais, envolvendo ser humano, bactéria e formiga, sendo que a pergunta foi direcionada para seres micro e macroscópicos pequenos e o ser humano aparece como uma referência: P– Os seres microscópicos trazem mais benefícios ou prejuízos para a Natureza? E os macroscópicos pequenos?

Como respostas para estes itens, tivemos o seguinte:

A1— Os alimentos deles são diferentes de nós, formiga e bactéria. A2— Micro traz mais prejuízos [...] Poucos causam doenças e muitos ajudam a Natureza [...] Os decompositores evitam a poluição. A2— A alimentação das formigas é diferente da alimentação das bactérias. P— Por quê? A2— Bactérias se alimentam de restos de comida [...] Fazem a decomposição de animais e plantas que morrem [...] As formigas comem vegetais e nos vegetais tem bactérias boas que ajudam eles a crescer [...] Nas folhas de rosa tem bactérias boas [...] Na raiz do feijão [...]

Os alunos recorreram aos conhecimentos acerca de nutrição humana para responder ao item discutido anteriormente. Isto pode ser explicado pela razão de que os conteúdos referentes ao corpo humano são frequentes nos livros didáticos de ciências adotados pela escola COOPEC e nas aulas ministradas pelas professoras deles. Por conseguinte, percebemos a influência do ensino escolar na compreensão dos conceitos envolvendo alimentação de seres unicelulares e pluricelulares pequenos. Contudo, a visão dos alunos ainda não é consistente, o que sinaliza que os conceitos estão em estado de formação. Neste caso, a alimentação do ser humano é um referente concreto para os assuntos supramencionados. Estes eram anteriormente concebidos pelos alunos de forma espontânea e como decorrente da imaginação. A partir das aulas práticas realizadas pelo pesquisador, os conteúdos passaram a ser assimilados pelas crianças já que fazem parte do cotidiano próximo delas, como modelo de alimentação garantida pelas suas próprias vivências e dos outros com quem convive (a família).

Procuramos saber por que não encontramos micro-organismos na água filtrada e de chuva? Essa questão envolve conhecimento em que a relação de causa e efeito (deliberação) se remete a uma explicação em que se requisitam respostas espontâneas atreladas e/ou enriquecidas pelo conhecimento escolar. O trecho a seguir ilustra uma mistura dessas formas de conhecimento, sendo que as primeiras formas de conhecimento prevalecem sobre a segunda:

A1— Chuva e alguma coisa lá do céu já vem bem; filtrada tem cloro que mata as bactérias e coisas misturadas, mas o cloro traz coisas ruins (dor de barriga); por bactérias do bem-flora intestinal, mas o cloro mata as do bem e do mal e pode ficar desidratado; água da chuva pode ter alguma coisa que chega a desenvolver micrório; filtro não filtra micróbios que são muito pequenos e passam no filtro junto com a água.

O sentido das frases carece de complemento, conexão, sendo que a estrutura representa também um limite de compreensão dos alunos. Entretanto, é visível o

pensamento lógico em desenvolvimento na relação de causa e efeito envolvidos no fenômeno ou questão investigada.

As duas amostras de água não apresentaram micro-organismos pelas seguintes razões: a primeira é clorada; enquanto a segunda por ser uma água que não contém sujeira (resto de alimento), não serve adequadamente de meio para desenvolvimento de micro-organismos ou organismos pluricelulares pequenos, embora possa ser que na lâmina preparada pode não ter aparecido tais seres vivos, ou simplesmente porque a resolução do microscópio não possibilitou tal observação. Este foi um tipo de assunto que não foi possível ter sido recordado pelos alunos. Observamos que as respostas espontâneas (artificiais) indicam que algo de errado pode ter ocorrido com a amostra, pois o filtro não isenta a água de chuva de contaminação por micróbios.

Percebemos, por outro lado, o aluno explicando o fenômeno por meio de um pensamento espontâneo apoiado numa visão finalista da Natureza acerca da questão inicialmente apresentada. A2, por exemplo, mostra esse primeiro momento: A2– *"Por que eles não têm contato com o solo ou ar que são sujos, poluídos; a água filtrada não tem contato com o solo"*; enquanto A3 menciona que *"a água da chuva é própria para não ter muita sujeira e as bacteriazinhas estão lá para ajudar [...]; água da chuva tem sujeirinha mais bactérias que ajudam nas plantas; a água filtrada já é tratada, mas tem algumas coisas [...] Elas fazem parte do cloro"*. Nesse item, há uma inversão de causa-efeito, ou seja, uma não deliberação do pensamento, o que é comum no pensamento por complexo.

Eles associam o desenvolvimento de micro-organismos à sujeira. Na água da Lagoa da Prefeitura, por exemplo, encontramos sujeira porque as pessoas jogam coisas e a água fica “*largada*” e desenvolve micro-organismos. Temos uma explicação invertida para a última frase em que o aluno usa a água como parte do cloro e não ao contrário. Isso evidencia que o aluno não usa adequadamente a consciência e a deliberação sobre a questão mencionada, conforme nos informa Vygotsky (1991, 2010). Algumas vezes, eles dão um passo atrás no desenvolvimento conceitual, apresentando características psicológicas das crianças menores, conforme as afirmações anteriormente apresentadas.

No que tange a ocorrência de micro-organismos em determinado local (habitat), as crianças entrevistadas mantiveram explicação parecida com a anterior, quando foram perguntadas: P– Como estes organismos chegaram até a lagoa, se

não enxergamos no ar, no solo? A1– "Não enxergando voando, vão em alimentos jogados fora, fraudas, vento, enxurrada, ar [...]" A3– "Das plantas [...] Passarão a levar as sementes com bactérias e o vento e a chuva levam a poluição para o rio [...] Jogam nas plantas e se soltam quando acham morada". Eles concluem que a lagoa é uma morada segura para os micro-organismos e pequenos macro-organismos. Isto denota que eles iniciam o processo de compreensão ora num nível espontâneo; ora num nível se aproximando do conhecimento científico, mas tendem a se segurar ainda no pensamento pré-conceitual, amparado pelo finalismo e artificialismo que marcam fortemente o pensamento infantil.

Embora considerando estas formas elementares de pensamento, também observamos generalizações deles acerca da dimensão micro-macro, quando os alunos responderam a seguinte questão: P– Existe ser vivo pluricelular microscópico e a bactéria dá para ser vista a olho nu? Em outras palavras, existe um ser vivo unicelular macroscópico?

A1– Tem aqueles que usam a lupa para aumentar [...] Exemplo: o pulgão, a joaninha, a bactéria só vê no microscópio. Deve existir como na lagoa que tem "bichinhos" demais [...] A água se mexe e a gente não vê nada. A3– Acho que não [...] Acho que não também porque todas as bactérias são de uma só espécie pequena.

Colocamos essa questão como um item limítrofe para a forma de pensamento C1, pois a distinção entre os "mundos" micro e macro é um dos pontos de relevância do nosso trabalho.

Inferimos, por isto, que conhecer o nível de pensamento do aluno é fundamental para introdução de novas questões. Isto facilita o aluno a se lembrar de assuntos, fazer conexões como respostas fatos/fenômenos que ocorrem dentro e fora da escola e criar também novos questionamentos, os quais podem indicar a continuidade do ensino conceitual no presente nível ou se estender para uma etapa posterior de conhecimento. Assinalamos, porém, que o mesmo nível é marcado por avanços e retrocessos nos conhecimentos, culminando num limiar que estende sobre a Zona de Desenvolvimento Proximal dos alunos.

4.1.2 Nível de Desenvolvimento Conceitual C2– Aulas Práticas (P2B) com bolor de pão (fungos)

Servimo-nos do estudo de fungos, a fim de ampliar a relação entre os "mundos" micro e macroscópico porque este grupo de seres vivos tem representantes micros e macroscópicos. Eles podem apresentar formas micro e macroscópicas como parte de um mesmo ciclo celular, como o mofo do pão (fig. 7a, b, p.114).

Os alunos da COOPEC inicialmente tiveram dificuldades em diferenciar os fungos quanto a seres micro ou macroscópicos. Tal impasse foi resolvido quando o pesquisador se dispôs do uso da funcionalidade destes organismos aliada ao ciclo de vida (mofo do pão). Usamos para isto o seguinte procedimento (P):

- 1) Dá para você observar os micro-organismos que são usados para fabricar o pão e vinho?;
- 2) Não dá para você observar no pão alguma coisa viva a partir da qual aparecem aqueles pontinhos escuros?;
- 3) O que acontece para que eles cheguem lá?

Um dos alunos entrevistados respondeu a estas questões: A1– "*Nem todos dão para ver no olho nu porque eles aparecem no pão e nas roupas velhas (esporos/pontinhos escuros) guardadas [...] Exemplos de micro-mofo que entra no alimento e se decompõe rápido e não dá para ver; os macros são os dois*". P– E os macros como a orelha de pau e cogumelo do jardim [...]. A1/A2/A3–?

Observamos um conflito nas respostas envolvendo o cotidiano e o científico, sendo que o pesquisador acrescentou o nome científico aos pontinhos escuros (esporos). Quando pedimos para explicar a referida questão, A2 disse o seguinte: "*cheizando à terra, os fungos ganham força para crescer, reproduzir, precisam da umidade e pouca luz*". Ele associa a vitalidade dos fungos à finalidade de cumprimento de parte do ciclo vital, seguida da interferência de fatores ambientais. O conhecimento espontâneo aparece vinculado aos conceitos ensinados na escola, evidenciando a possibilidade de interferência mútua entre ambos, ou seja, os conceitos de luz e umidade podem contribuir para o ensino do conteúdo científico relacionado ao ciclo vital, enquanto a vivência empírica do fenômeno descrito (os

fungos chegando à terra) serve de base para a edificação dos conceitos científicos. Contudo, observamos que a visão do aluno A2 ainda é confusa sobre o ciclo de vida de um fungo.

Este aluno continuou a explicação para a mesma questão, entretanto mais interrogando do que respondendo: A2- "*Tem que viver na claridade, então como enxergar ele? A boca deve ser pequena, então come como?*" Ele retoma a explicação para suas próprias hipóteses e diz: [...] "*tipo uns furinhos no copo, na célula se for micro, chegando perto do alimento*". Novamente pergunta: A2- "*Será qual é o tamanho destes buracos?*". O pesquisador lembrou das figuras das membranas de células mostradas aos alunos nas aulas práticas, tendo como finalidade fornecer informações mais concretas para a questão. A1/A2/A3-? Como não houve reação por parte dos alunos, inferimos que se trata de uma situação limite para a apropriação de conteúdos que expressam a relação entre o tamanho e a estrutura de fungo, especialmente, da sua superfície celular e/ou "corporal".

Uma forma mais geral para responder acerca das condições de que os fungos citados dispõem para se reproduzir foi apresentada por A3 ao afirmar que depende da umidade do ar e da associação com outros organismos para desenvolver. Com base em autores como Lawson (1993), Cunha e Justi (2008) e Castro (2010), podemos afirmar que os alunos usaram analogias do tipo estrutural acerca da alimentação dos fungos associada à função de tais estruturas, a exemplo de boca x furinhos no copo. Percebemos que os alunos tendem a usar a funcionalidade de seres (incluindo uso de analogia funcional) vivos à medida que vão elaborando respostas mais específicas para as hipóteses levantadas por eles mesmos, principalmente, quando para estas são exigidas explicações, envolvendo o domínio de estruturas microscópicas.

Algumas questões foram respondidas pelos alunos, sendo que tais respostas implicam na relação do ciclo de vida dos fungos, considerando suas formas micro e macroscópicas. Iniciamos esta seção com a seguinte pergunta: P- Como os fungos ajudam na formação do pão e depois eles estragam o pão? A1- "*No fermento, dentro do fermento [...] Esquentar a massa tem alguns fungos [...]*". P- E aí, viram num livro? A1- "*Vi numa receita de alimentação [...]*". P- Mas se o fermento é o fungo, como é a célula do fermento? A1- "*Ela é 'grãozinho', alguma coisa que faz crescer, um alimento ou então botaram eles dentro do fermento [...]*". O pesquisador

pediu aos alunos que relembrassem sobre o ciclo de vida de um fungo ou das aulas ministradas por ele e pelas professoras sobre o assunto na COOPEC.

Os alunos usaram uma analogia estrutural para explicar a função de crescimento dos fungos (bolor), sendo que esta funcionalidade também pode ser requisitada para a explicação de questões estrutural microscópica, nem que seja sob a forma de novos questionamentos, como ilustrado nos itens a seguir: P– Como fez o pão inchar? O que faz o pão ficar preto? A1– *"Têm uns ruins que estragam os pães [...] Todos os seres microscópicos não são iguais [...] Eles variam na forma, que não dá para ver, redondinhos, 'piquititinhos'"*. O aluno A3 explicou a questão inicialmente proposta, seguindo com uma pergunta: *"eles têm pouca habilidade de crescer e por que coloca o pão no forno?"*. Isto significa a mobilidade conceitual em relação ao item de pesquisa, o que suscita a realização de novas explicações e/ou experiências para o fenômeno. P– Isto é próprio para liberar alguma coisa que faz o pão crescer [...] É o gás carbônico. A3– *"Eles dentro então liberam alguma coisa como o gás carbônico que em troca puxam alguma coisa para dentro do pão [...] São outros fungos que estragam o pão"*.

Os estudantes do 5º ano da COOPEC finalmente começaram a perceber que os fungos que estragam o pão são diferentes dos que são utilizados para a formação do pão. Estes já abstraem numa qualidade melhor em relação ao início da atividade em que não faziam tal distinção. Apesar de os alunos compreenderem o papel dos fungos (fermento) no processo de produção de pães e, por conseguinte, dos produtos similares, ainda não foi possível perceberem com clareza que os fungos são desnaturados ao participarem do processo. Esta é uma situação é uma questão em que o conteúdo impõe um limite de aprendizagem para os alunos. Eles explicam os fenômenos pela sua funcionalidade e pouco pelas características específicas do conceito, sinalizando uma transição entre formas de pensamento espontâneo e científico, sendo mais predominante a primeira do que a segunda.

Podemos depreender que esta é uma situação de aprendizagem em que os alunos misturam conceitos espontâneos e escolares na explicação para o ciclo vital dos fungos, como no excerto: P– O que acontece com eles depois que se alimentam da massa do pão? A1– *"Fermento [...] os fungos maus tiraram o fermento do pão; eles crescem deixando o pão preto [...]"*. P– Atacam só de um lado do pão? A2– *"Crescem na parte mais escura e vai crescendo [...] e o fermento se mistura com o pão e isso faz virar o pão"*. P– No caso dos fungos que estragam o pão, como eles

apareceram no pão? A3- "Vem do ar e pega a gente desprevenida e os alimentos não guardados se estragam, dando força aos fungos para se reproduzir [...]".

Os alunos têm noção incompleta acerca do ciclo de vida dos fungos (bolor), seguindo-se de uma explicação espontânea sobre o papel biológico do fermento, amparada no vitalismo (força para se reproduzir) e finalismo típicos do pensamento infantil, como no item primeiramente referido: P- O que acontece com eles depois que se alimentam da massa do pão? A1- "*O pesquisador disse que os fungos dão nutrientes [...]. O fermento é a substância que faz o pão crescer [...]*"; A3- "*Fermento um 'pozinho' que já é misturado com a massa [...], por isso parece um pozinho*". Como meio de esclarecer e sintetizar as formas de pensamento dos alunos, o pesquisador acrescenta que o fermento é uma substância retirada do fungo (uma espécie de estrato equivalente ao pozinho) que ajuda na digestão do açúcar da massa de trigo que é usada para fabricar o pão, bolo etc. Observamos a repetição de conceitos escolares mediante o uso de analogias pelos alunos.

Ressaltamos, porém, que embora os alunos buscassem elaborar respostas para uma situação problema apresentada por eles ou pelo pesquisador (Apêndice B, p. 301), tendo para isto o apoio de instrumentos simbólicos como as figuras de livros e internet ou daquelas elaboradas por eles mesmos (fig. 8, p. 116), explicar questões abstratas como no caso do ciclo de vida de um fungo e papel biológico do fermento é algo que demanda a continuidade de um ensino com as crianças. Isto sinaliza que ambos os conceitos estão em construção. Para esta questão, mesmo eles observando o bolor de pão, ainda é complexa a compreensão de que este organismo apresenta uma fase de vida microscópica e outra macroscópica que se intercalam no ciclo reprodutivo.

Para a segunda questão referida anteriormente, tendo como base um experimento ilustrativo sobre o uso do fermento para a confecção de um bolo, o nível de complexidades é maior do que a primeira, pois envolve uma explicação para a qual é imprescindível o domínio dos conceitos de enzima e metabolismo, os quais geralmente são ensinados nas últimas séries do Ensino Fundamental II. Estes conceitos não foram apropriados pelos alunos nas aulas ministradas pelo pesquisador, mas isto não significa um empecilho para iniciar um ensino destes conceitos para crianças do Ensino Fundamental I. Tal experimento pode ser desenvolvido em sala de aula pelo professor e melhor explorado, sendo que os conhecimentos prévios dos alunos antes demonstrados podem ser aprimorados, no

sentido de auxiliá-los na elaboração de respostas mais consistentes para os questionamentos levantados por eles mesmos e pelo pesquisador. Essa proposição pode contribuir para o planejamento de novas aulas práticas das professoras da COOPEC, tendo em vista que servirá de parâmetro para o planejamento de aulas para as diferentes turmas dos Anos Iniciais desta escola, após 2012.

Os alunos A1/A2 usam mais diretamente o vitalismo para explicar o tempo de vida de um fungo ou micrório, demonstrando pouco pensamento lógico nas suas respostas: P- Qual o tempo de vida de um fungo ou micrório?

A2– Meses porque o corpo é muito pequeno [...]. A2– Menos de dois meses porque eles comem a massa e se reproduzem. A1– Os que crescem mais rápido são porque comem mais comida [...]. Quanto mais comida, mais eles crescem [...] Vivem uns com mais comida fazendo o ciclo mais rápido [...] Vivem menos que uma formiga etc.[...] A formiga vive mais porque tem mais nutrientes, corpo maior [...]

Eles não conseguem explicar que existem fungos maiores que formigas, fazendo uma generalização para os tipos de fungos estudados (aulas práticas). A2– "Não é porque é grande que tem mais nutriente, é porque tem uma vida mais ativa e não ativa também". Os alunos A1/A2 concebem os fungos como micróbios que têm propriedades vitais similares aos insetos (formiga), havendo uma fuga para o referente cotidiano. Essa forma de abstração dos alunos indica que a familiaridade com o assunto mediante vivência prática (cogumelos e orelha de pau) facilita a distinção entre seres macroscópicos e microscópicos (o ciclo de vida do mofo do pão), tendo como exemplo os próprios fungos.

Identificamos um pensamento não claro dos alunos sobre a estrutura e tamanho dos organismos ora citados quando lhes perguntamos como é corpo de um fungo. Pare este item, eles responderam: A1– "É do tamanho de um grão de açúcar ou de sal"; A3– "Acho que tem células dentro dele [...]. Tem órgão reprodutor dentro dele [...]. Micro tem dentro dele bactérias, larvas e alimentos, restos de nutrientes [...]" . Para eles, no início, o fungo do pão estragado é como se fosse uma bactéria e após se reproduzirem, ficam parecendo "fiapos" de algodão. A1/A2/A3 falaram que são pequenas e grandes células, conforme a aula que tiveram sobre o pão estragado (bolor) com as professoras e pesquisador (ver fig. 8, p.116). Isto sinaliza que as células dos micro-organismos são pequenas, dos organismos maiores macroscópicos pequenos são maiores (macroscópicas), indicando motivo plausível para a continuidade do trabalho na área, sendo que fica evidente a analogia que

eles fizeram emitindo aspectos funcionais e estruturais de seres/células microscópicas e macroscópicas (situação de conflito).

No início, a comparação feita pelos alunos da COOPEC com fungos e bactérias indica o momento do ciclo em que os fungos são microscópicos; em seguida, a comparação com fios de algodão sinaliza a fase do ciclo em que os fungos são organismos pluricelulares macroscópicos. Enfim, assinalamos que no nível C2, o limite de apropriação dos alunos para conteúdos que envolvem a relação micro e macroscópica para organismos pequenos pode ser superado com a realização de mais aulas práticas e de um melhor direcionamento dessas aulas para explicação dos questionamentos trazidos por eles e professoras, destacando a diferenciação entre as espécies uni e pluricelulares a partir dos exemplos supramencionados anteriormente.

De acordo com Castro (2010) e Novassate e Gioppo (2010), o domínio do conceito básico de ser vivo em geral e o reconhecimento dos fungos como seres vivos é fundamental para que os alunos iniciem, desde cedo, a diferenciação entre os organismos que são observados ou não a olho nu, mesmo considerando aqueles que geram divisas entre os "mundos" micro e macroscópicos. Assim, os alunos, a exemplo dos da COOPEC poderão se apropriar melhor dos conceitos derivados como ser vivo unicelular, pluricelular, microscópico e macroscópico. Para tal, é preciso destacar a contribuição da explicação do professor sobre a forma, composição e funcionalidade do corpo deles.

4.1.3 Nível de Desenvolvimento Conceitual C3– Aulas Práticas (P3) sobre formigas, besouro, fibra de algodão, fio de cabelo, cortes de insetos, alvéolos etc..

Os estudos dos conceitos referentes ao número e forma das células/ser vivo nas aulas práticas (P3) realizadas sobre organismos micro-macroscópicos e células, contribuíram para que os alunos ampliassem seus conhecimentos na área em relação à fase C2. Pudemos verificar, inicialmente, avanços na abstração deles quanto à distinção dos aspectos micro e macro celulares, como ilustra o trecho a seguir: P– Quantas células tem um ser vivo? A1– "*Certo, há diferenças entre micróbios e seres macroscópicos pequenos e macro grande [...] Acho que milhares*". P– Se for uma bactéria? A1– "*Poucas [...]. Uma só se for uma bactéria [...] Mosquito, mais [...] 10 ou mais a depender do tamanho*". O aluno A1 inicia a explicação da

questão mediante um pensamento espontâneo inerente à forma e função dos organismos/célula, entretanto é influenciado pelo conhecimento escolar ao diferenciar os termos uni e pluricelular, ou seja, a bactéria tem uma única célula e mosquito, mais de dez células. Quando este aluno afirma que a bactéria tem poucas células, podemos inferir que ele está se referindo à colônia destes seres vivos, como geralmente aparecem nos livros didáticos.

Em seguida, o pesquisador interrogou (P): Como são as células dos seres vivos? Os alunos A1/A2 responderam que as células dos seres vivos são semelhantes à associação de algas e a plantas com células grandes que têm funções diferentes: A1 – "A planta se diferencia da alga porque é grande e é cheia de galhos [...]" . Observamos uma analogia estrutural entre organismos microscópicos (algas em amostras da Lagoa da Prefeitura) e vegetais macroscópicos (plantas terrestres), embora com pouca clareza na comparação da estrutura e função das algas com as plantas. Eles tentaram explicar que as colônias de algas podem se assemelhar aos aspectos estruturais e funcionais das plantas e que algas isoladas (células) também têm essa relação com as células das plantas. Isso demanda domínio conceitual acerca dos conceitos ora apresentados (uni e pluricelular, micro e macroscópico), o que indica que essas crianças estão em fase do pensamento conceitual para os referidos assuntos. Para responder como é uma célula, os alunos A1 e A2 recorrem a um pensamento espontâneo de que os organismos macroscópicos têm células grandes.

Ainda sobre a questão anterior, os alunos A1/A2 afirmam o seguinte:

A1 – a planta maior traz a modificação na célula [...] A maior quantidade de célula faz o organismo maior e que sustenta a árvore [...]; A2 – São pequeninas, mas depende da parte do corpo [...] as da cabeça é igual às do pé [...] Se nascer sem o rabo há menor quantidade de células [...]. P – Mas a sua cabeça é igual ao pé? A2 – Então, a cabeça tem mais células porque precisa ajudar os olhos enxergar?. P – Se a cabeça é diferente dos pés, das mãos, e a células como serão? A1 – Ah! São diferentes [...]; A2 – Idem a A1.

Consideramos que neste estágio de desenvolvimento (C3), as crianças não têm noção de diferenciação celular e sobre as implicações deste conceito para compreensão das diferentes partes do organismo. Observamos na primeira afirmação do aluno (A1), uma inversão de pensamento ou não deliberação fundamentada no artificialismo, pois o correto seria a célula trazer modificação na planta.

A comparação entre estrutura e função se mostra como uma alternativa viável, no que tange à iniciação da formação de conceitos sobre a forma das células e do organismo, conforme afirmação dos alunos. Entretanto, mesmo informando pensamento lógico, o aluno A2 ainda se serve de uma compreensão finalista quando afirma que a cabeça tem mais células porque os olhos precisam delas para enxergar, e isto decorre da maior quantidade de nutrientes que estas células possuem. A fim de compreender melhor tal questão, o pesquisador continua interrogando o aluno A2. P– Mas se você pegar uma planta com 10 células e outra com 100, a que tem 100 células vai ter mais nutrientes? A2– "[...] suas células terão mais nutrientes".

Identificamos um conflito nos alunos quanto à concepção de organismos/célula grandes x pequenas e a quantidade de nutrientes, ainda no nível micro ou macro celular a depender da comparação. Eles percebem que a célula/organismo não muda de forma e somente o número é alterado, indicando avanços conceituais a partir dos conhecimentos adquiridos nas aulas práticas realizadas pelo pesquisador. Entretanto, asseguramos pelo exposto que o conceito de diferenciação celular é limitante para que os alunos ampliem a generalização conceitual acerca das proposições supramencionadas.

Podemos explicitar uma relação mais peculiar entre tamanho, forma e função de células/ser vivo, a partir dos itens que seguem, quando na interrogação de alguns alunos: P– Quem tem mais células, um anão ou uma pessoa adulta? A1– "Devem ser diferentes então, mas não sei explicar [...] A pessoa adulta tem mais células porque é maior e precisa de mais células [...]"*; Idem A2/A3*; A1– "As duas são iguais [...]"*. P– então, o Anão x Gigante; as Células de um Velhinho x Criança, como é que fica? A1– "As células têm umas que servem e outras que não servem". P– E as que não servem? A1– "Elas ficam se decompondo como uma bactéria". P– Por quê? A3– "As formigas vivem debaixo da terra onde estão certas bactérias e outras que não são formigas, por exemplo".*

Eles tentaram explicar o assunto pela função, comparando uma célula envelhecida com a de uma bactéria decompositora, ou seja, a bactéria realiza a decomposição porque está se decompondo (analogia funcional). Isto evidencia que a relação entre causa e efeito não está devidamente esclarecida para A1, o que nos leva a admitir que não seja diferente para as demais crianças desse nível de escolaridade da COOPEC, conforme ausência de resposta de A2/A3 para este item.

P– A forma e número de células se transformam com o aumento da idade? A2– “*Não sendo diferentes não implica ser mais forte [...]*”; A1– “*Porque espécies diferentes podem ter formas diferentes como Milho x Pessoa*”; A2– “*Elas se desenvolvem crescendo, se dividindo [...] As células ajudam a ficar mais fortes e não prestam [...] Ficam diminuindo [...] Ficam mais velhas*”.

Notamos a influência das aulas ministradas pela professora e pesquisador, o que lhes possibilitou a explicar também a relação Células do Anão x Gigante, ou seja, passaram, a saber, que o aumento do tamanho de um ser vivo é proporcional ao número de célula. Eles começaram a relacionar a mudança na forma do organismo com o ciclo vital, exemplificando o envelhecimento como uma transformação que ocorre no ser humano. Com base em autores como Freitas (1989), Moura (2000), Meyerhof e Márquez (2009) e Castro (2010), podemos evidenciar que, a partir do conteúdo ciclo vital de um ser vivo ou do próprio conceito de ser vivo é possível ensinar, de um modo simples, conceitos mais específicos como metabolismo, longevidade, renovação celular etc.

Podemos assegurar que os alunos, após o 3º ano em que tiveram aulas práticas com o pesquisador, já dominam os conceitos envolvendo a relação entre célula e tamanho de organismos. Para isto, foram feitas aos alunos (A1, A2 e A3) as seguintes perguntas pelo pesquisador (P):

- 1) Organismos de mesmas espécies e idade têm o mesmo tamanho? Por que não?
- 2) E organismos diferentes de mesmo tamanho podem ter o mesmo número e forma celular (plantas e animais, animais de espécies diferentes)?
- 3) Como podemos compreender as diferenças entre espécies iguais?

Para estes itens, tivemos como respostas dos alunos, o seguinte (em bloco):

A1– “*Mesma idade dois cachorrinhos se tiver outro igual é a mesma quantidade de células [...] e também uma pessoa velha x nova [...]. Espécies diferentes crescem mais e outras menos, tipo Pastor x Cachorro pequeno*”; [...] A2– “*Boi x Cavalo não tem a mesma quantidade de células*”. P– Se for maior e da mesma idade? A3– “*O que for maior tem mais células*”; A3– *E espécies diferentes como Cachorro x Gato?*”.

P– Tem que ser da mesma espécie para fazer essa relação. P– Para mesma espécie, o que muda é o número e não a forma celular, pois se retirarmos as células

deles (pequeno corte superficial), as células que se formam no local ficam da mesma forma e tamanho. P– E se forem diferentes como: Planta x Gato? A1– "Ele pode viver na terra e fazer um monte de coisas".

Os alunos usam a funcionalidade apoiada na sua visão egocêntrica (artificialismo e finalismo) sobre a ocorrência dos fenômenos em detrimento do conceito de diferenciação celular. Contudo, embora a apropriação destas questões por eles ainda demandem respostas espontâneas e/ou tautológicas, as suas formas de pensamento já incluem, em parte, operações lógicas prematuras, que podem ser desenvolvidas na escolaridade posterior.

Ressalvamos para tanto que as aulas do pesquisador influenciaram os alunos, no sentido de eles começarem a compreender a diferenciação entre os organismos de espécies iguais ou diferentes com base no número de células. Podemos verificar essa questão pelo exposto: P– Por que o tamanho das espécies adultas é diferente? A1– "Por causa da quantidade de células que cada um tem". P– Como é que e isso faz serem diferentes os organismos (Cavalo x Ser Humano)? A1– "Acho que o cavalo é maior que o ser humano porque possui mais células". Destacamos aqui a aprendizagem que os alunos recebem no processo, mas que não acrescentam a forma e função das células como elementos que estão relacionados à diferença entre os seres vivos. A forma do corpo (atributo), por tanto, é limite maior para aquisição de conceitos a ela correlacionados pelos alunos da COOPEC.

No item "o que ocorre com uma célula de uma pessoa doente?", eles usam a funcionalidade (finalismo) e isto pode auxiliar no desenvolvimento da aprendizagem dos conceitos científicos relacionados às estruturas celulares, anteriormente discutidos, conforme descrição: A1– "Células ficam mais fracas, indefesas, sem a proteção [...]. [...] As células aumentam porque o corpo precisa de muitas células para se recuperar"; A2– "As células ficam doentes?". P– Elas quando são destruídas, o organismo sadio produz muitas outras células para recuperação do organismo, quais são elas? A2– "Glóbulos brancos?". Observamos uma funcionalidade celular baseada no vitalismo e finalismo, mas também no conhecimento escolar, evidenciando formas de transição entre o pensamento espontâneo e científico, ou uma base com a qual as funções mentais superiores podem se desenvolver (memória e pensamento voluntários).

Notamos, pelo exposto, que os alunos iniciam uma distinção entre o papel das células de defesa do organismo humano e a recuperação dele, embora não definida e imprecisa, o que sinaliza a necessidade da realização de um ensino que possibilite o desenvolvimento conceitual do aluno, como o desenvolvido na COOPEC mediante aulas teórico-práticas. No ano anterior (2010), eles confundiam a função de bactérias e células de defesa do organismo humano. Depreendemos, com base em Vygotsky (1991, 2010), que se o aluno não conseguiu explicar devidamente o fato ou questão é porque o conceito ainda não foi formado (fase de complexo). Com base em autores como Castro (2010), Yorek, Sahin e Ugulu (2010) e Castro e Bejarano (2011b), asseguramos que para o aluno ampliar a assimilação de tais conceitos é necessário oferecer-lhe uma base de conhecimento em relação à estrutura e função das células do sangue, as quais estão relacionadas com o sistema imunológico humano.

4.1.4 Nível de Desenvolvimento Conceitual C4– Aulas Práticas (P4) sobre figuras de células de bactérias, cebola, estômatos, paramécio e tecido sanguíneo (demonstrações práticas)

Nessa fase da nossa investigação, discutimos uma relação que demonstra o quanto pode ter avançado a compreensão dos alunos quanto aos aspectos de tamanho e estrutura de ser vivo/célula, a relação entre micro-organismo/célula, ser vivo pluricelular pequeno e macro célula, composição celular e funcionalidade da vida. Envolve, portanto, itens mais específicos de questionamento, os quais demandam uma conexão maior entre a célula, a sua estrutura interna e o tamanho de organismos pluricelulares pequenos. Iniciamos essa seção com duas perguntas, considerando que com um conceito, a criança pode responder a outras questões, ainda que no nível espontâneo, principalmente nos últimos níveis de desenvolvimento:

- 1) Que tamanho você acha que tem uma célula em relação aos seres vivos pequenos que você observa a olho nu?
- 2) Como identificar o lado de dentro de uma célula e as suas partes?

Em relação à primeira pergunta, tivemos o seguinte: A1– "A formiga tem muitas células e a célula só tem o corpo dela"; quanto à segunda: A2– "Dentro das

formigas tem as células e o coração delas [...] Acho que tem tipo um corpo que tem várias partes, como o intestino que ajuda ela não se decompor em nutrientes? Esses nutrientes vão para o corpo dela [...]. P– E como acontece? A3– "Acho que quando se alimenta tem nutrientes para elas [...] Macro pequeno se refere ao que tem fora dela para saber [...] E micro, acho que com uma régua pequena que tem poucos cm. (centímetros) alguma pessoa pode saber".

Os alunos ainda confundem as partes internas pequenas com a questão da célula, mas já evidenciam noção comparativa na relação entre os seres micro e macro pequenos. Eles são influenciados pela compreensão que têm sobre a decomposição realizada por fungos e bactérias, ou seja, dispunham da função destes seres (nutrição) para explicar a questão da estrutura e tamanho celular. A concepção de finalismo associada à função dos referidos organismos amplia a necessidade de comparação entre os "mundos" micro (fungo) e macro celular (formiga) pequeno pela analogia estrutural e/ou funcional. Isto significa que houve uma derivação conceitual com as proposições conceituais apresentadas nas fases C1 a C4 (Apêndice D, p. 318), sendo que tal processo foi evidenciado de forma crescente.

Quanto aos aspectos macro x micro celulares, o aluno A1 acrescentou que uma célula não pode ser vista a olho nu e sim observada "ao microscópio como se fosse com uma régua microscópica que ele faz medida"; disse ainda que com a ajuda do microscópio dá para ver quase as mesmas coisas que o ser humano precisa para sobreviver (nutrientes e materiais). O pesquisador perguntou-lhe: P– Por que você diz isto? A1– "As células são muito sensíveis e precisam de mais coisas que não tem no corpo humano". Ele quis dizer que o aparelho mostra partes não observáveis dos seres humanos e que eles precisam; é como se ao mesmo tempo também fosse um objeto mágico ou imaginário ou capaz de ver coisas que não vemos (nutrientes) e precisamos, mas que são adquiridos pela alimentação. Na visão deste aluno, o corpo humano tem coisas que as células não têm, ou seja, se refere a estruturas grandes que não cabem dentro das células, mas são formadas por células.

Por outro lado, percebemos o pensamento pouco explicativo (fase de complexo) mediante o qual elas se mostram confusas na explicação sobre a organização estrutural da vida (célula, tecido, órgão e sistema) e sobre a composição química celular. Destacamos que tal dificuldade pode estar relacionada

aos componentes macroscópicos que fazem parte dos organismos macroscópicos (tecidos, glândulas etc.), os quais eles concebem como estruturas anexas ao corpo humano. A estruturação do pensamento lógico-abstrato para assuntos complexos como esse é um desafio que merece atenção e ser perseguido durante a formação escolar.

Com base em autores como Freitas (1989), Castro (2010), Novassate e Gioppo (2010), Yorek, Sahin e Ugulu (2010), podemos afirmar que para amenizar tais dificuldades no desenvolvimento conceitual dos alunos, a escola precisa, desde cedo, oferecer a noção de escala de medida e a visão de organismos microscópicos como seres vivos. O ser vivo, para isto, deve ser concebido como organismo formado por moléculas e células que funcionam de forma independente.

Verificamos uma tendência de os alunos buscarem conhecer especificidades das estruturas e tamanho celulares, no sentido de responderem as curiosidades apresentadas no decorrer deste trabalho. Notamos que as questões elaboradas pelos alunos e que finalizam essa etapa de desenvolvimento conceitual (nível C4) não divergem daquelas apresentadas pelo pesquisador, pois elas indicam conteúdos necessários para a explicação mais elaborada dos conceitos supramencionados nesse texto, assim como daqueles que estão além da compreensão deles (faixa etária entre 7 e 11 anos de idade). Finalizamos esta seção com as resposta dos alunos entrevistados para os seguintes itens:

- 1) Como saber as medidas exatas dos seres vivos estudados e da célula?
- 2) Como identificar o lado de dentro de uma célula e as suas partes?

Para a primeira questão, tivemos como resposta o seguinte: A1- "*Ela fica igual a nós e começam como uma célula e vai se desenvolvendo [...] o ciclo vital segue [...] a formiga é maior milhares de vezes*". P- Como assim? A-? O pesquisador comparou o esquema de uma Célula em Geral x Formiga e perguntou se os "pelinhos" (cerdas) das pernas da formiga eram do tamanho das células deste animal observadas nas aulas práticas; depois demonstrou os "pelinhos" da Pata x Células através dos esquemas (fig. 9, p.118) produzidos por eles mesmos em sala de aula. Isto sinaliza um limite de internalização dos alunos para os conceitos de estrutura e tamanho envolvidos na questão investigada, ou seja, eles distinguiram a formiga da célula, usando o máximo de comparação entre o macro e o microscópico

aspecto estrutural, atingindo um limite para esse nível mais específico de compreensão conceitual ou Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), como informa o aluno A2: "*No 'ovinho', a formiga é uma célula [...] pelo tamanho [...] vendo as partes de uma formiga*". P– A parte da formiga é a célula e aí essa célula dentro de uma parte da formiga, como isso pode acontecer? A2– "*Alimentando e nutrindo [...] Microscópica mais avançada mais força as novas e microscópicas comuns são maiores [...]*".

Notamos que uma distinção geral (Formiga x Célula) foi claramente atingida pelos alunos, mas em questões que envolvem comparações de grandezas menores (Célula x Cerdas de formiga) eles recorrem ao artificialismo, finalismo e vitalismo para explicá-las. P– A célula da formiga é maior do que a célula da bactéria [...] Outra maneira de saber é por meio de reagentes [...] A gente não vê, mas se sabe que ela está no lugar pela cor adquirida pelas células? A2– "*Ah, é como uma espuma de água oxigenada*". Esta é uma questão em que se conflitou as crianças com o fenômeno estudado, favorecendo a indicação do nível de abstração limítrofe na referida área de conhecimento. P– A comida estragada contém bactérias e micróbios diversos; as bactérias ficam entre a "massinha" que fica nos dentes e provoca cárie; A1– "*E a febre vem de onde?*"; P– O organismo reage ao ataque de vírus, bactérias e fungos causadores de doenças e o esforço realizado para combater esses parasitas faz a temperatura do corpo aumentar.

Essa alternativa usada por elas nos indicou que houve um limite conceitual acerca da questão referida e que a funcionalidade poderá ser um potencial recurso para a aproximação das crianças com assuntos complexos das ciências naturais. Analisando-se as proposições dos alunos dentro do próprio nível de desenvolvimento conceitual (C4), percebemos os avanços na generalização do pensamento deles.

Para a segunda questão, observamos que: A1– "*A terra pode ser comparada com uma célula [...]. Temos que botar ela no microscópio para ser vista*"; A2– "*Pegando o conteúdo dela para ver*". P– Ver o que, alguma coisa no corpo dela? A2– *resto de alimentos e nutrientes*; A2– "*Dá para ver as partes de uma célula macro como o 'gominho³⁰ da laranja?*". Retomamos a ideia do experimento, em que se

³⁰ Equivale aos alvéolos, como diminutivo de gomo da laranja (**grifos nossos**).

fizeram comparações entre estruturas micro e macro: P– A "lacerdinha"³¹ dá para medir com a régua?. Observamos a continuidade das respostas egocêntricas da criança (finalismo e vitalismo), as quais demandam um ensino que ultrapassa o nível de desenvolvimento conceitual dos alunos, conforme especificamos em seguida nesse texto. Contudo, cabe assinalar que a compreensão conceitual dos alunos é decorrente da forma como o ensino foi desenvolvido para eles.

Essas questões já passam a exigir provas mais concretas e podem ser explicadas usando a função de micro-organismos e de células micro e macroscópicas, as gravuras dos livros, as ilustrações dos alunos, analogias [...] O aluno A3 comparou a célula com a terra (regiões), sendo que o DNA fica localizado na região central e os nutrientes ficam nessa região e demais partes da célula. O aluno A1 afirma que a célula pode ser observada sem auxílio do microscópio, assim como um grão de amido, enquanto o micro-organismo não pode ser visualizado com apoio deste instrumento. O aluno A2 disse que os micro-organismos são medidos pela força do microscópio, ou seja, é o microscópio que o torna visível. Os alunos mais perguntaram que responderam ao se tratar de questões referenciadas a tal nível de especificidade, e também voltaram a fazer comparações, utilizando-se das percepções adquiridas espontaneamente, características comuns ao pensamento da criança, com a supramencionada faixa etária.

O aluno A1 usa uma analogia estrutural e A2 reforça a distinção entre os aspectos micro e macroscópicos estudados usando o pensamento vitalista, ambos evidenciando um passo a mais em relação ao pensamento conceitual apresentado por eles nas fases anteriores, no que tange ao momento atual de aprendizagem na área. Identificamos uma ampliação da visão e utilização dos conteúdos escolares após o período em que os conceitos de micro-organismo e células foram estudados em paralelo com a execução do planejamento de ensino, envolvendo conteúdos de outras disciplinas pelas professoras da COOPEC.

Pelo exposto, observamos que os alunos do 5º ano têm mais facilidade de identificar os conceitos relacionados à estrutura e funcionalidade celular do que explicá-los, pois isto exige deles uma abstração que excede seu nível de desenvolvimento. De acordo com Castro (2010), os aspectos gerais de conteúdo

³¹ Os tisanópteros (Thysanoptera) constituem uma ordem de insetos, chamados genericamente de tripes ou tripses. São insetos pequenos, variando de 0,5 a 13 mm, de cor escura na fase adulta. A sua principal característica morfológica são as asas do tipo franjada ou asas franjadas (<http://pt.wikipedia.org/wiki/Thysanoptera>).

como forma e tamanho de ser vivo/célula e sua funcionalidade são assimilados pelos alunos do Ensino Fundamental I. Por outro lado, uma explicação específica para estes aspectos demanda o domínio de conceitos limítrofes para os alunos como diferenciação celular e papel biológico dos componentes da célula (material genético, organelas e nutrientes).

4.2 NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO CONCEITUAL DOS ALUNOS – PLANTAS

4.2.1 Nível de Desenvolvimento Conceitual C1– Aulas Práticas (P1) sobre tecido vegetal/respiração e órgãos reprodutivos

Os alunos do 5º ano da COOPEC, ao serem perguntados acerca de questões voltadas para estrutura e funcionalidade de plantas, informaram-nos uma série de conhecimentos, variando entre os níveis espontâneos, científicos e uma transição entre ambos. Para isto, perguntamos aos alunos (A1, A2 e A3) sobre questões introdutórias aos referidos aspectos conceituais (P):

- 1) As trocas gasosas e a luz interferem no crescimento das plantas?
- 2) Por quais estruturas ocorre este processo e como é realizado?

Quanto à primeira questão, pudemos observar inicialmente uma resposta escolar misturada com aspectos espontâneos, sendo que as crianças não relacionaram as substâncias inorgânicas (água e sais minerais), nem as orgânicas (carboidratos, proteínas, lipídeos...), como parte do processo de que depende a função de crescimento vegetal. Eles compreendem que a luz e as trocas gasosas favorecem o crescimento das plantas pela realização da fotossíntese, sendo que de uma forma espontânea relacionam também o oxigênio a tal processo, como ilustra a resposta a seguir:

A1– Se a planta não tiver luz e oxigênio, ela não cresce [...] Vai se desbotando, murchando, caindo os galhos 'devagarzinho' com o vento (ar). Troca gás carbônico e oxigênio; A2– Precisa de todas essas coisas para sobreviver [...] Porque se colocar dentro de uma sacola fechada, ela vai morrer [...] O ar ajuda ela respirar e a luz dá energia para fazer as outras coisas que ela precisa para sobreviver

Inicia nesses alunos, uma visão vaga e incompleta de interação sistêmica, sendo que eles relacionam a contribuição de fatores externos para o crescimento

vegetal e não a interdependência deste com os internos (clorofila, sais minerais...). Sigurjonsdóttir e Thorvaldsdóttir (2010) afirmam que essa visão, para o referido evento, pode se estender para crianças com idade de até 15 anos, o que não significa que a escola não possa avançar no ensino de tais conceitos.

Em relação à segunda questão, observamos o uso de analogias pelo aluno A1 quando afirma que "*lá dentro tem um 'motorzinho' que renova o ar [...] O gás carbônico entra no 'motorzinho' e sai o oxigênio [...] Assim, por toda a vida*". O aluno A2 discorda ao perguntar: *Mas a clorofila não é quem faz isto?* O pesquisador explica que a clorofila é quem segura a luz, criando uma espécie de conflito em relação a A1. Então, este se serve de uma explicação fundamentada no vitalismo e finalismo para responder à questão: "*O gás tem uma espécie de força que ajuda a planta a se manter viva*". Observamos para tal, o uso de analogias pelo aluno A2, a saber: "*Tem 'buraquinhos³² que facilitam o ar entrar e sair [...] Eles só podem ser observados com o microscópio e na transpiração quando estamos embaixo de uma árvore*".

Percebemos ainda a presença do finalismo na resposta para questão referida anteriormente, como ilustram as palavras de A2: "*Entra um para sair o outro gás [...] Acho que a planta respira para manter o ar [...] E a respiração ajuda a planta a crescer*". O pesquisador buscando um elo de tais conceitos com o conceito de crescimento interroga: P– O alimento vem de onde, então? A2– "*Vem da folha [...] A folha produz a água, tipo de semente e o fruto é o alimento*". Os alunos pensam que o fruto serve para a alimentação e crescimento vegetal, e que as plantas dependem de fatores externos para a realização da fotossíntese.

Consideramos não ser fácil a elaboração de uma explicação breve para assuntos ora apresentados, envolvendo muitos outros conceitos, por isso existe a dificuldade de síntese por parte dos alunos para compreensão das trocas gasosas e fotossíntese. É mais fácil dizer que o ar está envolvido no processo, sendo esse um tipo de resposta que não exige deliberação de pensamento. Uma questão positiva para o ensino e nova nesse trabalho é apresentação do conflito pelos próprios alunos em relação aos itens questionados, o que sugere um ponto de partida para que os professores introduzam o conceito científico correspondente, através de situações concretas de ensino, podendo ser teóricas e/ou experimentais, tais como:

³² São os estômatos das folhas observados ao microscópio.

Se é o fruto que fornece alimento para a planta, como ele fica seco e o alimento permanece nele? Como ele alimenta ser humano e animais?

Segundo Castro (2010) e Castro e Bejarano (2012c), algumas crianças afirmam ser a semente que faz o vegetal crescer. Contudo, assinalamos que essa é uma forma de pensamento superada pelos alunos da COOPEC, os quais foram ensinados com aulas práticas no período de quatro anos, especialmente a partir de 2010 (Apêndice B, p.301).

Na seção que segue, buscamos articular uma explicação entre as funções vitais de fotossíntese, respiração, estruturas por onde ocorrem as trocas gasosas vegetais e o crescimento destes seres vivos, a fim de possibilitar aos alunos uma melhor compreensão acerca da interdependência entre os fatores externos e internos na realização das funções vitais e desenvolvimento vegetal. Quando perguntamos aos alunos (A1 e A2) sobre o que faz as plantas buscarem a luz e respirar, obtivemos como respostas o seguinte:

A1– A luz dá energia para ela manter respirando e fazendo a fotossíntese [...] Tipo nós precisamos de comida para trabalhar [...] ela absorve a luz, fica mais forte e faz melhorar a transpiração e o crescimento dela; A2– A luz atrai a planta e ela vai acompanhando a luz e ganha mais energia e termina a fase de crescimento dela [...] Entra novamente e depois que vai para todas as partes ajudar a realizar as suas funções [...] É a energia que recebe para crescer [...] A água vai junto e depois faz uma reviravolta indo para natureza e voltando sobre a forma de chuva.

Os alunos do 5º ano da COOPEC ao serem perguntados acerca de questões voltadas para estrutura e funcionalidade de plantas indicaram-nos uma série de conhecimentos, variando entre os níveis espontâneos, científicos e em transição entre ambos. Observamos que, além disto, eles usaram analogia funcional e artificialismo, a fim de explicar a importância dos nutrientes para as plantas. Exemplificando esse item, temos: P– O que faz as plantas buscarem a luz e respirar? A1– “*Tipo nós precisamos de comida para trabalhar [...] Ela absorve a luz, fica mais forte e faz melhorar a transpiração e o crescimento dela*”. Eles usaram um vitalismo para explicar a referida questão e, posteriormente, se serviram para tal de respostas finalistas e artificiais (superficiais), como: A2– “*Entra novamente e depois que vai para todas as partes ajudar a realizar as suas funções [...]*”.

Em relação à questão que segue: P– A fotossíntese é realizada durante o dia e a respiração à noite?. Os alunos A1/A2/A3 afirmaram que é a luz do Sol que faz a fotossíntese acontecer só durante dia, enquanto a respiração ocorre a noite. Os

alunos apresentam novamente resposta finalista, não percebendo que a respiração é um fenômeno constante na vida das plantas. Essa é uma visão comumente encontrada em livros didáticos de ciências e que se equipara à forma de pensamento artificial dos alunos. Essa questão pode ser melhor compreendida mediante uma situação de conflito (a planta precisa de luz para realizar a fotossíntese e para respirar?) apresentada aos alunos entrevistados pelo pesquisador: P– Como sabemos se as plantas estão respirando ou fazendo a fotossíntese?

A1– Respiração só quando as folhas estão em movimento. P– E se ela estiver parada? A1– ah! Ela respira de qualquer jeito, mas em movimento acho que respira mais [...] Ela não está doente, está boa e com frutos está respirando [...] Está também fazendo a fotossíntese; A3– Ela pode também estar com as folhas caídas, tipo no inverno e ainda respira mesmo a gente pensando que ela está morta [...]. P– Como isto ocorre? A3– Entra na terra, vai pela raiz até chegar ao caule ou entra por uns "buraquinhos" que tem no caule que o professor falou na aula.

Observamos, na última questão, uma visão sistêmica em nível espontânea fortalecida inicialmente pelo finalismo (A1). O pesquisador usou uma situação de conflito para que este aluno avançasse na explicação acerca do fenômeno de respiração das plantas na sua relação com a fotossíntese. O aluno A3 se apóia na funcionalidade espontânea para responder a mesma questão, ou seja, ao invés de usar o conceito escolar, ele apresentou a função do vegetal para evidenciar sua vitalidade respiratória e fotossintética. Não há, portanto, discernimento por parte deles em relação à distinção entre os gases que as plantas absorvem e o ar/vento, ou seja, como um processo constante, conforme asseguram Sigurjonsdóttir e Thorvaldsdóttir (2010). O pensamento do aluno A3 está voltado apenas para as trocas gasosas externas.

Em relação à ocorrência da fotossíntese e respiração, os alunos da COOPEC têm a concepção de que essas funções são realizadas por conta de uma exigência do meio, mas custa-lhes acreditar nas razões pelas quais elas existem (finalismo). O conhecimento escolar influencia a resposta de A3 em nível espontâneo, e isto evidencia uma possibilidade de crescimento conceitual em que os conhecimentos científicos e espontâneos se aproximam diante da compreensão de uma situação de aprendizagem. Destacamos, para isto, a influência dos conteúdos escolares para o enriquecimento das respostas dos alunos, conforme assinalam Castro (2010) e Castro e Bejarano (2013b), mesmo considerando suas limitações decorrentes do

seu estado de desenvolvimento cognitivo e/ou por falta de experiência com o assunto, no que concerne aos itens específicos mencionados (interação funcional e processos).

O conhecimento acerca das estruturas vegetais por onde ocorrem as trocas gasosas e transpiração (estômatos), bem como seu funcionamento básico, auxilia na ampliação da assimilação dos eventos/conceitos anteriormente mencionados, como ilustra o excerto: P– Como as aberturas que observamos ao microscópio conseguem trocar os gases nas plantas? A1– "*Uma parte abre e facilita o ar entrar e sair da folha do vegetal [...] Aquelas 'aberturinhas'...*"; A2– "*Pode viver mesmo as folhas caindo tem o direito de fazer a fotossíntese*". Segundo Delizoicov e Angotti (1994), isso evidencia uma visão egocêntrica da natureza (animismo e artificialismo), em que fenômenos ocorrem da forma que as realiza ou conforme a sua própria referência ou imagem [...] A1– "*Todas devem ter para ficar vivas (aberturas)*".

Podemos tornar mais clara questão referida anteriormente com o item que segue: P- Todas as plantas respiram de forma igual? E as que não têm folhas? A1– "*Causa que³³ todas têm de respirar mais [...] São maiores e precisam de mais oxigênio. [...] As menores não são tão fortes*"; A2– "*As plantas que não tem folhas precisam respirar mais para poder novas folhas crescer*". Podemos melhor explicar tal situação por meio de um conflito em que se discute a relação entre a respiração realizada por um Vegetal com Folhas x Vegetal sem Folhas. Essa é uma questão que pode ser esclarecida mediante exposição teórica de um conhecimento historicamente adquirido, a exemplo, de uma prática ao qual os professores e/ou alunos tiveram oportunidade de vivenciá-la, ou ainda de realizar o experimento, tendo em vista a observação e análise dos resultados.

Na questão ora relatada, o plantio de mudas/estacas (galhos) de Jasmim com folhas x Jasmim sem Folhas é indicado porque se trata de um vegetal que tem rápido desenvolvimento e que os alunos conhecem no seu meio, além disso, é fácil a reprodução por estaquia³⁴ (estacas/galhos). Outra possibilidade de discussão deste assunto envolve o conceito de adaptação, pois há vegetais que perdem as folhas numa época do ano para evitar perda de água na estação seca e outras cujas

³³ Significa a causa do fenômeno, sendo uma expressão com equivalência a conjunção porque.

³⁴ Estaquia. (Do gót. Stakka, 'estaca'). Técnica de reprodução artificial das plantas que utiliza o plantio de estacas ou galhos (fragmentos do caule, de raiz, de ramo ou até mesmo de folha suscetíveis de enraizar), com a posterior regeneração de toda a planta a partir do seguimento plantado, exemplo da roseira, cravo, agrião etc.. (SOARES,1993, p.149).

folhas são transformadas em espinhos por essa mesma razão. Para além das respostas egocêntricas aqui apresentadas, abstraímos que as falas dos alunos implicam uma reação em que a relação de distinção entre causa e efeito dos fenômenos tende a se fortalecer no processo de desenvolvimento conceitual em que se encontram (C1) na direção às etapas C2, C3 e C4.

Para finalização do nosso entendimento acerca das hipóteses levantadas pelo(s) pesquisador e alunos, no que tange ao nível de desenvolvimento C1, perguntamos aos alunos, o seguinte: P- Apenas as plantas verdes realizam a fotossíntese, ou todas elas? A1- *"Elas têm uns 'pontinhos'³⁵ de cores diferentes, como explicou o professor nas nossas aulas. Ex: Ipê rosa, branco, vermelho"*; A2- *"Tem clorofila as Plantas não verdes?"*. A3- Idem A1. A influência do conhecimento escolar (pesquisador) se faz notória nas formas de pensamento dos alunos A1/A2/A3, ficando implícito que eles compreendem e podem trazer à tona uma explicação acerca dos pigmentos encontrados nos vegetais, a relação com as cores e a realização da fotossíntese, ou seja, a clorofila é quem fixa a luz e, com os demais pigmentos, é responsável pelos diferentes padrões de cor nos vegetais, conforme as repostas a seguir: A2- *"Pode ser diferente porque cada uma tem suas características"*. P- Como é isto? A1- *"A planta se reproduz e fica com cores diferentes"*; A2- *"Roseira reproduz e a folha fica de outra cor"*; A3- *"A planta ganha essas cores da natureza"*. Essas proposições possibilitam a iniciação ao conhecimento de herança biológica com derivação conceitual vinculada aos conhecimentos espontâneos dos alunos (artificialismo). Isso mostra que o pensamento da criança se desloca para uma área conceitual nova (evolução) a partir da qual podem ser construídos os conceitos propriamente ditos, ampliando a rede conceitual (ver p.251).

4.2.2 Nível de Desenvolvimento Conceitual C2– Aulas Práticas (P2) sobre Luz e vida

Na seção que segue, articulamos uma explicação entre as funções vitais de fotossíntese, troca gasosa, transporte de nutrientes e crescimento vegetal. Enfatizamos para isto o papel da luz nos processos vitais das plantas, aqui mencionados, com base nas atividades práticas realizadas em 2010 (luz e vida),

³⁵Trata-se de pigmentos diferentes que dão coloração diferentes as folhas, flores e frutos.

considerando sua influência na distribuição das espécies vegetais na Natureza. Para tanto, o pesquisador apresentou inicialmente quatro questões para que os alunos entrevistados as respondessem:

- 1) Qual a importância da luz para o crescimento da planta?
- 2) Como o corpo da planta reage à luz para poder crescer?
- 3) Como foi o crescimento das plantas fora e dentro das caixas?
- 4) O que você pode fazer para ajudar no crescimento das plantas (caixas)? E a Natureza faz como?

Em relação ao primeiro quesito, os alunos A1/A2/A3 apresentaram as formas de pensamento vitalismo, artificialismo e finalismo, conforme descrito abaixo:

A1– Bate na flor [...] Ajuda a planta a desenvolver e a ficar mais forte [...] [...] Ela vai crescer sozinha que precisa da luz do Sol; A2– Dá mais energia [...] A luz que atrai a planta [...] Que corre atrás da luz ajudando ela a crescer [...] A planta puxa a luz até ficar no seu tamanho ideal que ela precisa para viver; A3– A luz dá força para a semente brotar e o vegetal crescer.

Há uma repetição das respostas egocêntricas, sendo que estas tendem a diminuir nos anos subsequentes devido ao desenvolvimento conceitual dos alunos. Para isto, contamos com um melhor direcionamento das aulas teórico-práticas para fins de explicar as proposições levantadas pelos alunos.

Quanto à reação vegetal aos estímulos da luz na relação com o crescimento (item 2), o conhecimento espontâneo apresentado pelos alunos é influenciado pelo conhecimento escolar adquirido nas aulas realizadas pelo pesquisador, acerca da influência da luz sobre o crescimento vegetal (célula). Podemos ilustrar essa situação no trecho que segue: P- Como o corpo da planta reage à luz para poder crescer? A1– *"Absorvendo o calor e fazendo a fotossíntese"*. A2– *"Isto ocorre quando a planta está na terra [...] A luz bate e vai crescendo [...] Aos poucos, as minhocas também ajudam o 'filhinho' a crescer a partir das suas células (pequena planta)"*. Ressaltamos que os alunos sabem que para isto as minhocas contribuem para adubação do solo e o torna arejado e capaz de reter mais água.

Identificamos a seguir, ainda quanto à segunda questão, o pensamento espontâneo do aluno A2 em que prevalecem os aspectos de vitalismo e finalismo:

A2– A luz joga alguma substância para ela crescer [...] Essa substância mais energia e clorofila dão todas as coisas que a planta precisa para viver [...] vai para todo corpo da planta e faz crescer quando chega na folha [...] ela sai e vai para outras plantas para a raiz.

Inferimos que há uma iniciação à sistematização do conhecimento científico, ainda num nível de abstração mais próximo do conhecimento espontâneo. O dinamismo funcional se apresenta num ciclo, mas num nível espontâneo.

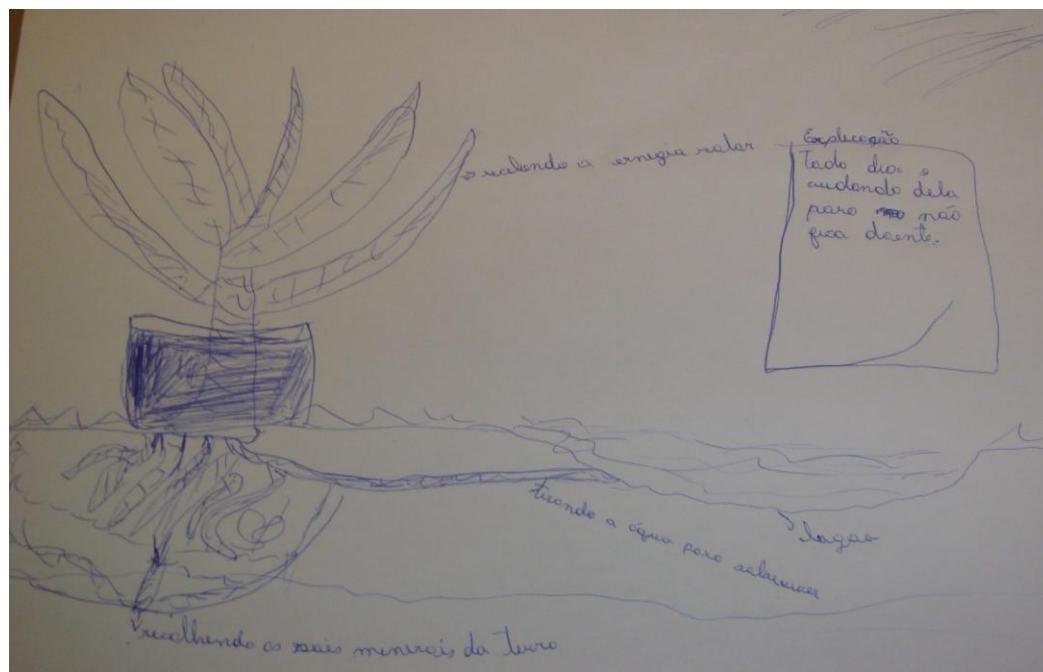
Na questão três, percebemos a continuidade do pensamento espontâneo apresentado com apoio do vitalismo e finalismo, sendo que não houve explicação por parte dos alunos sobre a causa do crescimento vegetal possibilitado pela luz, o que confere tal tipo de conhecimento dos alunos. Vale lembrar que foi iniciada a explicação científica em sala de aula pelo pesquisador. Podemos verificar essa afirmação no excerto: P– Como foi o crescimento das plantas fora e dentro das caixas? A1– *"A força é mais rápida por conta do sol e dentro tinha poucos 'buracos' [...]"*. A2– *"Caixa Fechada (em contraste) x Caixa Aberta: a luz é pouca na caixa fechada e ela precisa buscar a luz para sobreviver"*.

Podemos ampliar a compreensão do item anterior a partir da questão quatro: O que você pode fazer para ajudar no crescimento das plantas? E a Natureza faz como?

A1– Regar [...] Usam nutrientes e a terra e depende de si próprio. A2– Deixar num local alto e deixar a parte do fundo para a raiz encontrar os nutrientes [...] na Natureza com a sua forma própria. A1– Como exemplo tenho: plantas embaixo de pés de siriguela [...] elas crescem para buscar luz [...]; A2– Se forem áreas coladas umas nas outras, as plantas também ficarão fininhas [...]; A3– Tem plantas que precisam mais dos nossos cuidados [...] As que vivem na Natureza são fortes e precisam de menos cuidados. P– Elas gostam de pouca luz e recursos, mas se o número delas aumentar, só as mais fortes sobreviverão. A1/A2/A3– Sim.

Os exemplos apresentados por eles se mostram como uma extensão do conhecimento escolar para explicação dos fenômenos naturais (fig. 20). Acreditamos que esse seja um meio que contribui para o aumento da apropriação dos conteúdos pelos alunos do Ensino Fundamental I. Para tanto, foi necessário que o pesquisador exemplificasse os assuntos por meio das próprias perguntas (signos). É recorrente o pensamento egocêntrico nos alunos nesse nível conceitual associado ao conceito de adaptação, sendo esta uma questão favorecida pela lembrança concreta (vivência do meio) em que se apresentam os conteúdos referentes ao reino vegetal.

Figura 20- Pensamento egocêntrico - Aluno do 5º ano da COOPEC



Fonte: COOPEC, Central-BA, 2012

Observamos uma associação em que as crianças dividem o papel delas com a Natureza, no sentido de viabilizar o crescimento vegetal. Na visão delas é imperativo do meio natural fornecer condições de que precisam as espécies para se manterem adaptadas; há uma predisposição interna do vegetal para uso dos recursos no seu habitat, sendo que somente as mais fortes são selecionadas em seu meio. Notamos que o aluno articula, numa base ainda espontânea, o conceito de crescimento com adaptação, habitat, espaço, luz, nutrientes, potencial biótico, competição e seleção natural. Isto só nos fortalece na concepção de que é possível e necessário iniciar a formação de conceitos biológicos, desde cedo com a criança. Destacamos que, em parte, o problema da escola é que comumente desenvolve o ensino de conceitos "prontos" sem considerar as formas e os processos de que dependem os alunos para formação dos conceitos científicos (KAWASAKI; BIZZO, 2000).

A articulação do conhecimento dos alunos envolvendo as funções vitais de fotossíntese, trocas gasosas, transporte de nutrientes e crescimento vegetal passou a ser melhor direcionada quando os alunos responderam questões específicas acerca do papel da luz nos processos vitais das plantas supramencionados nesse trabalho. Os itens que seguem evidenciam a referida afirmação, como podemos ilustrar: P– Uma planta vai se desenvolver e a outra não (dentro da caixa)? A1–

"Cresceu primeiro dentro caixa com mais sol [...] sobreviveu para não morrer [...] fora da caixa, elas ficaram menores e mais duras para a chuva forte não derrubar". Identificamos a presença constante do pensamento finalista e vitalista nas crianças da COOPÉC, enriquecido pela visão espontânea compartilhada na vivência com as pessoas.

Merece destaque nesse trabalho, a situação de conflito cognitivo à qual os alunos reagiram dando um passo a mais na emissão dos conhecimentos acumulados na sua vida e com as experiências desenvolvidas em sala de aula (professoras e pesquisador). Os trechos a seguir denotam essa afirmação que faz parte da mesma pergunta apresentada pelo pesquisador anteriormente: A2– "Dentro da caixa não vai ser forte porque terá menos nutriente [...] por causa da luz, a de fora já tinha sol e não precisa desenvolver tão rápido"; P– Menor e forte, elas ficam? A2– "Desde que nasceram já tinham sol e nutrientes" (artificialismo).

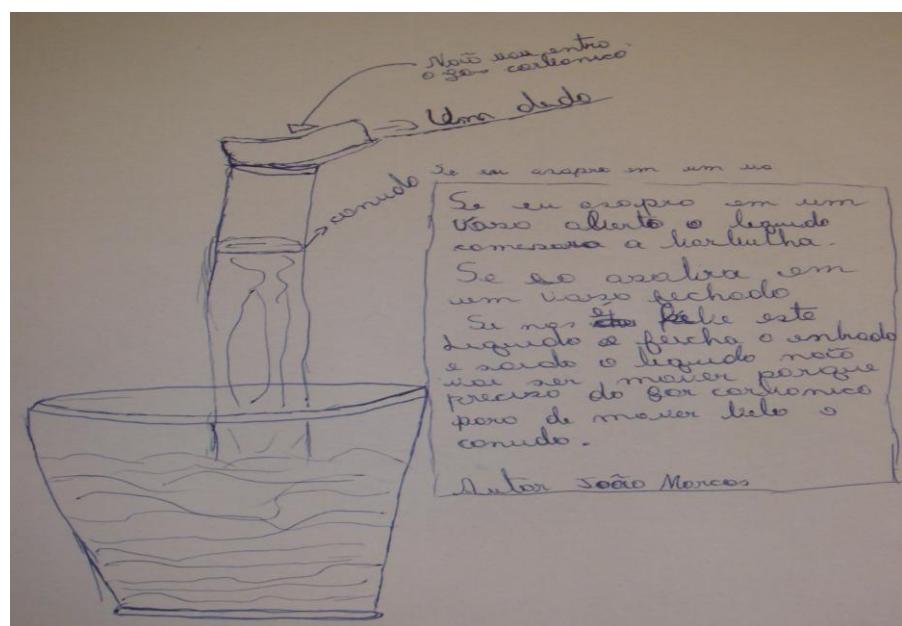
O desenvolvimento dos alunos pode ser apresentado de duas formas: uma em que o conceito científico se concretiza ou se eleva em relação ao espontâneo correspondente e outra a qual este pensamento conceitual amplia o espontâneo, no sentido de contribuir para a formação de novas ideias ou aparece com este, servindo de base para edificação dos primeiros conceitos. Quanto a este último aspecto, podemos assegurar que a razão de ter menos nutrientes na planta, dentro caixa, por exemplo, implica numa relação com os fatores de que dependem o vegetal para seu crescimento. Isso denota que os conceitos escolares estão vinculados às respostas das crianças, ainda que de forma não bem elaborada ou internalizada.

A compreensão dos alunos A1/A2 sobre o crescimento vegetal pode estar vinculada à concepção de como os nutrientes são transportados no corpo vegetal, mais do que na relação direta com a nutrição a qual se relaciona mais com a fotossíntese e respiração. Ressalvamos que todas essas funções ocorrem dentro de um sistema, mas na cabeça das crianças elas aparecem ainda de forma confusa e/ou num nível espontâneo. Podemos sinalizar tal explicação na questão: P- O que ocorreu com a terra dos vasos e como os nutrientes da terra chegam em todas as partes do corpo vegetal? A1– "*Usou a terra e sais minerais porque no algodão cresce mais e germina? [...]*". Eles afirmaram (A1/A2/A3) que as raízes pegaram os nutrientes mais a água e tem tipo uma "mangueira" usada para transportar os sais e levar para todos os galhos que estão ligados ao caule, pois os galhos ficam mais fortes e produzem seu alimento e tem uma força na raiz que contribui para a

reprodução. Verificamos o uso de analogia estrutural antecedida por um vitalismo e sucedida por um conflito para falar acerca do que lhes foi perguntado, e, para isto, eles recorreram ao experimento realizado comumente pelas professoras, como a germinação de feijão em algodão úmido.

A fim de explicar melhor tal questão, dispomos de uma experiência extraclasse realizada por um dos alunos participantes da pesquisa. O aluno (A2) comparou o transporte de substâncias no vegetal com um "canudo" fechado [...] P- Mas como, se a planta transpira? A2- "Se não houvesse abertura no tubo, a água iria ficar no meio do caule". A2 Concordou com o pesquisador, mas emitiu novas informações sobre a questão, as quais podemos observar na ilustração abaixo (fig.21):

Figura 21- Experimento base sobre transporte de substância em vegetal
Aluno do 5º ano - COOPEC



Fonte: COOPEC, Central-BA, 2012

Quanto aos fatores que se relacionam com o crescimento vegetal, a visão escolar segue "amarrada" com o conhecimento espontâneo. P- Como o ar (oxigênio e gás carbônico) ajuda nesse processo de crescimento das plantas? P- Quem ajuda mais, o oxigênio ou o gás carbônico?

A1- Alimenta as células, mas os dois gases ajudam do mesmo jeito [...] ela tem que produzir o oxigênio senão, como vai respirar? [...] o oxigênio serve para bombear o gás carbônico e a água [...]

faz um impacto [...] puxa para cima os sais minerais e ajuda na energia negativa [...] o lado composto/oposto e se ficar do mesmo lado vão soltar e água desce no tubo que tem dentro da planta. [...] O gás carbônico serve para produzir o alimento dos frutos.

Essas questões serão mais bem discutidas na página 201 (fig. 23). O aluno A1 explica como ocorre o transporte de seiva em vegetal através de uma analogia estrutural e funcional.

O investigador se sentiu investigador das mesmas questões apresentadas pelas crianças. P- Quais nutrientes fazem parte do fruto?

A1- Acho que água, açúcar, sais minerais, proteínas e substâncias que dão energia para ele; A2– Tipo de nutriente que dá força para a planta crescer [...] O gás carbônico se transforma em alimento e a planta solta o oxigênio [...]. Ela produz o alimento que serve de nutrientes e o oxigênio necessário para ajudar no gasto de nutrientes e ainda limpa o organismo, jogando para fora o gás carbônico; A3– Os mesmos nutrientes que elas precisam para crescer [...]. Elas pegam alimentos da terra e do ar e conseguem fazer a fotossíntese para viver.

Os alunos representam de forma sistêmica, embora incompleta, a relação entre as trocas gasosas e as interações internas no vegetal, em que as funções de transporte de nutrientes, fotossíntese e respiração contribuem para o crescimento da planta (fig. 22). Temos apoio a esse ponto de vista nos trabalhos de Castro (2010) e de Castro e Bejarano (2012c; 2013b).

Esta é um nível de pensamento que aproxima a criança do conhecimento escolar e que avança em relação à literatura estudada. Embora, considerando tal desenvolvimento conceitual, o conhecimento espontâneo de A1 precisa ser investigado, pois ele sustenta que o oxigênio entra na planta para ocupar o lugar do gás carbônico, como defende Sigurjonsdóttir e Thorvaldsdóttir (2010). Contudo, acrescentamos que A2 já menciona a nutrição vegetal, a partir dos produtos elaborados na fotossíntese, discordando da visão anteriormente apresentada (o fruto como alimento para o vegetal) em relação a esse nível de conhecimento.

Figura 22– Trocas gasosas vegetais e interação de funções vitais
Aluno do 5º ano da COOPEC



Fonte: COOPEC, Central-BA, 2012

Embora denotando afirmações espontâneas sobre a distribuição vegetal nos ambientes de acordo com a luminosidade, verificamos uma apropriação conceitual sobre a herança genética possibilitada pelas vivências prévias destes alunos com os referidos assuntos. Podemos ilustrar isso no trecho que segue: P- Por que umas plantas crescem mais que outras, umas são tortas, outras ficam embaixo de outras?

A1– São adaptadas para crescer 10 m., outras 1 m, 2 m.[...], tipo os humanos tendo a mesma idade [...] puxando o pai que pequeno como o mesmo ele ou alguém da família [...] ou então, Deus já criou assim. Alguma retira o nutriente de outra planta [...] ou então não precisa de tanto sol. Para planta crescer no algodão, a água e sol são as condições; A2– Cada uma tem o seu tempo de germinação [...] germinam mais rápido, crescem mais rápido, mas a posição que elas nasceram embaixo e tortas procurando o sol [...]; A3– Cada planta tem seu jeito de pegar seu alimento na Natureza [...]. Algumas gostam mais de sol que outras e tem mais força para crescer.

Essas concepções dos alunos são influenciadas pelo conhecimento escolar, pois como podemos notar, eles usam o conceito de nutrientes como elemento central para explicação acerca do crescimento vegetal. Eles sabem ainda que é a reserva de nutrientes que permite o desenvolvimento do corpo das plantas, conforme ilustramos a seguir: P– Mas como a planta consegue viver nos próximos dias? A1– "Tipo os humanos [...] Um bebê pequeno só bebe leite [...] Um bebê na barriga da mãe e que acabou os nutrientes e ele tem que sair, nascer [...] Então sem água a planta depois de alguns dias tem que ser mudada para a terra que dará para

ela os nutrientes". P– Por que nos primeiros dias ela pode viver sem a terra? A1– "A plantinha ainda é frágil e depende da semente para se alimentar [...] É tipo que vai crescendo e quando chega aos 18 anos tem que viver sozinho". Observamos o uso da analogia estrutural e funcional, tendo influência no conhecimento escolar adquirido, embora num nível espontâneo e artificial. Essa é uma questão também identificada no excerto que segue.

A situação a qual os alunos se depararam nessa investigação suscitou a elaboração de respostas que culminam com a compreensão limite dos alunos acerca da influência da luz na sua relação com o crescimento vegetal, a partir das funções vitais respiração e transporte de substâncias no organismo vegetal, ainda que de forma espontânea. Com este ponto de vista, mostramos uma internalização conceitual preliminar acerca da absorção de nutrientes pelas plantas através da fotossíntese e não que elas se alimentam dos frutos. Observamos isto no item que segue: P– Como crescem as plantas que vivem na sombra ou na água? A1– "Sombra [...] Mudar o crescimento, buscando o sol [...] Adaptados [...] Oxigênio da água [...] Recebe o sol que bate na água [...] A luz atravessa e vai até a planta [...] Dá alimentos aos peixes". P– Até quantos metros? A1– "Depende da profundidade [...] Muito no fundo, não (A2)"; A2– "As algas também são plantas?"; A3– "Depende da planta e do tipo de água".

Essa questão da adaptação percebida num nível espontâneo foi também relatada no item que segue: P– Como as plantas podem viver em tantos locais diferentes, até em cima de pedras e embaixo da água? A2– "Cada um retira seu alimento de um jeito [...] Tem sua forma de viver [...]" A2– "Adaptados a depender do sol, nutrientes e solo". Notamos um ponto de vista científico vinculado ao conhecimento espontâneo nesse último exemplo A2– "Ei Professor só dos nutrientes, do mais e aí ? Não existe por onde o sol não bate?". P– Como é a questão dos pólos nas plantas pequenas, ou seja, que facilita o transporte de substâncias da raiz para as folhas?

A1– O gelo cobre e tem pouco sol, por isso ela é pequena [...] pouco gelo em cima e o pouco sol vai derretendo [...] pouca fotossíntese [...] mas quando tem um pouco de sol, temos um pouco de água também porque o gelo vai derretendo [...]; A2– Isso faz as plantas crescerem mais, por quê? A1– Porque da fotossíntese a planta retira seu alimento e vai crescer ainda mais [...]; A3– Ela não cresce porque o gelo não deixa a raiz absorver as substâncias do solo [...].

O limite indicado para este nível é percebido quando o aluno responde à pergunta com outra pergunta ou o colega responde à questão perguntada ao outro, como explicitamos anteriormente. Ressalvamos, contudo que houve um aumento na compreensão sistêmica do assunto pelos alunos, pois eles já concebem a água, temperatura, luz como fatores interdependentes para a realização da fotossíntese. Entretanto, a função de crescimento, em seu conteúdo e forma específicas (proposições), se configura como uma questão que ultrapassa esse momento de desenvolvimento da criança. Em tal nível, essa função excede a Zona de Desenvolvimento Proximal das crianças da COOPEC.

Para finalizar a discussão referente ao nível de conhecimento C2, sinalizamos a necessidade de continuar a identificação e análise dos saberes dos alunos, no que tange ao transporte de substâncias no vegetal, enfatizando a distribuição dos nutrientes pelo corpo vegetal a partir dos vasos lenhosos e liberianos (estrutura). Esses aspectos estão de acordo com o desenvolvimento dos alunos, conforme discutido na próxima fase do nosso estudo.

4.2.3 Nível de Desenvolvimento Conceitual C3– Aulas Práticas (P3) com o copo de leite

Em relação às estruturas e transporte de substâncias nos vegetais (seiva bruta e elaborada), os alunos do 5º ano, inicialmente, responderam a duas questões:

- 1) Os nutrientes circulam no corpo das plantas com ajuda do Sol, das raízes, de tubos ou canais que estão no corpo da planta, ou como isso ocorre?
- 2) Como os órgãos (partes) do corpo vegetal recebem os alimentos que vêm do solo?

Com o conhecimento obtido com as experiências com o "copo de leite" e planta envasada, os alunos da COOPEC apresentaram a seguinte explicação sobre estes quesitos: A1– "*As substâncias entram pelas folhas e sobe pelos "tubos" maiores que se dividem em tubos menores que só podem ser vistos no microscópio ("tubinhos" e aberturas no final deles)*". A2 e A3 concordaram com A1. A partir das aulas práticas com demonstração da estrutura dos tubinhos, evidenciamos a origem,

localização e a relação dos tubos com os estômatos e por onde ocorrem as trocas gasosas e transpiração.

Destacamos que o uso de figuras nessas aulas evidenciando a posição de tais estruturas no corpo vegetal (Apêndice C, p. 308) contribuiu para a ampliação da visão dos alunos sobre o assunto. Com isto, eles passaram a relacionar mais interdependência estrutural e funcional no organismo vegetal, bem como a simular novas tarefas e proposições a serem experimentadas. Percebemos tal ponto de vista nas respostas dos alunos para as questões: P- Como funcionam os tubinhos? A poda atrapalha na função deles?

A1– Disse que tem que podar as plantas na hora certa para evitar a perda de água pelos "tubinhos". [...] Exemplo: copo com água e o canudo fechado é igual a planta, a planta retirando água do solo após a chuva. [...] Ao abrir o canudo, a água sobe depois de ter sido pressionado com o dedo";[...];
 A2– O alimento sobe para a copa do vegetal pela força dos "tubinhos";[...]; A3– Eles sugam a água do solo com a força da transpiração, tipo uma pessoa suando e tomando água.

O aluno A1 relembrou da experiência vivenciada no dia a dia e A2 recordou da experiência com o copo de leite, realizada em sala de aula. Inicialmente, a explicação dada por A1 foi apresentada mediante funcionalidade, sendo na segunda (A2) e terceira (A3) respostas possibilitadas pelo vitalismo (força dos "tubinhos"). O aluno A3 usa uma analogia funcional para explicar como funcionam os vasos lenhosos ou "tubinhos".

Consideramos, entretanto, que mesmo as crianças tendo ampliado o nível de compreensão acerca da estrutura e funcionalidade de vegetais, algumas formas de raciocínio delas sinalizam a necessidade de continuar o ensino desses conceitos, como apresentamos no início desta fase de pesquisa. Como exemplo, temos que eles tratam a seiva bruta como o alimento da planta e não como matéria prima com a qual o alimento será produzido. Esta concepção é encontrada nos trabalhos de Popov (1995) e de Sigurjonsdóttir e Thorvaldsdóttir (2010), com crianças com faixa etária igual ou acima dos alunos da COOPEC. Assinalamos que estudantes retrocedem em relação a alguns conceitos (seiva bruta como alimento), mas avançam em outros em cada etapa do desenvolvimento, ou ao longo do período de pesquisa.

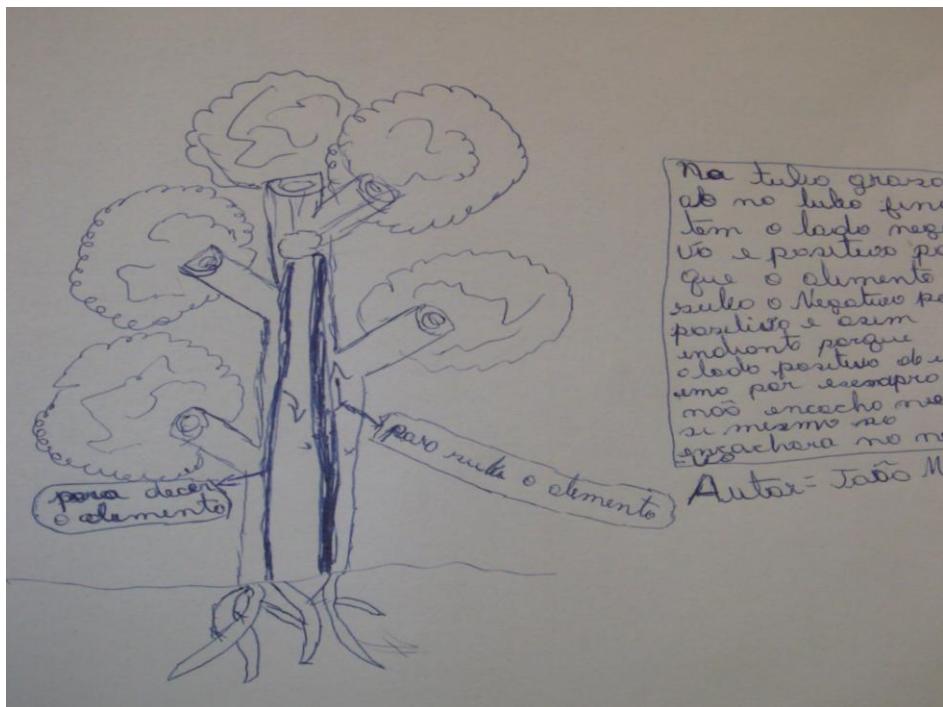
A experiência com o "copo de leite" suscitou nos alunos uma série de questionamentos para os quais eles conseguiram iniciar a formalização de conceitos mais específicos, no que tange à estrutura e transporte de substâncias no corpo

vegetal. A exemplo disto, temos os conceitos relacionados à adaptação de vegetais ao ambiente semiárido. Os alunos responderam os itens que tratam do uso do experimento com anil, copo de leite e água da seguinte forma: P– Por que o uso do anil na experiência da flor colocada no copo com água? O experimento com a roseira pode ser efetuado com anil vermelho? Por quê? Os alunos A1/A2/A3 questionaram sobre a falta de visualização ou de provas sobre a existência dos tubos que levam os nutrientes para as folhas. Eles indagaram ainda se a utilização do vermelho depende da cor da roseira. Essas dúvidas dos alunos sinalizam um limite inicial de compreensão para as questões apresentadas, embora essas formas de pensamento sejam comuns no início da experiência.

Essa dificuldade de internalização inicial dos referidos aspectos conceituais foi superada à medida que outras questões foram sendo explicadas nesse mesmo nível de desenvolvimento. Além disto, podemos afirmar que os questionamentos dos alunos serviram de base orientadora para o direcionamento da discussão acerca das atividades práticas realizadas na COOPEC nessa fase de desenvolvimento conceitual deles.

O item que segue versa sobre o primeiro ponto específico acerca da estrutura e funcionalidade vegetal relacionada ao transporte de substâncias no eixo raiz- folha (vice-versa): P- Como as substâncias descem para a raiz do vegetal? Existem outros tubos e as substâncias não se misturam? A2– *"Tubo que sobe e que desce com a ajuda do ar tipo fios negativo e positivo (fig. 23). A falta de mistura é tipo uma pororoca, como no Rio Negro e Solimões [...] ondas verticais que vão e voltam no corpo da planta [...] é como o sangue que anda nas nossas veias"*. O nível das questões apresentadas pelo pesquisador e por eles mesmos foi aumentando, e isso foi suscitando uma dificuldade nas respostas, favorecendo a elaboração de respostas baseadas na sua experiência diária/social sobre o assunto, mas num nível também mais elevado. Segundo o estudante A2, há um ligamento fino que desce e outro que sobe nas plantas. A água e os sais minerais da terra sobem pelo canal mais grosso; eles afirmam que a fotossíntese produz os alimentos "finos" que descem pelos ligamentos finos para todo o corpo da planta. Este aluno usou analogias estruturais e funcionais em todas suas respostas.

Figura 23– Sistema de transporte vegetal– Aluno do 5º ano da COOPEC



Fonte: COOPEC, Central-BA, 2012

Com base em autores como Lawson (1993), Cunha e Justi (2008) e Castro e Bejarano (2013b), podemos conceber essas analogias como estrutural e funcional pela descrição, a saber: vaso fino x alimento fino; vasos lenhosos x canal grosso; alimento fino x fotossíntese; alimento grosso x seiva bruta (absorção pela raiz); canal grosso x seiva bruta e ligamento fino x seiva elaborada (vasos liberianos). Cada elemento dessa diversidade de pontos de vista acerca da estrutura e transporte de substâncias no corpo vegetal oferece um ponto de partida para a explicação científica do fenômeno da condução de seiva neste seres vivos, bem como da interconexão de seus órgãos vitais correspondentes.

Buscando compreender melhor como chegam as substâncias absorvidas do solo pela raiz de uma planta e especificar a estrutura por onde ocorre o deslocamento da seiva bruta, servimo-nos das seguintes proposições: P– Como as substâncias conseguem chegar à folha? Como funcionam essas “nervurinhas” (“copo de leite”)? A1– “Funciona usando o oxigênio e puxando o gás carbônico. Elas entregam o alimento e oxigênio para o meio [...] o gás carbônico é jogado dentro da folha, entrando pela boca ('aberturinhas' microscópicas) e dentro da folha serve para a fotossíntese”; A2/A3– *Idem*. Como discutido anteriormente, os alunos apresentam

uma visão sistêmica incompleta, evidenciando uma transição das suas concepções espontâneas para a científica; notamos ainda que eles usam conceitos que estão relacionados com a causa do fenômeno, comumente facilitado pelo uso da funcionalidade do conhecimento adquirido, de forma mais geral.

Por outro lado, a partir da referida forma de pensamento, eles ampliam os conhecimentos sobre o transporte de substâncias no corpo de uma planta. Podemos ilustrar esta questão nos itens a seguir: P– O corte completo da copa de um vegetal faz com que eles fiquem sem folhas, então como eles respiram? O leite vegetal sai de onde? A1– *"Elas vão morrer [...] algumas plantas que vi cortadas pelo caule. Exemplo: Roseira [...]"*; A2– *"A maioria não e as árvores da rua [...] as pequenas são menos resistentes"*. P– Por que não faltam nutrientes? A3– *"Depende do solo [...] Se não plantar no mesmo momento vai murchar"*. P– Temos duas situações, envolvendo plantas pequenas:

- 1) Vegetal com muitas folhas que morreram pela diminuição do consumo dos nutrientes e água;
- 2) Vegetal com poucas folhas que conseguem sobreviver porque precisam de menos nutrientes e água.

Esse conflito foi criado pelas próprias crianças com base na experiência cotidiana trazida para a escola e o pesquisador ajustou, a fim de obter respostas coerentes, ou seja, situação de conflito compartilhada pelos alunos e pesquisador (ambos criando conflitos). Daí emergiram ideias de cunho adaptativo em relação à estrutura e funcionalidade vegetal. Notamos que nas primeiras repostas dos alunos para o fenômeno/evento, eles usam mais a relação de efeito (inversão ou não deliberação de pensamento) do que de causa para explicação dos fenômenos. Isto foi mais comum no momento em que iniciávamos as aulas práticas devido à interação deles no processo de elaboração de conhecimento que estava começando.

Em situação correta, sem água, sais e outros nutrientes, o vegetal com mais folhas teria mais dificuldade de se adaptar, ou seja, de fixar a raiz no solo. Se eu tenho mais folhas na copa, ele vai perder mais água, respirar e fazer a fotossíntese, certo? Então, por que ele morre? Para estes questionamentos, os alunos responderam o seguinte:

A1— Mas a planta grande não morre; A2— A grande já está adaptada e a pequena vai perder muita água; A2— O leite sai de um caminho e quem produz é planta através da fotossíntese [...]; A1— Da seriguela sai um gel, o que é ele? P— É uma forma de defesa [...]; A1— Ele é produzido na folha e vai para o caule [...] ah! Algumas plantas espinhosas produzem sua substância no caule [...]. P— No espinho? A1— O espinho não é adequado para a fotossíntese e sim é adaptada para proteger e segurar a água; A2— A proteção destes vegetais que é a folha espinho transformados e o caule tem água como reserva [...] deve ter alguma coisa lá dentro dele, nas células para segurar tanta água.

Os alunos explicaram que as plantas também respiram pelo caule de uma maneira alternativa, embora o assunto tenha sido explicado pelo pesquisador. Para isto, eles recorrem a uma situação prática cotidiana para superar a limitação conceitual acerca das lenticelas³⁶, as quais permitem a respiração pelo caule do vegetal. Quando os alunos se sentem familiarizados com os conteúdos, eles tendem a elaborar mais proposições, conectar mais os conceitos e a dar mais exemplos. Assim, se forem oportunizados mais conteúdos que se conectam com as vivências das crianças, mais eles poderão aprender conceitos na área biológica. Temos como um fator limitante à aprendizagem dos alunos, o conceito de vacúolos que se refere ao conteúdo de organela celular, que não é estudado na escola primária e muito pouco no Ensino Fundamental II. Outrossim, é o conceito de lenticelas, o qual geralmente faz parte dos conteúdos de Ensino Médio.

A visão dos alunos foi ampliada à medida que fomos exemplificando as perguntas, enfatizando o papel das analogias estrutural e funcional, tendo em vista que a apropriação dos alunos para o assunto armazenamento de nutrientes em plantas ainda é movida pelo egocentrismo infantil. Pudemos assegurar tal ponto de vista pelo exposto a seguir: P— Um vegetal murcho consegue sobreviver após ele ser regado? A1— *"Ele vai receber a água e junto com ela, os nutrientes, tipo a pessoa quando passa dias sem comer [...] Vem a comida e ele não morre"*. P— Se o vegetal tiver seco, como aqueles que vivem na caatinga? A1— *"Não porque ele já guardou água quando estava chovendo para aguentar o tempo seco [...] Tipo um filtro que segura a água e vai dando para a planta um pouco todo dia para que ela não morra de sede"*. P— Mas se a planta não tiver espinhos? A1— *"Elas têm que ficar sem filtrar para poder alimentar todas as folhas [...] É tipo uma proteção para ela não*

³⁶ Lenticela. (Do fr.lenticelle, 'lentícula'). Estrutura encontrada nos caules velhos e já lignificados, com a finalidade de arejamento. São equivalentes dos estômatos (encontrados nas partes tenras e verdes das plantas). Correspondem a pontos de ruptura do tecido suberoso, com passagem para os gases respiratórios, tornando possível o intercâmbio dessas substâncias entre os tecidos profundos e o meio ambiente. São visíveis a olho nu, com forma circular, ou lenticular e bordos salientes, no revestimento mais externo dos troncos (SOARES, 1993, p.254).

morrer". A2– "É a aparência dela!"; A3– "A planta precisa de água e também do alimento que ela guardou no verde³⁷".

No caso da relação Planta Regada/Murcha (Vacúolos) x Filtro; Filtro x Pessoa com Fome evidenciamos uma sequência de analogias estrutural e funcional. De forma complementar à função e estrutura destes seres vivos, exemplificamos o caule do umbu (barril) chamado de "cuca do umbu".

Percebemos nestas últimas questões que o uso de analogias via conflito teórico e por meio de experiências requisitam a realização de outras tarefas práticas para auxiliar os alunos na compreensão dos questionamentos trazidos por eles. A partir dos itens que seguem, podemos ilustrar o referido ponto de vista (alunos):

- 1) Eu vi no livro de ciências que a planta tem um "chapeuzinho fechado" protegendo a raiz, então como é que as substâncias são absorvidas pelo vegetal?
- 2) Como é que o alimento que a planta produz na folha vai para o fruto?
- 3) Como a melancia e os cactos se enchem de água?
- 4) Outros líquidos substituem a água na vida da planta?

O pesquisador retoma a primeira questão inquirindo aos alunos: P– Chapeuzinho é feito de quê? É para proteger do Sol, mas vive embaixo da terra!? A1– *"Tipo os vasos para colocar as plantas [...]"*. O pesquisador conduziu as perguntas conflitando as respostas dos alunos para fins de observar até que ponto a visão deles era mantida, sendo que a lembrança sobre os assuntos foi facilitada pelo uso de figuras de livro didático de biologia e internet, ambos disponibilizados pelo pesquisador para as aulas práticas realizadas (Apêndice C, p. 308). A2– *"O Chapeuzinho tem um 'furinho' para poder a água e sais minerais entrar na planta [...]"*; P– Mas as substâncias entram na planta por uma região da raiz acima do "chapeuzinho", conforme mostramos em sala de aula. P– Sabemos que ele está em contato com o chão duro, às vezes quente, cheio de bactérias, fungos e outros parasitas, então para que serve o "chapeuzinho"? P– Se você for mudar uma planta e retirar os "pelinhos" que ficam na raiz acima do "chapezinho", ela vai sobreviver? A1/A2/A3– ?

³⁷ Nome dado popularmente ao período em que ocorrem as chuvas na região Noroeste da Bahia (**grifos nossos**).

Salientamos que por se tratar de um nível conceitual elevado para as crianças, o pesquisador apresentou condições para eles deduzirem sobre a funcionalidade da raiz. Eles se lembram dos "pelinhos" e "chapeuzinho" porque viram em um livro de ciências e observaram nos esquemas mostrados e também nas aulas práticas em que viram os pelos nas folhas e souberam que são como os da raiz, ou seja, são estruturas microscópicas que também têm funções parecidas. Portanto, considerando a ausência de respostas dos alunos para as perguntas feitas pelo pesquisador, inferimos que há um limite na compreensão funcional dos conceitos acerca da estrutura da coifa e pelos absorventes, bem como da localização de ambos no vegetal.

Decorre que como explicado em sala de aula, a relação entre sistema de transporte vegetal, coifa e os pelos que se localizam numa zona acima da coifa (pilífera), não é de fácil internalização em primeira vista ou considerando o pouco desenvolvimento da compreensão inerente à faixa etária dos alunos (7 a 11 anos). Por outro lado, os conceitos como coifa, pelos e vasos podem ser incorporados pelos alunos a depender da atenção a ser dada para eles no ensino (LEONTIEV,1998). Isto pode ter implicado também que a atenção dos alunos pode não ter sido voltada para este aspecto prático, como suficiente para uma melhor assimilação dos conteúdos que constam nos itens relatados; pode ainda não ter sido um ponto central, dentre as questões envolvidas nas aulas práticas.

Em relação à segunda questão, tivemos: A2– *"Pelo caulezinho ligando a planta [...] Pelos 'tubinhos' que existem [...] nutrientes para formar a semente, a fruta inteira [...] As 'partezinhas' bem pequeninas através da fotossíntese"*. P– Se arrancar o "chapeuzinho" (coifa) na muda, ela morrerá ao ser transplantada? A1/A2/A3– ?. Inferimos que essa situação de limite para a apropriação conceitual, pois precisa da aplicação de testes e/ou elaborar novas práticas que excedem o período de levantamento de dados empíricos, bem como extrapola os objetivos de aprendizagem para os alunos do Ensino Fundamental I. Isto evidencia a necessidade da continuidade da realização das tarefas práticas nos anos posteriores (COOPEC).

Quanto à terceira questão, pudemos perceber o seguinte:

A1– Água e nutrientes formam uma "usina" e precisa de água para encher [...] Precisa encher no tempo de chuva para usar no período de seca [...] P– E a melancia, como funciona isto nela? A1– A melancia pega água para fazer os nutrientes [...] A2– Conforme vem se alimentando a planta [...]

depende: a água passa diretamente um por um "tubo" [...] a parte do alimento vem da folha [...]; A3– Os "tubinhos" levam para a folha [...] próxima, mas a planta não tem coração, ai eles sobem sugados pelo suspiro, aquelas "aberturinhas" que vimos no microscópio, por onde entram e saem os gases para respiração e fotossíntese [...] transpiração também [...].

Verificamos o uso de analogias estrutural e funcional (usina x absorção de água e síntese de nutrientes), seguida de explicação sistêmica para o fenômeno, bem como de uma noção de transformação a qual Lawson (1988) e Teixeira (1999) denominam como conceitos avançados e possível de serem adquiridos pelas crianças do Ensino Fundamental I. Quando eles usam analogias baseadas nas explicações das aulas, incluindo o trabalho do pesquisador, isto significa a forma atual de eles compreenderem o assunto. Para isto é preciso que conheçam bem um dos domínios (estrutura e função) para servir de meio, mediante o qual a analogia possa ser estruturada, como forma de permitir o conhecimento do conceito que está sendo elaborado.

Observamos uma tendência ao retorno a respostas elementares e/ou respostas asseguradas pela funcionalidade mais voltada para um nível espontâneo, quando os conteúdos, por si mesmos, já não suscitam conhecimentos complementares para os itens preestabelecidos. Isto significa a necessidade de maior especificação do trabalho investigativo, via experimentos mais elaborados. Exemplificamos assim a última questão do Nível C3 de conhecimento: P- Outros líquidos substituem a água na vida da planta? A1- "*Tipo um 'soro' [...] a planta absorve água junto a outras substâncias*". Os alunos A2 e A3 concordam com o aluno A1. Ressaltamos, porém, que embora intuitivas as formas de pensamentos dos alunos implicam numa relação específica a ser possibilitada ou construída, paulatinamente, em sala de aula, envolvendo, por exemplo, os conceitos de solução, absorção de água e minerais, pressão e estado de conservação do solo.

Embora esses alunos não compreendam os aspectos sistêmicos em nível mais próximo do conteúdo científico, como afirmam Kawasaki (1998), Kawasaki e Bizzo (2000), Castro (2010), Hayashi, Porfirio e Favetta (2011) e Castro e Bejarano (2013b), podemos afirmar que as aulas ministradas na COOPEC suscitararam neles, ainda que de forma espontânea, uma explicação coerente para as referidas proposições ou conceitos. O "soro" ao qual o aluno se refere, por exemplo, pode ser considerado como uma substância análoga à seiva bruta.

4.2.4 Nível de Desenvolvimento Conceitual C4– Aulas Práticas (P4) sobre estrutura microscópica do sistema de transporte e reserva (demonstrações práticas)

Verificamos que após o item 4 (nível C3), houve um desdobramento dos conteúdos das questões relacionados à estrutura e transporte de seiva vegetal. Os conceitos dos alunos até este item foram derivados da observação macroscópica da ocorrência do fenômeno de transporte no vegetal (copo de leite). Tais proposições denotam uma tendência para uso da funcionalidade espontânea como meio para explicação de situações complexas e/ou específicas acerca dos assuntos supracitados. Para explicar essas questões, em nível um pouco mais elaborado (estrutura e função), buscamos identificar os conceitos das crianças, a partir de tarefas mais específicas, com o uso do microscópio, figuras de livros e internet³⁸ (Apêndice C, p. 308): estruturas de transporte e reserva vegetal. Estas questões envolvem conceitos de micro estruturas celulares: vasos lenhosos, vasos liberianos, vacúolos, pelos etc..

Para este fim, iniciamos nosso trabalho atendendo a um novo nível de conhecimento (C4), tendo em vista a identificação dos conhecimentos dos alunos através das proposições que seguem:

- 1) Se o anil está se deslocando com água na direção da folha por esses tubinhos observados por vocês, então esses tubinhos devem começar na raiz?
- 2) Eles são maiores ou menores na raiz? São abertos ou fechados? E passando pelo caule e chegando às folhas, como eles são (largos ou estreitos)? Eles são abertos ou fechados na raiz e nas folhas?
- 3) Se a água desce quando chove ou regamos uma planta, então deve existir uma força de baixo para cima que faz a água subir? Com isso, se deslocam para a folha também os sais minerais com a água? Há relação com a abertura e fechamento dos estômatos?

Para estes itens, tivemos como resposta, respectivamente, contando com o direcionamento do pesquisador:

³⁸ Estas figuras foram usadas nas aulas práticas e disponibilizadas aos alunos durante as entrevistas.

- 1) A1– "Sim"; A2– *Idem*.
- 2) A1– "Serão menores como?" P– Na folha que observamos você vê as "nervurinhas"? A2– "Eles engrossam e afinam [...] na raiz, os 'tubinhos' são finos; no caule, grossos e na folha, eles afinam". Eles concebem a estrutura microscópica dos vasos, de acordo com o aspecto macroscópico em que eles aparecem no vegetal do qual têm referência concreta. Percebemos adiante que o pensamento deles envolve forma e função (A2). Para tal entendimento, o pesquisador apoiou o ponto de vista deles, a fim de suscitar uma melhor ênfase nas suas respostas, como descrito a seguir: P– São abertos por conta do suspiro que puxa a água pela pressão, a qual permite as trocas gasosas, certo? Isso ocorre por qual razão? A1– "Para poder absorver os nutrientes na direção raiz e folha onde estão as aberturas dos tubinhos". A2/A3– *Idem*. Este tipo de resposta sinaliza um início de explicação do assunto via conhecimento escolar, considerando principalmente uma explicação apropriada pelos alunos no processo de ensino que lhe auxiliou na assimilação de outros conceitos: abertura dos estômatos para fins de trocas gasosas, transpiração e transporte de seiva.

Finalizamos este raciocínio com a resposta dos alunos em relação ao quesito três, em que eles explicam, de uma maneira geral, a relação entre o deslocamento da água e minerais para as folhas de um vegetal e abertura dos estômatos. Para tal item, tivemos: A1– "Sim, porque são os estômatos que sugam a água para subir [...]" ; A2– "Eles se abrem como se fossem umas 'aberturinhas' microscópicas que são [...]" . Eles relembraram a explicação do assunto ao ver os desenhos feitos por eles mesmos durante as aulas práticas e disponibilizados pelo pesquisador, o que assegura o quanto é importante a mediação semiótica no processo de desenvolvimento conceitual das crianças.

Pelo exposto, observamos o início da utilização do pensamento teórico pelos alunos A1 e A2, como aquisição decorrente da participação deles nas aulas teórico-práticas ministradas pelo pesquisador.

A partir das próximas questões evidenciamos uma compreensão mais sólida dos alunos acerca das estruturas de transporte e armazenamento de substâncias no corpo de um vegetal. Isto foi identificado devido às novas explicações e desenhos produzidos por eles em relação ao que perceberam/compreenderam, conforme as figuras dos livros e as lâminas microscópicas observadas. Vale frisar que o

armazenamento é um conceito novo que os alunos começaram a dominar com as aulas práticas realizadas.

Iniciamos uma melhor compreensão sobre as estruturas de transporte e reserva de nutrientes em vegetais, a partir da seguinte proposição: P- As plantas morrem quando falta água e quando recebem água demais, o que acontece com elas? Eles responderam o seguinte:

A1– Ela precisa de uma quantidade exata [...] muito cheia, ela não vai aguentar o próprio peso e se não receber, fica com sede e morre [...] por isso tem que se ter várias plantas num local para absorver a água; A2– Estas estruturas fazem parte do corpo delas?. P– São os vacúolos (bolsas microscópicas)? A2– Sim e pode acabar água se o chão ficar seco demais [...]; A2– Então, o vegetal armazena a água nessas "bolsinhas" que fica dentro do fruto?

Buscar conhecer como os alunos pensam acerca do transporte de nutrientes e água para serem armazenados na célula e dentro das estruturas as quais eles denominaram de "bolsinhas" reflete um estado de pensamento elevado, pois sinaliza a causa do fenômeno possibilitada pelo ensino, como assegura Vygotsky (2010). O pesquisador responde a questão e, ao mesmo tempo, interroga acerca do transporte e armazenamento de nutrientes no fruto: P– O caroço também fica no fruto e como os nutrientes chegam aos frutos? A3– *"Deve ser levada pelas 'veinhas' (nervuras que a gente viu no microscópio) que dão o alimento uma bolsa que segura o alimento no fruto"*. Inferimos que estes alunos já compreendem que os nutrientes chegam a todas as partes do vegetal através dos referidos vasos e são armazenados em tais estruturas. Ainda que num estado espontâneo, a generalização do pensamento ocorre, criando uma base para a edificação de um conhecimento lógico e abstrato. Isto pode permitir um ensino para as crianças desse nível escolar por meio de um sistema conceitual, em que constem a identificação e descrição de organelas, a exemplo de vacúolos (YOREK; UGULU; SAHIN, 2010).

Quando os alunos não têm referente concreto que lhes auxiliem nas respostas para determinado fato ou evento, eles criam um modelo de explicação baseado na sua imaginação e/ou vivência do dia a dia, como observamos no item que segue:

P– Como as nervuras, vasos se localizam no caule? A3– Tipo umas "veinhas" que ficam alguns outros nutrientes que já vem das folhas [...] fruto? A água busca outros nutrientes quando sobe pela raiz. P– Os nutrientes? A3– Tem haver com a fotossíntese [...] Acho que sua raiz busca um doce

para dar para fruta [...]; A2– O caule solta sua substância para ajudar o açúcar subir par ao fruto e onde é produzido o açúcar [...] O leite quando sai deixa o açúcar armazenado no caule.

Podemos iniciar uma discussão nesse nível de desenvolvimento que alguns nutrientes não precisam necessariamente fazer parte do alimento. As substâncias inorgânicas auxiliam as funções vitais (plantas), seja no transporte, seja na regulação das substâncias orgânicas a serem distribuídas e/ou reservadas nestes organismos. Estas também participam da formação das substâncias orgânicas através da fotossíntese vegetal. Se o aluno concebe a seiva bruta como nutriente para a planta (saís e água), podemos afirmar que para esse item, ele não avançou na elaboração do conceito de fotossíntese via transformação da matéria inorgânica para a orgânica, conforme asseguram Popov (1995) e Sigurjonsdóttir e Thorvaldsdóttir (2010). Por outro lado, este aluno pode não ter dado conta de aplicar o referido conceito em situação nova e que é diferente da definição conceitual de fotossíntese preconizada nos livros didáticos de ciências adotados pela escola.

Uma explicação funcional para quantidade de nutrientes que as plantas absorvem, conforme questionado por alguns alunos da COOPEC pode ser apresentado apenas no nível geral das funções exercidas pelas estruturas vitais, tanto para vegetais, como para animais. Ensinar estes assuntos em suas especificidades em que há implicações para o desenvolvimento vegetal, por exemplo, pela sobra e/ou pela falta de nutrientes, excede a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) dos alunos porque remete à diferenciação entre micro e macro nutrientes, os quais são conceitos que pouco aparecem no Ensino Fundamental II, e são pouco explorados no Ensino Médio. Como questionamentos específicos apresentados pelos alunos, tivemos, respectivamente, para A1/A2/A3:

- 1) Uma planta precisa de que quantidade de nutrientes para ficar viva?
- 2) Ela morre quando falta algum nutriente para ela, ou o solo está pobre?
- 3) Se alguém joga muitas substâncias na planta, como no caso do esterco ela fica doente, por quê?

Uma discussão mais específica para o transporte e armazenamento de nutrientes nas plantas, passamos a verificar nas respostas referentes ao item que segue: P– Se você bebe várias vezes água durante o dia, você precisa armazenar

essa água em algum lugar? No animal essa estrutura é menor? A2– "Planta precisa de mais água porque o animal já pode buscar água e a planta não [...] Por isso ela precisa armazenar mais água [...] No tempo seco, o vegetal armazena outros nutrientes e água".

Nestes últimos itens, as funções vegetais e animais se aproximam como forma de extensão dos conteúdos para o plano social. Observamos ainda que esse tipo de resposta equivale à função que as estruturas representam (vacúolos), mas voltando a um nível limite para o qual o assunto não pôde ter avançado. As afirmações dos estudantes, embora espontâneas, traduzem explicação basal e coerente para a relação de causa e efeito envolvida na diferenciação das estruturas de reserva entre células animais e de plantas. Esse tipo de lógica infantil representa uma maneira de suprir a estrutura desconhecida e/ou pouco familiar, as quais representam os referidos conceitos estudados. Além disto, favorecem a elaboração de novos conceitos, a exemplo de adaptação.

Podemos assinalar alguns aspectos característicos da lógica infantil nos itens a seguir, enfatizando o conceito de adaptação: P– O cacto é verde ano o inteiro, mesmo no Sol. Por quê? A1– "Porque quando chove, ele absorve a água e o espinho não deixa a água sair [...]" ; A2– "Ele se alimenta da água que guardou"; A3 – "No caule em um 'bucado' de vasos apropriados para armazenar a água". Há uma familiarização melhor com os vasos do que com os vacúolos dados à vivência do conteúdo em sala de aula, tanto no nível macroscópico como no nível microscópico. Os alunos observaram vacúolos apenas pelas figuras de livros disponibilizadas pelo pesquisador.

Os alunos observaram a sequência de vasos no caule e pecíolo de plantas (macroscópico), como o "copo de leite", através de cortes demonstrados no microscópio pelo pesquisador. Eles inferem que, por isso, essas estruturas se distribuem da raiz até as folhas de um vegetal. Os itens que seguem relatam sobre a localização e estruturação deles no corpo de um vegetal (P):

- 1) Como é feito o transporte de substâncias da raiz para os vasos?
- 2) A observação dos vasos na raiz, no caule e na folha, como se dá?

Em relação ao primeiro item, os alunos A1/A2/A3 responderam que o transporte de substâncias no vegetal ocorre por "tubos" que estão nas raízes, caule

e folhas; quanto ao segundo, eles afirmaram que esses tubos se localizam no meio da planta, e vai ficando mais fino como um canudo que chega até as folhas. Sobre essa questão, o pesquisador continuou interrogando os alunos: P– Na hora de os nutrientes descerem pelos "canos" finos para alimentar o caule e raiz da planta é fácil? A1– *"Vai jogar alguma substância no caule e desce devagar sem causar danos, umas plaquinhas/peneirinhas que vão segurando as substâncias que vi no microscópio e nos desenhos dos livros que o professor mostrou para nós"*. A1– *Mas como organiza isto dentro da planta?"* P– Numa árvore de 100 m., quantas peneirinhas têm? A2– *"Muitas? [...] Porque são muitas vezes subindo e descendo os nutrientes"*.

Para fins de averiguar o conhecimento dos estudantes sobre a posição dos vasos no corpo vegetal, questionamos o seguinte: P– Quando se realiza um anel (cintamento) numa planta, sendo este completo (ao redor do tronco), mas superficial a planta morre; se este for profundo e incompleto, a planta vive. Que vasos são atingidos? Que seiva a planta perde no caso do anel superficial? Para auxiliar na resposta desta questão, lembramos-lhes as figuras dos livros de biologia (AMABIS & MARTHO, 2004; LINHARES & GEWANTSNAJER, 2010) que mostramos nas aulas práticas e no microscópio, evidenciando a posição dos vasos condutores de seiva elabora e de seiva bruta. A1– *"Por que ao retirar o produto da seringueira, ela não morre? Como faz para a seiva subir até as folhas de uma árvore tão alta?"*.

Identificamos o aumento da dedução lógica, em paralelo, o pensamento imaginário que mantém ao mesmo tempo um elo com o pensamento conceitual em formação, ou seja, planta joga alguma substância no caule, mas essa é controlada pelas "peneirinhas" que foram observadas ao microscópio (placas estriadas). Eles começaram a responder perguntas com outras perguntas, sinalizando um limite na compreensão dos conceitos envolvidos nos trabalhos de demonstração prática realizados em 2012. Portanto, a falta de resposta deles para as questões apresentadas pelo pesquisador indica que os conteúdos relativos (transporte de seiva e sua funcionalidade) a essas questões ainda não foram internalizados por eles. Salientamos que apropriação destes assuntos poderá ocorrer nas séries que seguem, tendo-se como base às últimas proposições apresentadas pelos alunos sobre os mesmos.

Pelo exposto, percebemos que é consensual a visão compartilhada por autores como Giordan e Vecchi (1996), Cañál e Vega (2006), Castro (2010) e Castro

e Bejarano (2012c; 2013b) em relação à orientação de um ensino voltado para os aspectos gerais (vivências diárias ou conteúdos básicos do livro didático) das funções vitais de plantas, como ponto de partida para o ensino. Os aspectos específicos (estrutura microscópicas e funcionamento integrado básico) poderão ser ensinados em aulas teórico-práticas (experimentos e observações microscópicas).

4.3 NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO CONCEITUAL DOS ALUNOS DA COOPEC - ANIMAIS (SER HUMANO)

4.3.1 Nível de Desenvolvimento Conceitual C1– Aulas teórico-práticas (P1) sobre funções vitais de animais (ser humano)

Em 2009 realizamos aulas teóricas e práticas sobre alimentação de animais/ser humano, digestão e crescimento, enfatizando a estruturação e funcionamento do organismo humano, a partir das células e sua composição. No período (2009-2012), desenvolvemos uma série de tarefas/experiências envolvendo estes assuntos. Tendo como base as aulas ministradas pelo pesquisador, obtivemos no final do último ano, as seguintes respostas dos alunos para os itens inicialmente propostos:

- 1) Qual a relação entre alimentação, crescimento e armazenamento dos nutrientes no organismo?
- 2) Por que as células animais não podem ficar sem nutrientes e como são adquiridos os nutrientes por elas?

Em relação ao primeiro item, tivemos como respostas, o seguinte: A1– "*Alimentar, encher as células de nutrientes, crescer*"; A2– "*Os nutrientes faz crescer fortalecendo e enchendo as células de mais nutrientes*". P– Ela enche de nutrientes, gasta os nutrientes, cresce e depois fica menor, ou cresce e fica de que tamanho? A1– "*Ela cresce se reproduzindo pelo 'pozinho' (filhote)*"; A2/A3– *Idem*. Eles se lembraram da experiência com fungos realizados nos anos anteriores para responder a essa questão (crescem e ficam menores numa das etapas do ciclo de vida). Eles explicam que o pólen vegetal serve para a reprodução porque é visual ("pozinho"). Notamos que as crianças usaram o conhecimento adquirido na escola, ainda que sem dominá-lo completamente, para explicação dos questionamentos.

Isto é um passo importante para formação de conceitos, pois evidencia um inicial desprendimento do objeto/fenômeno, aceitando transformações e percebendo implicações da funcionalidade dos mesmos.

Quanto ao segundo item, os alunos responderam que: A1– "Vivem sem nutrientes e sem comer não poderão se partir em duas células para se reproduzir como, a explicação do professor em sala de aula"; P– Eles conseguiram os nutrientes como? P– E a célula de um animal consegue como o seu alimento? A1– "A parte boa vai para o resto do corpo quando o animal se alimenta e a ruim para o vaso sanitário". Observamos que esse tipo de conhecimento exige uma série de procedimentos para que seja entendida; acrescentamos ainda que tendem a repetir as informações passadas pelo pesquisador para fenômenos ou questões mais específicas. Existe uma visão vaga de divisão celular, com base nas aulas ministradas pelo pesquisador, conforme o exemplo: A2– "Cresce para poder se reproduzir e se dividir em duas células".

Estes alunos não conseguiram usar os conhecimentos ensinados pelo pesquisador para explicar devidamente a referida questão. Predominou o pensamento espontâneo em todas suas respostas, sendo que o aluno A2 trocou o efeito pela causa, evidenciando uma não deliberação do pensamento, conforme assinala Vygotsky (1991, 2010). Não há entendimento por parte deles que as células se dividem, tendo como consequência, o crescimento do organismo. Eles são influenciados pelo conhecimento adquirido em seu meio e na escola em relação ao ciclo vital de seres vivos. Ressaltamos que a visão artificial e de finalidade domina as formas de pensamento dos alunos referente à alimentação, nutrição e crescimento de animais (ser humano).

Os alunos da COOPEC, a partir das aulas teórico-práticas ministradas pelo pesquisador no período (2009-2012), começaram a compreender uma relação interdependente entre os conceitos de nutrição humana, composição celular, papel dos nutrientes, aumento do número de células, crescimento e saúde do corpo. Eles perceberam que os alimentos são necessários para o crescimento do corpo, sendo que através dos nutrientes, as células absorvem no processo digestório, como ilustra a situação. P– O animal cresce com o aumento no número de células ou de alimento que ingere? A1– "As células dependem do alimento"; A1/A2– *Idem*. Contudo, eles ainda não se desvincilham da visão finalista sobre os fenômenos seguida da inversão da causa e efeito, como observamos no excerto: P– O que faz o número de

células aumentar? A1– "Cresce para se reproduzir como num corte que se fecha [...]; A2 –"Pelos nutrientes de cada uma".

Podemos compreender a relação entre a composição da célula/corpo com a questão a seguir: P- Qual a composição de nutrientes do corpo animal? É a mesma da célula? A1– "Água, sais minerais, açúcar, gordura, proteínas [...]" P– As células do corpo têm a mesma quantidade de nutrientes? A2– "Sim porque elas formam o corpo e esta quantidade está no livro em percentagem". Sabemos que a composição química celular é variável conforme o tipo e função da célula, a exemplo dos tecidos ósseo e muscular que têm necessidades diferentes, mas os conteúdos abordados nos livros didáticos do Ensino Fundamental I, geralmente, não contribuem para que o professor inicie a explicação desses assuntos para os alunos.

O conceito de ser vivo, sua forma, seu tamanho e suas propriedades vitais, por exemplo, podem derivar muitos outros conceitos particulares como célula, diferenciação e divisão celular os quais são imprescindíveis para a internalização de assuntos num sistema, tendo como base os referentes concretos, tanto na dimensão micro como na macroscópica. Este é um campo de conhecimento que exige abstração dos alunos para passar de uma dimensão para outra (concreto-abstrato e espontâneo-científico). Com base em Vygotsky (1991, 2010), podemos assegurar que é mais difícil transitar do abstrato para o concreto do que deste para o abstrato, pois explicar os fatos/fenômenos na ausência deles significa dominá-los nas suas propriedades e/ou traços principais, e ainda nas suas inter-relações.

Outra correlação importante neste trabalho diz respeito à nutrição da célula e do organismo. Entendemos que a aquisição de uma compreensão sistêmica do organismo a iniciar pelos processos celulares (vice-versa) é fundamental para auxiliar no desenvolvimento conceitual dos alunos, pois possibilita a estimulação das formas de pensamento deles dentro de um sistema. Autores como Lawson (1988), Castro (2010) e Castro e Bejarano (2012a, 2012c, 2012d; 2013b) afirmam que este é um meio que favorece uma aplicação do assunto com implicações que excedem a sala de aula, ou seja, aproxima os "mundos" concreto e abstrato mediante a realização de atividades disponibilizadas no plano social da sala de aula. Os itens que seguem tratam de tal ponto de vista (P):

- 1) O que ocorre com o organismo se ficar desnutrido?
- 2) As células podem ficar sem nutrientes?

Em relação ao primeiro quesito, temos o seguinte: A1– "Algumas morrem [...] Não desenvolve porque as células não têm nutrientes suficientes para crescer, ou não se alimentam bem porque comem alguma coisa estragada"; A2– "Não fica imune às bactérias e diminuição de células [...]" . Quanto ao segundo, observamos: A1– "Fica sem força e morre sem os nutrientes". Eles têm noção inicial da importância dos nutrientes pela função como falam da ausência de doença, crescimento e higiene; mas têm dificuldades de compreender a relação entre o todo e suas partes, ou compreendem de uma forma confusa, ainda não deliberada. As ideias das crianças expostas acima estão fundamentadas na força vital e no pensamento artificial delas.

4.3.2 Nível de Desenvolvimento Conceitual C2– Aulas Práticas (P2) sobre identificação do amido nos alimentos e a digestão do amido

Abordamos os conceitos nesta seção, atentando para o papel dos nutrientes no organismo humano, envolvendo processos digestórios extra e intracelular quanto à degradação dos alimentos e absorção dos nutrientes. Nesse sentido, o pesquisador fez, inicialmente, algumas considerações: a gente tem que comer bem, pois se comermos muito poderemos ficar obesos, ou se comermos pouco, poderemos ficar desnutridos, doentes; precisamos nos alimentar no tempo certo e na quantidade certa, ok? Os nutrientes são distribuídos no corpo para auxiliar na funcionalidade de todos os órgãos, todas as células, como respirar, digerir, excretar e ajuda no crescimento [...], ok?

Para verificar a reação dos alunos em relação às considerações anteriormente apresentadas, uma questão bem geral foi proposta pelo pesquisador: P– Como está sua qualidade nutricional, como se pode saber sobre isso? Como resposta para tal proposição, tivemos o seguinte:

A1– Precisa de alimento de forma normal para que as células continuem trabalhando muito [...]; Se se alimenta menos vezes, as células vão ficando fracas [...] Por isso é que o povo se alimenta três vezes por dia [...] Se a pessoa trabalhar muito tem que voltar a se alimentar bem, e isto tem que ser de acordo o trabalho do organismo [...] Se o corpo ficar fraco, as células ficam fracas, por isso tem que comer direito para ficar sadio; A2– Bem porque as células tem que se alimentar da forma que precisa para ficar sadio [...].

Para fins de aprofundar nosso entendimento acerca da visão dos alunos em relação ao papel que desempenham os nutrientes no corpo humano, fizemos o questionamento, a saber: P– O que os nutrientes fazem no seu organismo? A1– "Ajuda no crescimento enviando nutrientes para outras células fortalecer; A2– "Alimenta das células e deixa a gente mais imune às doenças [...]"". Eles já conseguem abstrair que os organismos pluricelulares se alimentam e as células também, mas de uma forma geral, observamos que os alunos A1/A2 têm uma noção de conhecimento escolar que auxilia na compreensão da funcionalidade do organismo, evidenciando um nível espontâneo de conhecimento sinalizando que as duas formas de aquisição de conceitos evoluem juntas no processo, como afirma Vygotsky (1991, 2010). A visão vitalista e artificial é dominante nas proposições apresentadas por estes alunos.

Os itens que seguem trazem uma explicação mais direcionada para relação entre alimentação, digestão e papel dos nutrientes no organismo humano, e ainda uma comparação acerca do processo de nutrição nos organismos vegetais:

- 1) Como os nutrientes agem no seu organismo?
- 2) Por que os alimentos precisam ser quebrados para chegar na célula?
- 3) Por que sentimos fome?
- 4) E nas plantas como funciona isto?

Em relação a estes itens, tivemos em síntese: A1– "As células são pequenas e o alimento tem que chegar bem pequenino [...] é difícil separar o bom do ruim"; P– Isso trará doenças? A1– "O ruim leva mais tempo para separar". Observamos uma visão espontânea seguida por uma noção de transformação apoiada no conhecimento escolar. P– E isso é ruim? A1– "Fica mais tempo no estômago"; A2– "Mais difícil de as células se alimentarem e se não se alimentar direito, as células não terão a proporção necessária de nutrientes". P– Não é bom acumular os nutrientes entre as células, ou seja as sobras que as células não precisam porque isto pode engordar ou trazer doenças; A1– "Tipo um gesto de pedir ajuda, como o estômago roncando"; A2– "O organismo com fome, as células vão querer se reproduzir e precisam se alimentar [...]"". Os alunos têm a concepção de que o alimento bom é digerido e absorvido mais rápido pelo organismo/célula, enquanto o

alimento ruim é o que demanda mais tempo para digerir; eles associam a dificuldade de digestão e absorção dos nutrientes com a qualidade do alimento.

Por outro lado, eles percebem que o organismo/célula precisa manter a sua composição química, para reprodução e que o excesso ou falta pode implicar no desenvolvimento de doenças, como a obesidade e inanição. Um passo importante no desenvolvimento, observamos quando os alunos, ainda que superficialmente e sem consciência do fato, relacionam alimentação, digestão e nutrição com a manutenção da forma, tamanho e funções sistêmicas do corpo humano, como ilustramos: P– Se a criança ou pessoa não se alimenta direito, o que pode acontecer com ela, além de ficar doente? Os alunos A1/A2/A3 afirmaram que o corpo da pessoa não funciona direito. Por isso, ela não desenvolve os músculos e ossos, fica magra e não cresce. Quanto à absorção de nutrientes pelas plantas, o aluno A1 afirmou que: "*No caso da planta, ela sente fome e isso é percebido quando as folhas vêm caindo [...] elas ficam fracas, sem nutrientes e não fazem a fotossíntese, e, por isso, ficam doentes até morrer*". Eles associam a fome à queda das folhas (estômago roncando x folhas caindo), sendo que tal forma de pensamento (analogia funcional) está vinculada ao egocentrismo infantil (artificialismo, vitalismo e finalismo). Nesse sentido, os alunos A1/A2/A3 afirmam ainda:

A1– As células são pequenas demais [...] Os nutrientes são muito grandes e cada "partinha" de nutrientes vai para uma célula [...]; A2– Sentimos fome por falta de nutrientes e as células adoecem, reclamam e a gente fica com fome [...]; A3– Uma planta quando sente falta de clorofila ou tipo de nutriente, por exemplo, que ela precisa como a água [...] Pólen para se desenvolver [...].

Notamos que aparece uma visão de fatores que interferem no processo, ampliando a visão sistêmica para fora dos organismos vivos em consonância com os fatores internos, como a clorofila. Este ponto de vista supera a visão apresentada por Popov (1995), Tanner e Allen (2005) e Sigurjonsdóttir e Thorvaldsdóttir (2010), em que consideram a dificuldade dos alunos relacionarem a interdependência entre fatores externos e internos para a realização de funções vitais nas plantas (fotossíntese, respiração, crescimento...). Isto nos apoia no entendimento de que é possível viabilizar um ensino sobre a integração funcional vegetal para crianças da escola primária, tendo em vista ensinar para eles aspectos específicos dos conteúdos, como ora relatados.

Avaliamos a seguir a relação essencial dos nutrientes no organismo humano, a importância da higiene com os alimentos, a fim de que a absorção de seus nutrientes seja realizada de forma que atenda às necessidades orgânicas, os processos envolvidos na digestão e absorção dos nutrientes, bem como a noção da estrutura dos alimentos e nutrientes que são usados pelo organismo/células. Em relação a estes conteúdos, as seguintes questões foram apresentadas aos alunos: P– Para que se alimenta? Há relação entre açúcar e aquisição de verme pelo ser humano? Para fins de auxiliar nas respostas, o pesquisador apresentou-lhes um questionamento complementar: P– O que acontece com o organismo ou com as células se a gente não se alimentar direito? Tivemos como respostas para estes itens, o seguinte: A1– *"As células adoeceram por terem mais espaço nelas sem os nutrientes e pegaram vermes"*; A2– *"Faltou higiene e o açúcar é o alimento que faz dar vontade de comer [...] Acaba o organismo pegando do outro, doenças"*.

De uma forma geral, temos uma explicação dos alunos não adequada cientificamente, sinalizando um pensamento por complexo para estas duas afirmações iniciais, entretanto, salientamos que a inversão da causa pelo efeito (não deliberação) é comum nas crianças do Ensino Fundamental I. Essa dificuldade em relação à compreensão dos alunos para os processos digestórios dos alimentos é encontrada nos trabalhos de Banet e Nuñes (1989), especialmente, para a relação alimento, digestão e absorção de nutrientes.

Em relação às questões expressas anteriormente, os conceitos de higiene, doença e vermes foram, portanto, fundamentais para assegurar a nossa discussão sobre o assunto. Podemos discorrer que não é o açúcar que favorece o surgimento de verme, mas o verme é que faz a criança sentir vontade de comer açúcar, pois há necessidade de recuperar a energia proveniente dos nutrientes que este parasita consome no organismo; não é por falta de espaço nas células que os vermes invadem os tecidos e órgãos desta criança, mas sim pela falta de higiene alimentar e corporal dela. O aluno A2 já expressa a questão da falta de higiene como um dos fatores responsáveis pela aquisição de verminoses, mas ainda reflete o pensamento anterior emitido por A1. Contudo, isto denota que estas crianças podem estar no início de mudança de compreensão do assunto em termos de conceito científico (A2), embora elas estejam até então presas ao pensamento espontâneo para os itens considerados.

Ainda quanto à proposição complementar levantada anteriormente, os alunos A1/A2/A3 afirmam que a falta de nutrientes no organismo contribui a aquisição de doenças como o diabetes e que o açúcar tanto estraga como ajuda a causar doenças, a exemplo de verminoses. Há uma confusão entre a necessidade do nutriente no corpo e causa de doenças, refletindo a dificuldade em separar a essência da substância (nutriente), sendo essa uma visão espontânea veiculada por "tabus alimentares".

A partir das afirmações ora apresentadas pelos alunos, notamos que é possível os alunos apreenderem características dos objetos/eventos que favorecem a elaboração de conhecimentos mais familiares (alimento e nutriente). Por outro lado, para conceitos que envolvem aspectos essenciais (transformação), algumas crianças não conseguem se desvincular do espontaneísmo por se tratar de questões que não foram devidamente ensinadas na escola (verme e alimentação), ou elas não têm o nível de desenvolvimento correspondente ao conceito a ser formado. Neste caso, evidenciamos uma situação em que o pensamento por complexo contribui para a formação conceitual, sendo que os alunos podem, contudo, não apresentar respostas bem elaboradas para a questão. Pudemos compreender este assunto com base nas respostas dos alunos para o item: P- Como se diferencia alimento de nutriente? A1- "*Alimento é o que a gente come e nutriente é o que vai para a célula*"; A2- "*Alimento tem o nutriente dentro dele*"; A3- *Idem*. Os alunos A1/A2/A3 afirmam que alimentos são os nutrientes que eles têm por dentro (pensamento confuso), ou seja, com inversão de causa e efeito.

Para alguns processos fisiológicos humanos, envolvendo transformações e processo vitais, observamos que a criança não tem clara a explicação conceitual, mas já sugere algum nível de conhecimento que se aproxima do saber escolar (fase de Complexo). Os alunos abstraem sobre aspectos específicos relacionados à formação da urina, mas afirmam que a sua composição e coloração estão relacionadas à cor de diferentes alimentos que passam por uma transformação celular e que forma materiais residuais que não podem permanecer no organismo. Ensinar os assuntos do dia a dia, mas de explicação complexa (urina), num nível mais geral no Ensino Fundamental I pode ser um grande passo para se iniciar assimilação destes conceitos num nível mais aprofundado nos anos mais adiantadas do curso de formação básica, conforme podemos ver no trecho abaixo: P- Por que a urina é amarela?

A1– A urina é amarela porque vem do resto de água e alimentos transformados, mas não entendo porque sai branca e sai também amarela [...] Acho que precisa comer um pouco de cada alimento para ajudar as células que fazem a urina e também para ajudar o organismo ficar bem.

O pesquisador havia explicado tais aspectos nas aulas práticas sobre alimentos. Isso significa que esses conteúdos, representam um limite conceitual para a criança do Ensino Fundamental I. Ainda sobre a eliminação de resíduos do corpo humano pela urina, os alunos A1/A2/A3 usaram o seu conhecimento funcional baseado na vivência diária (referente concreto e funcional). Para estes alunos, os restos de alimentos advindos da digestão são como a água contaminada, que precisamos eliminar do corpo. Verificamos um ponto de vista confuso com explicação limitada, o que caracteriza o pensamento por complexo (espontâneo). Elas usam analogias estrutural-funcional (água contaminada x resto de alimento). Notamos que os alunos continuam vinculados à experiência concreta a qual não serve para auxiliar-lhes na explicação do papel fisiológico relacionado ao funcionamento do sistema excretor. Isto nos leva a afirmar, conforme nos orienta Vygotsky (1991, 2010), que há uma dificuldade de mover o pensamento abstrato para uma situação concreta que não foi disponibilizada para o aluno (formação da urina).

As crianças, embora já iniciem alguma aproximação com o conceito de transformação de alimento e processos digestórios, eles a fazem de acordo com uma aparência externa do evento/fenômeno, ou seja, de atributos visíveis, como assegura Teixeira (2004). Podemos verificar tal ponto de vista ao se tratar da digestão do amido com a saliva e a indicação na mudança de cor propiciada pelo iodo a partir das proposições (P):

- 1) Qual a relação da saliva com a digestão desse açúcar?
- 2) Por que ocorre a mudança de cor do amido quando na presença da saliva e iodo?
- 3) Existe relação entre a quantidade de amido, saliva e tempo de digestão dessa substância?
- 4) A saliva ajuda a digerir o alimento rapidamente?
- 5) A saliva digere porque tem enzima, lembram?

A fim de analisar o desenvolvimento conceitual das crianças para as referidas questões, o pesquisador mostrou-lhes as figuras em que eles participaram das aulas práticas: 1) água, amido e iodo; 2) Água, saliva, amido e iodo. Este questionou em seguida: logo tendo mais saliva, mais amido, teremos melhor digestão? Os alunos pouco avançaram nesse tópico, sendo que para assuntos de difícil internalização como esses, as concepções espontâneas prevalecem. Eles não dominam, por exemplo, o conceito de enzima, mas sabem que existe uma transformação no alimento. Para os alunos A1/A2/A3, a saliva contém alguma substância que transforma o alimento, enquanto ele é digerido. Eles não souberam responder a seguinte pergunta: P- E a célula vai ficar mais tempo digerindo os nutrientes que chegam até ela por meio do sangue? Eles não apresentaram a noção de digestão intracelular nessa etapa de desenvolvimento (C2). Essas questões exigem um nível de abstração alto, o que perpassa a etapa de desenvolvimento da criança, ou sua Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).

Os alunos têm noção que a substância que dissolve (digere, **grifos nossos**) mais rápido pode ser utilizada mais facilmente pela célula/organismo (conceito de transformação), contudo, eles não admitem que a saliva facilite o referido processo. Verificamos o nível de apropriação dos alunos acerca da digestão e absorção de nutrientes pelo organismo humano a partir de uma discussão, envolvendo a relação da estrutura do alimento e a quebra inicial dele em contato com a saliva e demais estruturas digestórias.

Podemos observar melhor tal questão com as proposições que seguem: P- Há diferenças entre amido e açúcar comum? A1- "O açúcar que adoçamos o café é mais forte (estrutura) do que a massa de trigo, já é mais difícil sentir"; A2- "É mais fraco na farinha de trigo e no café é mais forte". P- O açúcar do café adoça e a tapioca não? A3- "O grão dá mais gosto"; P- E se fosse o mel? Os alunos A1/A2/A3 afirmaram que o açúcar maior tem mais nutriente, pois cada um é produzido pela Natureza. P- E o açúcar fino e açúcar grosso, qual chega mais fácil ao organismo/célula (digerido mais fácil)? A1/A2/A3- ? Eles poderiam explicar esse fato, com base nos conhecimentos adquiridos, discutido anteriormente, que se o açúcar fino é dissolvido mais rápido, então ele poder ser absorvido mais facilmente pela célula/organismo.

Pode-se acrescentar a tal questão, que açúcar grosso é mais recomendável para adoçar o café, suco etc. porque demora mais a ser absorvido pelo organismo e

não propicia aquisição de doenças como o diabetes. Eles recorreram a uma causa natural, a aparência, ao gosto como base para explicação do fenômeno/evento biológico. A concepção de mudança no aspecto do alimento, a sua relação com nutriente, dissolução e absorção são fundamentais para o desenvolvimento dos conceitos mais específicos nas séries que seguem, envolvendo interações orgânicas, processos, podendo deslocar os conceitos para outras áreas de conhecimento (física e química introdutórias no Ensino Fundamental).

Os conteúdos ora expostos (enzima, digestão, absorção...) geralmente são ensinados após o 8º ano do Ensino Fundamental II. Contudo, isto não impede que assuntos como esses, que envolvem o domínio dos conceitos de transformação e processos vitais, sejam ensinados para crianças do Ensino Fundamental I, como sugerem Teixeira (1999), Castro (2010) e Castro e Bejarano (2012a, 2012c, 2012d; 2013b).

4.3.3 Nível de Desenvolvimento Conceitual C3– Aulas Práticas (P3) sobre alimentação e nutrição das crianças da COOPEC

Neste estágio de desenvolvimento conceitual, consideramos as interações entre os sistemas orgânicos humanos, enfatizando o controle das funções direcionado para a nutrição do organismo/célula e a saída de resíduos intra e extracelular. Os alunos responderam dois questionamentos inicialmente levantados pelo pesquisador, a saber:

- 1) Cada órgão/sistema do corpo humano é responsável por uma função. Então como essas estruturas trabalham juntas para fazer o corpo funcionar bem?
- 2) Quantos e quais sistemas trabalham juntos no seu organismo? O que eles fazem no nosso corpo para ajudá-lo a funcionar?

Como resposta para estes quesitos, tivemos o seguinte:

A1– Sem o coração, os outros órgãos não teriam sangue: o pulmão, mente e todos eles [...] O cérebro não conseguiria mexer e assim não poderíamos pensar [...]; A3– Pelas veias que levam energia para o nosso corpo [...] O sistema nervoso ajuda as veias a levar o sangue [...] Eles vão com as veias para levar o sangue para o cérebro.

O aluno A1 concorda com A2, e este discordou da informação prestada por A3. Isto foi fundamental para que os alunos percebessem a (in) coerência nas suas afirmações, sendo o ponto de vista mais próximo de uma visão científica mobiliza uma série de raciocínios com igual teor de aceitação, conforme ilustramos:

A2– O coração bombeia sangue para o pulmão, tira o gás carbônico, o sangue vai para o cérebro porque quando a pessoa morre, se o coração para, se o cérebro ainda tiver ativo, a pessoa fica viva;
 A1– Se a pessoa levar uma pancada na cabeça, se não morrer, só não consegue se movimentar, então o coração e o pulmão são mais importantes? A3– O cérebro e o coração.

A fim de melhor formular uma compreensão geral sobre a concepção dos alunos em relação à interdependência funcional do corpo humano, o pesquisador interrogou a estes alunos, o seguinte: P– Quem controla todas as partes do corpo, é o coração ou é o cérebro? A1– *"E se a gente ficar em coma, como os órgãos ficarão funcionando?"*; P– A gente fica imobilizada, sem saber das coisas, mas os órgãos ficam funcionando? Os alunos A1/A2/A3 afirmaram que sim. Isso quer dizer que há uma interdependência (ajuda) entre as partes do corpo, mesmo que não dependa da nossa vontade. P– Como é o nome dessa parte (órgão ou sistema) que controla nosso organismo? A1– *"Por meio do cérebro que controla todas as partes do corpo [...] Vi isso nos livros porque gosto muito de pesquisar [...] Eles ajudam ao cérebro a controlar tudo"*; P– Eles quem? Os alunos A1/A2/A3 afirmaram que são os nutrientes que ajudam o cérebro a controlar todas as funções do corpo humano.

Observamos aqui a importância que tem a alimentação, no sentido de auxiliar o cérebro na condução das funções orgânicas, culminando com uma boa nutrição. Essa é uma questão percebida mesmo como parte da proposição incoerente do ponto de vista científico apresentada pelo aluno A1. Esse questionamento sugerem um nível mais elevado de compreensão para os conceitos envolvidos por parte dos alunos, ou seja, requisitam formas e processos de conhecimentos mais elaborados. Há uma sistematização dos conhecimentos em que eles usam o conhecimento escolar para explicar questões do cotidiano. Como exemplo dos conteúdos ensinados na escola e assimilados pelos alunos, temos o sistema nervoso autônomo. Isto significa um passo a mais na elaboração do pensamento conceitual pelas crianças da COOPEC.

Podemos iniciar um entendimento acerca da relação sistêmica envolvendo o transporte de nutrientes para as células animais (corpo humano), bem como a

liberação de seus metabólitos, a partir do item que segue: P– Quais são os vasos que levam os nutrientes para o corpo e os que retiram as impurezas? Os alunos A1/A2/A3 responderam que são as veias que levam sangue para todas as partes do corpo humano. Sendo assim, o pesquisador retrucou: P– Então, posso dizer que as artérias levam o sangue com os nutrientes e as veias trazem as impurezas para os órgãos excretores? A1– *"Mas então, o ar vem do sangue [...] Nas trocas gasosas, um gás entra no lugar do outro [...] Então, como ocorre a má digestão?"*. Isto sugere que se adicione a essa discussão, uma explicação acerca do ciclo de nutrientes no organismo humano, de forma que seja comprehensível para as crianças pequenas. As crianças não conhecem ou se lembram do conceito de artérias, sendo este um limite de aprendizagem para elas. Elas também relacionam as impurezas com a má digestão, indicando algo que os intrigam e está enraizado nos saberes internalizados culturalmente através dos "tabus alimentares". A comida estragada é concebida por eles como resíduo que provoca desarranjo intestinal, que gera também impurezas. Essa dificuldade tem sido discutida por autores como Lawson (1988), Castro (2010) e Castro e Bejarano (2012a, 2012c, 2012d; 2013b), mas que sugerem que sejam superadas pelo ensino escolar, considerando o aumento da idade dos alunos.

A explicação dos aspectos de nutrição humana, tendo em vista o funcionamento sistêmico, em que se relacionam quantidade de nutrientes, energia e a liberação de resíduos orgânicos, pode ser evidenciada nas questões a seguir. Como item norteador para tal descrição, o pesquisador perguntou aos alunos: P– Todos os órgãos do corpo gastam a mesma quantidade de energia? A2– *"Coração [...] Cérebro precisa porque comanda os outros órgãos e também os pulmões e os rins"*; A3– *"Acho que o coração precisa de muito sangue e outros órgãos não precisam"*. Notamos que eles usam mais facilmente os conhecimentos referentes à função exercida pelos órgãos/sistema, mas ainda influenciados pelas características do egocentrismo infantil (vitalidade, finalidade e artificialismo). Isto significa que eles estão iniciando um processo de elaboração conceitual.

Em seguida, podemos afirmar que eles não avançam na articulação dos conceitos apresentados como resposta para uma situação de aprendizagem em relação à outra que exige os mesmos conceitos para elaboração de uma resposta. Verificamos isto no excerto: P– Todas as partes do nosso corpo têm a mesma quantidade de nutriente e de água? A1– *"Umas precisam de mais nutrientes para sobreviver tipo o coração, o cérebro e outras precisa de menos nutrientes como as*

células dos nossos pés". P– Se eu disser assim: Todas as células têm todos os nutrientes, só que uns são usados a mais por conta da função que eles desenvolvem na célula/organismo, o que vocês me dizem? A1– ? [...]; A2– "Estas células são iguais e precisam mais de alimentos quando elas estão trabalhando"; A3– "Nem todas precisam da mesma quantidade de água porque alguma já produziu seus nutrientes". Isto denota um limite no desenvolvimento conceitual, pois não houve reação dos alunos (A1/A2/A3), quanto ao referido questionamento, no que tange à emissão de um pensamento lógico que se aproxima dos conteúdos escolares. As crianças ainda repetem as mesmas ideias que não foram modificadas pelo ensino escolar, mantendo-se egocêntricas (artificialismo) para responder as questões em relação às funções dos órgãos do corpo humano, ou parte delas, como afirma Castro (2010).

Mas para a questão que segue, os alunos sinalizaram avanços na compreensão conceitual, levando-nos a afirmar que existe uma predisposição deles para a apropriação de determinados aspectos conceituais em detrimento de outros porque, em linhas gerais, foram-lhes possibilitadas as mesmas condições de aprendizagem para os assuntos supramencionados. Observamos a questão: P– De onde vêm o suor, a urina e o gás carbônico produzidos no organismo?

A1– O suor quando corremos vem da água que bebemos [...] A gente tem micróbios e precisa das veias para eliminar eles nos rins e com a transpiração saem os sais; A2– Xixi vem da água liberada no corpo [...] vem dos rins [...] Bebemos alguma coisa e libera a urina [...] As impurezas vem dos nutrientes que a gente come e o gás carbônico vem dos pulmões, coração e do cérebro? A3– O suor vem da pele como a lágrima quando cai no rosto pelo sol. P– Vê se vocês concordam com essa explicação acerca da origem do suor, lágrima e urina? A1/A2/A3– Sim.

A afirmação do aluno (A3) indica uma simplificação da funcionalidade do organismo em que desconsidera os processos envolvidos na produção do suor, ou qualquer relação com o metabolismo. Isto significa um ponto de partida para ensinar a ocorrência dos fenômenos vitais a partir da relação de causa e efeito. O Pesquisador acrescenta que a água auxilia na liberação do calor no corpo e no transporte de substâncias. Nos alunos A1/A2, percebemos indícios de visão sistêmica e de pensamento abstrato. Isto sugere que o ensino precisa avançar para algo que ajude os alunos a perceberem a circulação (transporte e absorção) de substâncias (nutrientes e resíduos) nas células/organismo.

Inferimos que é possível promover o desenvolvimento preliminar destes conceitos ainda no Ensino Fundamental I, considerando que é possível ensinar questões específicas os alunos, de uma forma mais simples. Como exemplo, temos a concepção dos alunos de que os micróbios são eliminados pelos rins, se considerarmos a excreção dos resíduos produzidos pela ação do sistema imunológico do ser humano, em vez da eliminação destes organismos vivos. Isto implica numa relação sistêmica que envolve a função das células de defesa, linfa, veias e órgão excretor, como fora discutido pelo pesquisador em sala de aula com os alunos da COOPEC (Apêndice C, p. 308).

No sentido sistêmico geral, no que concerne ao controle dos aspectos orgânicos e funcionais anteriormente relacionados, eles se referem com mais facilidade aos hábitos nutricionais cotidianos e à influência na regulação das atividades vitais do corpo humano. Como exemplo, temos a importância dos alimentos para o cérebro, coração e demais estruturas que transportam e usam os nutrientes oriundos da nossa alimentação, como vemos a seguir: P– Quem controla as funções do nosso corpo e como ocorre este processo, no caso da nossa nutrição ou uso dos nutrientes pelo organismo/célula?

A1– Respiração, acidente [...] Coração e não comer muitos sais [...] não temos alguma coisa: vitaminas, tipos de comida, guloseimas, chocolates, pegar doenças [...] Feijão, arroz tem outras coisas que ajudam na nutrição [...] A2– Se não comer bem, não tem sais minerais, ficar sem tomar água [...] coração, pulmão, eu não sei!; A3– Acho que quando sofre um acidente ou tem alguma doença, o coração pára [...] Na época de verão se não beber muita água, ficará desidratado [...] Se não se alimentar bem, não fizer exercícios físicos a gente acumula alimentos.

Esse ponto de vista é reiterado por A1/A2/A3 ao afirmarem:

A2– [...] Alimentos dão nutrientes para contribuir com o crescimento e ajudam a manter os nutrientes no organismo [...] A3- Porque depende dos nutrientes dos alimentos que a gente come e quando comemos, a digestão ajuda no organismo, dando os nutrientes para ele [...] A parte boa dá mais energia, proteína, vitamina, açúcares, gorduras e sais para o organismo [...] Há os nutrientes que traz doenças e o coração para de bater [...] A1/A2/A3– Acho que tem na célula o mesmo número de nutrientes porque uma ajuda à outra [...].

Concluímos que há uma dificuldade de usar os conceitos e se os usam é com o auxílio do pesquisador quando cria situação de aprendizagem a partir dos signos correspondentes tais como palavras, gravuras etc. Verificamos que essas últimas afirmativas podem ser usadas como ponto de partida para ampliar a percepção dos

alunos sobre o funcionamento integrado do organismo humano, mas não aponta para as adversidades, o que sai do padrão, ou seja, as exigências funcionais que mais tarde são requisitadas para a internalização de assuntos complexos. O ensino dessas questões e conceitos, ainda que no sentido espontâneo, pode ser propiciado no nível de desenvolvimento (C4) e no Ensino Fundamental II. As afirmações apresentadas em geral, nesse bloco, configuraram um nível espontâneo e sistêmico dos alunos, envolvendo os conceitos de acidente, desnutrição, sedentarismo e excesso de alimentação. Observamos que os conceitos escolares são usados pelas crianças de uma forma espontânea, ou seja, sem domínio ou generalização do pensamento, considerando que são questões que envolvem conhecimento sistêmico. Isto significa o conceito espontâneo ainda não foi amadurecido num nível científico para tais conteúdos.

Percebemos, com isto, a necessidade de se iniciar, desde cedo, um ensino para crianças viabilizado por experiências com seres vivos em que seja possível a descrição e explicação de fenômenos vitais (GIORDAN & VECCHI 1996; TOYAMA, 2000; PROCOP & FRANCOVICOVÁ, 2006; PROCOP *et al.*, 2007). Assim, estaremos oportunizando-lhes uma base mais sólida para o desenvolvimento conceitual delas.

4.3.4 Nível de Desenvolvimento Conceitual C4– Aulas Práticas (P4) sobre identificação do gás carbônico e a interação de funções vitais em animais (ser humano) - demonstrações práticas

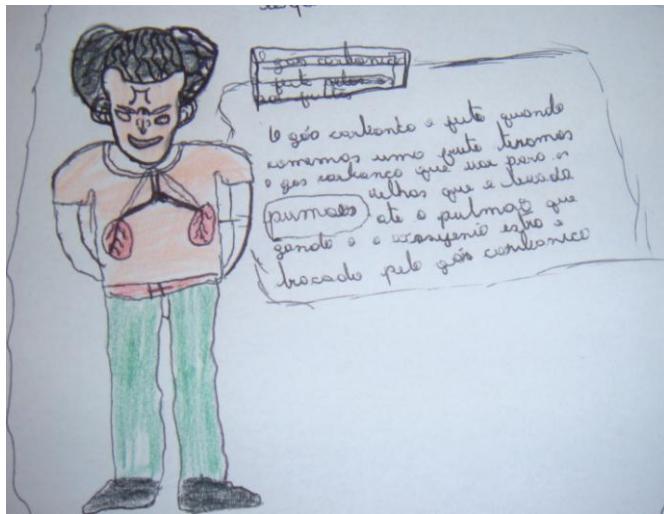
O pesquisador retoma o assunto de interação sistêmica, envolvendo alimentação e nutrição, produção de gás carbônico em vegetais e animais (fig. 24).

As questões levantadas pelos alunos nesta etapa de desenvolvimento conceitual das crianças da COOPEC, bem como a explicação que fazem para tal questão, mostraram a relevância de se comparar os processos de síntese e uso de gás carbônico e oxigênio entre animais e plantas, relacionado aos fatores responsáveis pelo fenômeno, usando-os como meio para distinção da atividade funcional nos dois grupos de seres vivos (animais e plantas).

Para tanto, inicialmente, analisamos três proposições apresentadas pelo pesquisador, a saber:

- 1) A formação de gás carbônico nos animais está relacionada ao funcionamento integrado dos sistemas digestivo, circulatório, respiratório e nervoso?
- 2) Como ocorre este processo?
- 3) Este processo está relacionado com a nossa alimentação?

Figura 24– Trocas gasosas no ser humano— aluno do 5º ano da COOPEC



Fonte: COOPEC, Central-BA, 2012

Para a primeira questão, tivemos como resposta, o seguinte: A1– "[...] Concordo como já foi dito [...] Ficava difícil o sangue ser bombeado. Ele sai porque é preciso sair [...] Ele tóxico é para o corpo humano [...] É feito pelo mesmo jeito que as plantas fazem o oxigênio". Há uma ampliação do poder explicativo para esta questão, ora através da função do conteúdo, ora pela visão egocêntrica (finalismo e artificialismo), denotando compreensão conceitual limitada. Ademais, observamos também traços do realismo infantil na figura (24a), quando a criança desenha os pulmões na região ventral do corpo humano.

Para a segunda e terceira questão, observamos na resposta do aluno A2, a presença de conhecimento espontâneo apoiada no egocentrismo infantil (vitalismo, finalismo e artificialismo), conforme exemplificamos: A2– "Todas as partes dependem da alimentação porque têm nutrientes e a gente não fica exposta às doenças porque os nutrientes vão para as células ficarem mais fortes e funcionarem bem". Tal visão é reiterada por estes alunos ao afirmarem: A3– "Nem todos [...] Alguns só precisam da força deles e do coração". A2– "Mas eles retiram a força de onde?" A3– "Outros órgãos têm essa força que espalha para eles". A1/A2

concordaram. Inferimos que o retorno às respostas egocêntricas e espontâneas indica um limite de conhecimento para os conceitos em formação acima relacionados.

Percebemos a ampliação de uma visão geral dos alunos, no que tange às suas respostas para os itens mais específicos, envolvendo a formação do gás carbônico nos organismos de animais e plantas (fig.25). Podemos exemplificar esse ponto de vista quando os alunos afirmam que "o gás carbônico é retirado dos alimentos tirado pelas células, levado para o sangue até chegar nosso pulmão". Para esse exemplo, temos um conhecimento sistêmico que não leva em conta os processos de digestão extra e intracelular no ser humano, bem como as transformações que ocorrem na realização do fenômeno da digestão (CASTRO, 2010; TEIXEIRA, 1999).

Figura 25– Trocas gasosas em seres humanos e plantas

Aluno do 5º ano da COOPEC



Fonte: COOPEC, Central-BA, 2012

O nível de apropriação de conhecimento atingido pelos alunos da COOPEC se diferencia daqueles apresentados inicialmente (C1, C2 e C3) para questões específicas porque exige para tal, explicações e a realização de experimentos voltados para conceitos complexos, os quais podem ser utilizados de forma mais adequada em anos posteriores, a exemplo de massa de gás carbônico, taxa de metabolismo, evolução funcional sistêmica etc. Por outro lado, evidenciamos, com mais clareza, o retorno do pensamento dos alunos para um nível espontâneo de conhecimento, mais relacionado com conteúdos mais abstratos do que aqueles ensinados nas aulas práticas desenvolvidas anteriormente.

Podemos entender melhor essa questão apresentada a partir dos itens, a seguir: P– Todos os animais formam o gás carbônico em mesma quantidade; A1– "Os animais maiores têm mais órgãos e produzem mais gás carbônico [...] Por isso, precisam mais de oxigênio porque tem mais células; já os pequenos, como os tatuinhos, é o contrário"; Idem A2/A3. As crianças usam como referência conceitual o tamanho, indicando uma compreensão em ordem lógica ao item produção de gás carbônico, embora seja conhecido que organismos pequenos (as células de insetos) podem produzir este gás em nível similar às células de seres vivos maiores. O ensino para assuntos específicos como estes ultrapassa a Zona de Desenvolvimento Proximal dos alunos, o que configura um limite conceitual para os alunos, a menos que o seja direcionado apenas de forma panorâmica, possibilitando uma primeira aproximação deles com o evento/fenômeno biológico, como recomendam Campos e Nigro (1999).

Observamos os conceitos envolvendo pequenas transformações e processos, mas acompanhados de uma abstração dos fatos, comum no pensamento infantil (animismo e finalismo), em relação ao corpo humano. Eles, inicialmente, compararam as células com pequenos objetos materiais (animismo), seguindo-se de ideias finalistas acerca dos órgãos vitais do ser humano: P– De que depende a produção de gás carbônico nos animais? A2– "Coração, células [...] Eles se alimentam e solta esse gás que serve para o pulmão respirar e sai"; A3– "Acho que depende dos outros [...] Gás como oxigênio ajuda a produzir outros materiais".

O uso das frases a seguir, em que a criança troca a causa pela consequência pode ser compreendido como um tipo de pensamento ou estado intermediário de formação conceitual (pensamento por complexo), inclusive servindo de proposição mediante a qual se pode contribuir para a elaboração dos conceitos científicos

(VYGOTSKY, 1991; 2010). P– Se compararmos um sapo, um inseto e uma criança, quem produz mais o gás carbônico? Como saber disto? Os alunos A1/A2/A3 afirmaram que a criança tem mais células porque o corpo é maior. Eles invertem, portanto, a causa pelo efeito, sendo que o correto seria afirmar que o corpo da criança é maior porque tem mais células. Eles questionam se é o maior número de célula que faz o corpo humano trabalhar mais. Podemos compreender esse questionamento de duas maneiras: o trabalhar mais pode estar relacionado à quantidade de tarefas que o ser humano consegue desenvolver no seu dia-a-dia ou ao desempenho das suas funções vitais. Os alunos se prendem a uma forma de pensar que, para ser elucidada, precisa-se de mais tempo escolar para ser trabalhada, a qual extrapola os objetivos de aprendizagem do Ensino Fundamental I.

O retorno ao conhecimento espontâneo é comum nesse estágio de desenvolvimento conceitual (5º ano), quando os alunos se deparam com situações de aprendizagem que exigem deles respostas para além do limite de compreensão conceitual, como podemos observar: P– Como localizar e medir o gás carbônico nas plantas? A1– "Soltam água, tipo transpirando [...]" ; A2– "*Dentro de um saquinho vai expandir as substâncias, mas o que produz um pouquinho, como sabemos a quantidade? Sei que há uma mistura de gases e vapor*"; A3– "*Teria que ter uma substância na planta*". As questões que eles trazem e respondem estão além do desenvolvimento atual deles, sinalizando que o ensino posterior precisa ser direcionado para tal necessidade de aprendizagem. Além disto, evidenciamos o aumento de dúvidas e conflitos cognitivos, como fatores positivos e como parâmetros para a realização de atividades que podem contribuir para o crescimento conceitual dos alunos, doravante fase de desenvolvimento (C4). Desta forma, estaremos contribuindo para o desenvolvimento do raciocínio lógico dos alunos, como expresso nos itens a seguir. P- Tem plantas que produzem mais esse gás do que outras? As plantas que produzem mais esse gás produzem mais oxigênio? Tivemos para o primeiro item as respostas, a saber:

A1– Germinado produz menos e quando adulta, produz mais. Exemplo: Grama x Pé de Laranja Germinado; A2– Porque a grama já é adulta, então todas as Gramas Juntas x Pé de Laranjeira, a grama produz mais [...] Ela fica maior [...]; A3– Sim porque acho que a planta produz junto, produz a mesma quantidade na respiração e na fotossíntese.

Os alunos A1 e A2 discordaram de A3. Inferimos que o avanço conceitual não é igual para os alunos em relação ao item considerado e que, de uma forma geral,

ao longo deste trabalho, as formas de pensamento dos alunos não são uniformes, ou seja, eles podem apresentar avanços para um item, do mesmo nível de desenvolvimento (C1 a C4), e não avançarem em outro item, ou nos estágios finais apresentarem ideias espontâneas similares aos estágios iniciais. Contudo, notamos que suas respostas estão relacionadas a um nível de desenvolvimento para o qual foi exigida a realização de tarefas mais específicas (aulas práticas).

Finalizamos uma série de questionamentos acerca das relações sistêmicas animais na sua relação com a produção de gás carbônico, com a seguinte interrogação: P– Como podemos saber da existência do gás carbônico, se não podemos senti-lo a nossa volta? A3– "*O gás carbônico prejudica e tem função nas plantas, mas é como uma espécie de veneno que estraga a célula*". Identificamos nesta proposição uma explicação confusa, porém sinalizando um nível de apropriação conceitual se acentuando e influenciado pela funcionalidade do assunto.

Com o intuito de melhor compreender tal questão, o pesquisador mostrou aos alunos as gravuras do sangue e sua composição na relação com os tecidos; instigou-lhes sobre as experiências realizadas e discutidas em sala de aula em que se media a transpiração na planta "envasada", em que a sacola pode também reter o gás carbônico e oxigênio. A partir do exposto, um dos estudantes respondeu:

A2– O gás carbônico tem varias formas, deixando uma substância mais fina (água turva) que forma bolhas, como no refrigerante. [...] Ele reage com substâncias e forma outras [...] Por isso, sei que ele existe, como na experiência feita nas aulas de ciências: uma camada fina ficou no fundo, que o gás ajudou a formar a água.

Verificamos que, após o contato com os fenômenos possibilitados pelo uso do material experimental, os alunos compararam e interpretam os resultados obtidos com experiências do seu dia a dia. Com isto, eles formalizam um ponto de vista mais elaborado acerca dos assuntos envolvidos nas aulas de ciências, usando para isto, uma melhor noção de transformação, a qual, posteriormente (Ensino Fundamental II e Médio), pode ser canalizada para a explicação de como ocorrem (causa) os eventos biológicos e sociais. A criança, tendo conhecimento que as bolhas (gás carbônico) são formadas através da modificação da substância nele contida, e que outras reagem formando esse gás, facilita a iniciação de uma abstração por parte dela de que tal processo também pode ocorrer dentro do organismo/células do corpo humano.

No caso da planta "envasada", a criança A3 afirmou que as "bolinhas" que aparecem sob o plástico são decorrentes de um jato de água que alguém jogou e que o vegetal se assemelha a uma bola de assopro. A1– *"É possível medir a respiração do animal e da planta usando uma bola de assopro?"*. P– Quem respira mais, a planta ou o ser humano? A3– *"Nós respiramos mais porque gastamos mais energia"*. Inferimos que se tornou comum entre os alunos A1/A2/A3, as dúvidas, comparações e a forma de responder perguntando. Vale ressaltar que as respostas para a questão mencionada foram construídas e influenciadas pelo conhecimento adquirido por eles nas experiências cotidianas e escolares relacionadas ao fenômeno investigado.

Os conceitos adquiridos pelas crianças da COOPEC, no que concerne à estrutura e funcionalidade do ser humano expressos em desenhos, fundamentados no ensino escolar e no aprendizado cotidiano estão de acordo com os trabalhos desenvolvidos por Procop e Francovicová (2006) e Procop *et al.* (2007). Este ponto de vista supera as dificuldades apresentadas pelas crianças para identificação e descrição de órgãos vitais de animais (ser humano), principalmente para o sistema digestório (BANET & NUÑES, 1989; GIORDAN & VECCHI, 1996; CUTHBERT, 2000; REISS *et al.*, 2002; ÖZSEVGEÇ, 2007).

4.4 A SÍNTSE DOS CONHECIMENTOS DOS ALUNOS DA COOPEC

Verificamos ao longo da nossa investigação que alguns elementos/características do desenvolvimento infantil e da aquisição de novos conhecimentos foram centrais e/ou mais comuns nas proposições/conceitos evidenciados pelos alunos, como: egocentrismo infantil, pensamento por complexo, conflito cognitivo, questões/conceitos/dentro da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), analogias sobre micro-organismos/células, plantas e animais (corpo humano), Níveis de Desenvolvimento (ND) e o limite conceitual dos alunos da COOPEC, Rede de Conhecimento (RC) sobre micro-organismos/células, funções vitais de plantas e animais (ser humano), causa e efeito, transformação e pensamento conceitual em formação. Entendemos que estes, sendo usados como elemento de análise das formas de pensamento das crianças podem oferecer um saber complementar acerca dos conceitos que elas conseguiram internalizar após

as aulas práticas ministradas pelo pesquisador na COOPEC, no período de 2009 a 2010.

Finalizamos a nossa síntese sobre os saberes adquiridos pelas crianças acerca de micro-organismos/células, funções vitais de animais (ser humano) e plantas, na referida trajetória de pesquisa, principalmente, destacando suas implicações de uso no contexto da sala de aula e extraescolar.

4.4.1 Egocentrismo Infantil

O egocentrismo é uma característica do desenvolvimento infantil que domina em grande medida as formas de pensamento da criança (VYGOTSKY, 2010). Analisamos algumas qualidades que são peculiares à vida da criança nessa fase como vitalismo, finalismo, artificialismo e funcionalismo, conforme ilustramos abaixo (quadro 5).

QUADRO 5— Proposições egocêntricas elaboradas pelos alunos do 5º ano da COOPEC

(continua)

Micro-organismos/células	Pesquisador (P)	Resposta (A)
C2	P— De que forma você diferencia um ser vivo microscópico de outro macroscópico?	A1— É fácil essa: que usa um aparelho e outro que não usa aparelho; olha no microscópio um corpo maior e forte; ao olho nu, corpo menor e não é tão forte; a célula da formiga por ser mais fina e mais coisa podemos mais ver [...] A alga, só dá uma mordida pequena e o corpo é minúsculo quanto mais à boca. A3— Acho que os microscópicos são pequenos para entrar na gente com força. [...] A pulga é quase um microscópio e quando vai surgir no sangue é como formiga que vai ajudar a Natureza e os outros seres vivos.
Plantas		
C1	P— O que faz as plantas buscarem a luz e respirar?	A1— Tipo nós precisamos de comida para trabalhar [...] Ela absorve a luz, fica mais forte e faz melhorar a transpiração e o crescimento dela.

QUADRO 5— Proposições egocêntricas elaboradas pelos alunos do 5º ano da COOPEC

(conclusão)

Micro-organismos/células	Pesquisador (P)	Resposta (A)
Animais (ser humano)		
C3	P— A formação de gás carbônico nos animais está relacionada ao funcionamento integrado dos sistemas digestivo, circulatório, respiratório e nervoso? Como ocorre este processo?	A2— [...] Alguns só precisam da força deles e do coração. A2— Mas eles tiraram a força de onde? A3— Outros órgãos têm essa força que espalha para eles. A1/A2 concordaram.

Fonte: Coleta de dados— COOPEC, Central-BA— ano letivo de 2009-2012

As respostas espontâneas dos alunos A1/A3 para a questão (quadro 5, nível C2- micro-organismo/célula) “P— de que forma você diferencia um ser vivo microscópico de outro macroscópico?” estão associadas ao vitalismo, pois, para o aluno A1, o microscópio é quem faz as células ganharem força para serem observados, enquanto o olho não o faz. O aluno A3 usa a função para explicar o tamanho (micro) e associa este à força que tem para penetrar no corpo humano, ou seja, eles sendo tão pequenos não conseguem entrar com facilidade no organismo. Para esta mesma questão, A1 se serve de um pensamento artificial para explicá-la, como ilustramos: *“a alga, só dá uma mordida pequena e o corpo é minúsculo quanto mais à boca”*. Estes alunos compararam ainda o tamanho da formiga e pulga pela funcionalidade de cada um. Isto nos leva a afirmar que o pensamento espontâneo exposto (vitalismo, artificialismo e funcionalismo) é um ponto de partida para a formação de um conceito científico nessa área.

Para a questão (quadro 5, nível C1— plantas) “P— o que faz as plantas buscarem a luz e respirar?”, o aluno A1 usa uma analogia funcional (luz x comida) apoiada no vitalismo, seguindo de uma funcionalidade mais geral (primeira proposição) e outra específica (segunda proposição). Ele se dispõe de um pensamento egocêntrico para explicar o conceito escolar de transpiração e crescimento vegetal. Isto nos indica que a criança apresenta e articula, ao mesmo tempo, aspectos espontâneos com os conceituais, como resposta para os fenômenos biológicos. Outrossim, esse fato nos auxilia no nosso convencimento de que o pensamento conceitual está em formação.

Para o quesito (quadro 5, nível C3– animal/ser humano) “P– a formação de gás carbônico nos animais está relacionada ao funcionamento integrado dos sistemas digestivo, circulatório, respiratório e nervoso? Como ocorre este processo?”, o aluno A2 responde que uma energia vital (força) é responsável pelo funcionamento integrado do corpo humano, sendo que o coração tem uma força que se distribui para os órgãos, e estes a atribuem entre si e para todo o organismo humano. Podemos acrescentar que eles atribuem uma força maior ao cérebro (distribuída ao organismo em decrescente passando pelo coração), a qual não era apresentada antes do desenvolvimento das aulas teórico-práticas: 1^a cérebro; 2^a, coração e 3^a, demais órgãos.

4.4.2 Pensamento por complexo

A criança chega ao Ensino Fundamental I com pensamento por complexo, sendo que este parece acompanhá-la em boa parte deste ciclo escolar. Para os conteúdos de micro-organismos/células e funções vitais de animais, analisamos algumas proposições elaboradas pelos alunos da COOPEC que evidenciam em suas características a fase de complexo estudada por Vygotsky (quadro 6):

QUADRO 6– Proposições elaboradas pelos alunos do 5º ano da COOPEC

(continua)

Micro-organismos/células	Pesquisador (P)	Resposta (A)
C2a	P– Como é o corpo de um micro-organismo/célula e o que tem no corpo dele?	A1– É do tamanho de um grão de açúcar ou de sal. A3– Acho que tem células dentro dele [...] Tem órgão reprodutor dentro dele... Micro tem dentro dele bactérias, larvas e alimentos, restos de nutrientes [...]
C2b	P– Como são as células dos seres vivos?	A1/A2– Associação de algas, células com plantas grandes, pela função que exercem as partes de diferentes algas. A1– A planta de diferencia da alga porque é grande e é cheia de galhos [...]
Plantas		
C4	P– Como as nervuras, vasos se localizam no caule? P– Os nutrientes?	A3– Tipo umas "veinhas" que ficam alguns outros nutrientes que já vem das folhas [...] fruto? A água busca outros nutrientes quando sobe pela raiz. A3– Tem haver com a fotossíntese [...] Acho que sua raiz busca um doce para dar para fruta.

QUADRO 6– Proposições elaboradas pelos alunos do 5º ano da COOPEC

(conclusão)

Micro-organismos/células	Pesquisador (P)	Resposta (A)
Plantas		
C4	P– Como as nervuras, vasos se localizam no caule? P– Os nutrientes?	A2– O caule solta sua substância para ajudar o açúcar subir par ao fruto e onde é produzido o açúcar [...] O leite quando sai deixa o açúcar armazenado no caule.
Animais (ser humano)		
C2	P– O que acontece com o organismo ou com as células se a gente não se alimentar direito?	A1/A2– As células adoeceram por terem mais espaço nelas sem os nutrientes e pegarem vermes. A2– Faltou higiene e o açúcar é o alimento que faz dar vontade de comer [...] Acaba o organismo pegando do outro, doenças.

Fonte: Coleta de dados– COOPEC, Central-BA– ano letivo de 2009-2012

A criança A1, nível C2a (quadro 6– micro-organismo/célula), ao afirmar que a célula tem um órgão reprodutor dentro dela ou que organismo unicelular tem bactéria dentro dele é porque não domina a relação dimensional, envolvendo estruturas uni e pluricelular, ou seja, célula x órgão reprodutor. Essa falta de deliberação do pensamento é típica da fase de pensamento por complexo em que a criança não expressa claramente seu ponto de vista para uma questão, como a citada anteriormente. Com base em Vygotsky (1991, 2010), podemos afirmar que na relação do abstrato para o concreto, as operações mentais são mais difíceis de serem efetuados, como na afirmação que os seres microscópicos têm bactérias dentro deles.

Os alunos A1/A2 (nível C2b, quadro 6– micro-organismo/célula) compararam células com plantas grandes com associações de algas e suas diferentes partes. Eles querem dizer que as plantas grandes têm várias células, sendo que cada uma das suas partes apresentam funções diferentes, assim como a associação de algas que observaram nas amostras de água da lagoa. De um modo confuso, eles emitem uma comparação decorrente de uma relação direto-figurada com os organismos; eles fazem, com isto, uma comparação usando estrutura e função destes organismos, anunciando o uso preliminar da diferenciação celular, para explicar os objetos/eventos biológicos.

Em relação às plantas (nível C4, quadro 6), para a síntese de nutrientes orgânicos, observamos a predominância da concepção espontânea dos alunos A2/A3 movida pelo pensamento de finalidade e superficialidade (A2). Em A3, percebemos uma resposta que especialmente vamos chamar de ultraespontânea em A3 que assegura que a fotossíntese ocorre porque a raiz dá um doce para a planta dar para a fruta. Essas formas de pensamento das crianças parecem configurar a fase de complexo estudada por Vygotsky posto que eles não conseguem explicar racionalmente os fatos. Com isto, podemos afirmar que se a criança responde espontaneamente a uma dada questão, não tendo para esta desprendimento explicativo é porque ela está operando com o pensamento complexo para respondê-la. Com isto, podemos associar as formas ou processos de compreensão dos conteúdos aprendidos pelas crianças da COOPEC às suas fases de desenvolvimento.

Em relação às células animais (nível C2, quadro 6), identificamos um pensamento indiferenciado e pouco deliberado para explicar a questão “P- O que acontece com o organismo ou com as células se a gente não se alimentar direito?”. Notamos que a explicação da relação entre causa e efeito para os objetos/fenômenos não está bem estabelecida. Isto significa que cabe ao ensino oportunizar meios capazes de contribuir para uma melhor assimilação dos alunos quanto aos assuntos relacionados às funções vitais de animais (ser humano), logo a experiência escolar, uma vez internalizada por eles em cada etapa de ensino, isto favorece uma nova percepção e interpretação para questões como anteriormente. Além disto, pode contribuir para um melhor uso deste conhecimento em nova situação de aprendizagem.

4.4.3 Conflito Cognitivo

Segundo Campos e Nigro (1999), o conflito cognitivo é parte indispensável do ciclo investigativo, e, portanto, para formação de conceitos. Observamos abaixo (quadro 7) algumas proposições emitidas pelos alunos da COOPEC quando submetidos a uma situação de conflito de pensamento:

QUADRO 7– Proposições elaboradas pelos alunos do 5º ano da COOPEC

Micro-organismos/células	Pergunta (P)	Resposta (A)
C1	P– Quem vive mais um micro-organismo ou uma formiga?	A3– Micro-organismo porque a formiga é um pouco maior. P– Mas se reproduz mais depressa, ele não morre mais rápido? Acho que sim! [...] os decompositores ajudas eles a se reproduzir [...] a formiga, acho que suas células acabam dificultando a reprodução delas.
Plantas		
C4	P– A fotossíntese é realizada durante o dia e a respiração, à noite? Como sabemos se as plantas estão respirando ou fazendo a fotossíntese? E se ela estiver parada? Como isto ocorre?	A1/A2: Tudo certo e é a luz do sol que faz a fotossíntese acontecer só de dia. A1– Respiração só quando as folhas estão em movimento. A1– ah! Ela respira de qualquer jeito, mas em movimento acho que respira mais [...] Ela não está doente, está boa e com frutos está respirando [...] Está também fazendo a fotossíntese. A2– Ela pode também estar com as folhas caídas, tipo no inverno e ainda respira mesmo a gente pensando que ela está morta [...]. A2– Entra na terra, vai pela raiz até chegar ao caule ou entra por uns "buraquinhos" que tem no caule que o professor falou na aula.
Animal (corpo humano)		
C4	P– Se você bebe várias vezes água durante o dia, você precisa armazenar essa água em algum lugar? [...] No animal essa estrutura é menor? Como isso ocorre?	A2– A planta precisa de mais água porque o animal já pode buscar água e a planta não [...] Por isso ela precisa armazenar mais água [...] No tempo seco, o vegetal armazena outros nutrientes e água.

Fonte: Coleta de dados– COOPEC, Central-BA– ano letivo de 2009-2012

A diferenciação do corpo de um ser vivo, como já o dissemos anteriormente, mesmo para espécies iguais, é fruto da especialização celular. Este conceito não é dominado pelas crianças no nível científico, ou de pensamento abstrato. Eles o usam de uma forma espontânea, mas considerando para tal apenas a questão do número de células, ou seja, atribuem a esse fator as diferenças entre a estrutura do corpo de seres vivos, incluindo espécies iguais, ou partes do corpo de um ser vivo em particular (cabeça, tórax, membros do corpo humano etc.). O conceito de estrutura/ tamanho estabelecido a partir do número de células é dominado pelas crianças da COOPEC. Por outro lado, assinalamos que o ser vivo tem o corpo

especializado em tecidos, órgãos e sistemas ou as espécies são diferentes devido à especialização celular.

O conflito é importante neste processo por situar o aluno no seu nível de desenvolvimento conceitual (C1 a C4, quadro 7), o qual coincide com sua Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Ele também nos orienta na discussão e condução das tarefas teórico-práticas, assim como suscita novos tipos e formas de conhecimento. Com isto, as crianças são desafiadas a desvelar suas hipóteses e põem na experiência escolar o poder de explicação para elas, desenvolvem mais a atenção, o raciocínio lógico, a memória voluntária e usam melhor o livro didático para o referido fim. Por conseguinte, a criança na fase do estudo, recebe uma contribuição importante para o cumprimento das atividades escolares e para formação do intelecto, como assinala Facci (2004). Observamos para os micro-organismos/células (Nível C1), plantas (C4) e animais (C4) um aumento no poder explicativo das crianças e uma melhor assimilação de conceitos específicos, ainda que num nível espontâneo, a exemplo do conceito de adaptação³⁹.

É comum as crianças, por não terem experiência com os objetos/fenômenos, usarem o conhecimento físico do mundo para descrevê-los, conforme afirmam os alunos A1/A2, no nível C4 (planta), para as questões: P– a fotossíntese é realizada durante o dia e a respiração, à noite? Como sabemos se as plantas estão respirando ou fazendo a fotossíntese? E se ela estiver parada? Como isto ocorre?: "a luz do sol que faz a fotossíntese, respiração só quando as folhas estão em movimento". Essas concepções estão vinculadas ao egocentrismo infantil, especialmente, ao finalismo e artificialismo. Isto significa que mesmo no 5º ano, as crianças, em particular (A1/A2), apresentam respostas espontâneas quando solicitadas a explicar determinados quesitos, os quais envolvem situação de conflito de pensamento.

Assinalamos, porém, que as respostas emitidas pelas crianças inicialmente para o conflito cognitivo tendem a ser num nível espontâneo, ainda que estejam dominando os conteúdos que fazem parte das perguntas que lhes são feitas. Após o uso de um conflito ou contextualização do assunto através de novas proposições, eles elaboraram respostas mais concretas, lógicas e de forma mais generalizada (abrangente). Elas migram da utilização do conceito isolado para de uma rede em

³⁹ Adaptação. (Do lat. adaptare, 'adaptar'). Modificação estrutural, bioquímica ou funcional de organismo em consequência de mutação (sempre accidental, nunca procurada ou intencionada), tornando-o mais apto ou adequado às condições de vida local (SOARES, 1993, p.8).

que envolve o uso de outros conceitos, ou conseguem pensar dentro de um sistema, embora predominem suas concepções espontâneas. No caso de plantas, eles articulam a relação entre luz, fotossíntese, frutos, respiração, queda das folhas, inverno, dentre outros termos (conceitos).

Com base nas respostas dos alunos para as questões: Organismos de mesmas espécies e idade têm o mesmo tamanho? Por que não? E organismos diferentes de mesmo tamanho podem ter o mesmo número e forma celular (plantas e animais, animais de espécies diferentes)? Como podemos compreender as diferenças entre espécies iguais?, Elaboramos categorias conceituais e acrescentamos a elas alguns exemplos, conforme descrito abaixo:

- 1) Espécies Iguais (=) com Tamanhos e Formas iguais (=) $E = T/F =$, ex: cachorrinhos jovens, ser humano jovem x idoso...;
- 2) Espécies Iguais com Tamanhos Iguais (=) e Formas Diferentes (\neq) $E = T = F \neq$, ex: porco x javali, melancia com fruto maior x melancia com fruto menor...;
- 3) Espécies Iguais (=) com Tamanhos Diferentes (\neq) e Formas Iguais (=) $E = T \neq F =$, ex: cachorro pequeno x cachorro grande (vira lata), formiga grande x formiga pequena (formigueiro)...;
- 4) Espécies Iguais (=) com Tamanhos e Formas Diferentes (\neq) $E = T/F \neq$, ex, homem baixo gordo x homem alto magro, homem x mulher ...;
- 5) Espécies Diferentes (\neq) com Tamanhos e Formas Iguais (=) $E \neq T/F =$, ex: cachorro pequeno x gato, jegue x cavalo...;
- 6) Espécies Diferentes (\neq) com Tamanhos Iguais(=) e Formas Diferentes (\neq) $E \neq T = F \neq$ Ex: boi x cavalo, homem x macaco...;
- 7) Espécies Diferentes (\neq) com Tamanhos Diferentes (\neq) e Formas Iguais (=) $E \neq T \neq F =$, ex: gato do mato x gato de casa, pastor alemão x vira lata...;
- 8) Espécies Diferentes (\neq) com Tamanhos e Formas Diferentes (\neq) $E \neq T/F \neq$, ex: planta x gato, grama x milho, cavalo x ser humano....

As categorias conceituais acima mencionadas evidenciam que a partir do ponto de vista dos alunos, apoiado no conhecimento obtido por eles nas aulas teóricas-práticas ministradas pelo pesquisador, podemos iniciar com as crianças a

elaboração do conceito de espécie⁴⁰, tendo como base a estrutura/tamanho da célula e a diferenciação celular. Sublinhamos que o conhecimento deles decorrente do aprendizado com as aulas práticas realizadas pelo pesquisador sobre micro-organismo/célula é usado por eles para conceituar espécie (animal e vegetal), como parte do assunto relacionado à estrutura e funcionalidade animal (ser humano).

4.4.4 Conceitos e questões dentro da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP)

As atividades práticas realizadas na COOPEC pelo pesquisador envolveram a explicação de questões voltadas para a construção de conceitos na Zona de Desenvolvimento Proximal dos alunos. Para fins de exemplificação deste assunto, discutimos a seguir (quadro 8) algumas proposições formuladas pelos alunos para os conteúdos micro-organismos/células. Ressalvamos, porém, que uma das nossas maiores preocupações nesse trabalho foi considerar o nível de desenvolvimento das crianças que participaram da pesquisa. Por isso, não exemplificamos as proposições para os conteúdos de animais (ser humano) e plantas.

QUADRO 8– Proposições elaboradas pelos alunos do 5º ano da COOPEC

(continua)

Micro-organismos/células	Pergunta (P)	Resposta (A)
C1	P— Quem vive mais um micro-organismo ou uma formiga?	A3— Micro-organismo porque a formiga é um pouco maior. P— Mas se reproduz mais depressa, ele não morre mais rápido? A3— Acho que sim!... Os decompositores ajudam eles a se reproduzir [...] A formiga, acho que suas células acabam dificultando a reprodução deles.
C2	P— O que acontece com eles depois que se alimentam da massa do pão?	A1— O fermento é a substância que faz o pão crescer [...] A3— Fermento um "pozinho" que já é misturado com a massa [...] Por isso parece um "pozinho".
C3	P— Organismos de mesmas espécies e idade têm o mesmo tamanho? Por que não? E organismos diferentes de mesmo tamanho podem ter o mesmo número e forma celular (plantas e	A1— Mesma idade dois cachorrinhos se tiver outro igual é a mesma quantidade de células. [...] Comparou uma pessoa velha x nova [...] Espécies diferentes crescem mais e outras menos, tipo Pastor x Cachorro pequeno [...]

⁴⁰ Espécie. (Do lat. specie, 'tipo', 'modelo'). Conjunto das populações formadas por indivíduos semelhantes entre si e capazes de se entrecruzarem em condições naturais produzindo descendentes férteis; cada uma das divisões de um gênero; unidade básica de classificação nos estudos de Sistemática ou Taxonomia (SOARES, 1993, p.143).

QUADRO 8– Proposições elaboradas pelos alunos do 5º ano da COOPEC

(conclusão)

Micro-organismos/células	Pergunta (P)	Resposta (A)
C3	animais, animais de espécies diferentes)? P– Se for maior e da mesma idade? P– Como é que e isso faz serem diferentes os organismos (Cavalo x Ser Humano)?	A2– Boi x Cavalo não têm a mesma quantidade de células. A3– O que for maior tem mais células. A1– Acho que o cavalo é maior que o ser humano porque possui mais células.
C4	P– Que tamanho você acha que tem uma célula em relação aos seres vivos pequenos que você observa ao olho nu? P– Por que você diz isto?	A1– Ao microscópio como se fosse com uma régua microscópica que ele faz medida. [...] Com a ajuda do microscópio dá para ver quase as mesmas coisas que o ser humano precisa para sobreviver (nutrientes e materiais). As células são muito sensíveis e precisam de mais coisas que não tem no corpo humano

Fonte: Coleta de dados– COOPEC, Central-BA– ano letivo de 2009-2012

Em C1 (quadro 8), o aluno A3 tem a concepção de que o micro-organismo vive mais porque ele é menor que a formiga, sendo esta uma visão de existência contínua ou prolongada da vida destes seres vivos microscópicos. Acreditamos que esse pensamento deriva do não conhecimento do ciclo de vida e longevidade destes seres vivos pelo aluno. Este não distingue a relação entre a rapidez da reprodução e tempo de vida, ou melhor, não deliberam acerca da quantidade de indivíduos que são formados (dado seu pequeno tamanho) e sua longevidade; para este, quanto mais reproduzir mais vida terá o micro-organismo, ainda contando, para tanto, com auxílio dos decompositores. As formigas, por ser um organismo de tamanho maior, suas células dificultam sua reprodução e, portanto, elas vivem menos. Essa é um ponto de vista que não parece arraigado no aluno, pois quando o pesquisador retrucou que o ser vivo se reproduzindo mais rápido, tem ciclo de vida mais curto e o aluno A3 concordou.

Assim como em C1, no nível C2 (quadro 8), sublinhamos que o pensamento não estruturado sobre célula dificulta a apropriação de termos abstratos como os mencionados em C1, e também do fungo com o fermento (nível C2). Para esta última relação, os alunos não conseguiram explicar (A1/A3) o conteúdo ensinado nas aulas práticas ministradas na COOPEC. Por isso, eles recorreram a repostas espontâneas como explicação para a pergunta “P– O que acontece com eles depois que se alimentam da massa do pão?”. Em C3 (quadro 8), houve um aumento do

pensamento lógico abstrato acerca da diferenciação das espécies de animais (incluindo o ser humano) a partir do número de células, ou seja, tornando distintos o tamanho e a forma por esse referente. Assinalamos, porém, que isto é decorrente da falta de domínio dos alunos A1/A2/A3 quanto à diferenciação celular, a qual está relacionada às diferenças entre os órgãos e sistemas orgânicos dos organismos pluricelulares.

Em C4 (quadro 8), quando perguntamos ao aluno o seguinte: P– Que tamanho você acha que tem uma célula em relação aos seres vivos pequenos que você observa a olho nu? P– Por que você diz isto? Observamos que o microscópio tem o poder de mostrar ao aluno os nutrientes/materiais que ele precisa para sobreviver e que fazem parte do corpo/células dele. Para o aluno A1, as células de um pequeno ser vivo pluricelular são sensíveis e não precisam das mesmas coisas das quais precisam o ser humano. Assinalamos que o aluno sabe que o microscópio auxilia na identificação de estruturas não visualizáveis a olho nu, contudo, ele não consegue usar o conhecimento adquirido para diferenciar um organismo microscópico de um macroscópico, e ainda justifica tal ponto de vista pela finalidade que os materiais nutrientes têm para a célula/ser humano (funcionalidade).

4.4.5 Analogias sobre micro-organismos/células, plantas e animais (ser humano)

Discutimos a seguir algumas proposições (analogias) dos alunos sobre micro-organismos/células, animais (ser humano) e plantas (quadros 9, 10 e 11).

4.4.5.1 Analogias sobre micro-organismos/células

QUADRO 9– Analogias sobre micro-organismos/células elaboradas pelos alunos do 5º ano da COOPEC

(continua)

Analogias/ ND*	Perguntas (P)	Estruturais	Estruturais/Funcionais
C1	P– Quais mesmo são as partes de uma célula?	Grão de açúcar x micro-organismo	Rótulo de alimento x micro-organismo, Razinhas x Paramécio
C2	P– Mas se o fermento é o fungo, como é que é a célula do fermento? [...] A boca deve ser pequena, então come como?	Grão de sal x célula/micro-organismo	Pozinho x Fermento Graozinho x Fungo Boca x Furinho no copo

QUADRO 9– Analogias sobre micro-organismos/células elaboradas pelos alunos do 5º ano da COOPEC

(conclusão)

Analogias/ ND*	Perguntas (P)	Estruturais	Estruturais/Funcionais
C3	Como são as células dos seres vivos?		Associação de algas unicelulares x Órgãos vegetais
C4	P– Que tamanho você acha que tem uma célula em relação aos seres vivos pequenos que você observa ao olho nu?	Terra x Célula, Grão de amido x Célula	

* Níveis de Desenvolvimento

Fonte: Coleta de dados– COOPEC, Central-BA– ano letivo de 2009-2012

À medida que os estudantes foram conhecendo as estruturas de micro-organismos/células e plantas, em seus aspectos micro e macro celular, eles gradualmente elaboravam analogias mais ricas e mais amplas. Estas são formuladas para assuntos cuja conceitualização exige uma dinâmica que está à mercê das observações microscópicas, a exemplo de estruturas de micro-organismos/células e de tecidos e órgãos vegetais. Como parte da Zona de Desenvolvimento Proximal dos alunos, elas são resultantes de um ensino que potencializa avanços nas formas elementares de pensamento dos alunos (funções mentais elementares), permitindo-lhes alcançar níveis mais elevados (funções mentais superiores).

4.4.5.2 Analogias sobre Plantas

QUADRO 10– Analogias sobre plantas elaboradas pelos alunos do 5º ano da COOPEC

Analogias/ ND*	Estruturais	Funcionais	Estruturais/Funcionais
C1	Buraquinho x Estômato	Folha x Motorzinho	
C2			Mangueira x Vaso (a) Mãe/Bebê x Semente/Germinação (b)
C3	Coifa x Vaso/Planta (c)	Suspiro x Circulação (a) Filtro x Pessoa com Fome (b)- Fruto x Usina (d)	Regada/Murcha (Vacúolos) x Filtro (b)
C4	Vaso x Canudo	Peneirinhas de Distribuição x Placas Crivadas (Plaquinhas)	

* Níveis de Desenvolvimento

Fonte: Coleta de dados– COOPEC, Central-BA– ano letivo de 2009-2012

Para fins de esclarecimento para o conteúdo expresso no quadro 10, elencamos abaixo as proposições/questões e suas respectivas analogias:

C1– P– Por quais estruturas ocorre este processo e como é realizado (trocas gasosas e luz)? Buraquinho x Estômato- Folha x Motorzinho;

C2a– P– O que correu com a terra dos vasos e como os nutrientes da terra chegam em todas as partes do corpo vegetal? Mangueira x Vaso;

C2b– P– Como o ar (oxigênio e gás carbônico) ajuda nesse processo de crescimento das plantas? P– Quem ajuda mais é o oxigênio ou o gás carbônico? P– Mas como a planta consegue viver nos próximos dias, após a germinação? Mãe/Bebê x Semente/Germinação;

C3a– P– Como as substâncias descem para a raiz do vegetal? Existem outros tubos e as substâncias não se misturam? Suspiro x Circulação;

C3b– P– Um vegetal murcho consegue sobreviver após ser regado? Regada/Murcha (Vacúolos) x Filtro– Filtro x Pessoa com Fome;

C3c– P– Chapeuzinho é feito de quê? Coifa x Vaso/Planta;

C3d– P– Como o alimento que a planta produz na folha vai para o fruto? Fruto x Usina;

C4– P– A observação dos vasos na raiz, no caule e na folha, como se dá? E o transporte de substâncias? Vaso x Canudo– Peneirinhas de Distribuição x Placas Crivadas (Plaquinhas).

Em relação ao transporte de seiva bruta e elaborada e a fotossíntese, os alunos (nível C3a) fazem uma série de analogias, as quais são classificadas, a saber:

- 1) Estruturais: vaso fino x alimento fino, vasos lenhosos x canal grosso, canal grosso x seiva bruta e ligamento fino (vasos liberianos) x seiva elaborada;
- 2) Funcionais: alimento fino x fotossíntese, alimento grosso x seiva bruta (absorção/raiz);
- 3) Estruturais e funcionais: Vaso grosso/Fino x Pororoca, Vaso grosso/Fino X Sangue/Veia.

Os dados empíricos acima descritos nos leva a afirmar que o uso de analogias nesse último nível conceitual (crianças do 5º ano) está relacionado a um aumento na dedução lógica da criança. Isto significa que o pensamento abstrato (para estruturas microscópicas e suas funções) foi usado para explicar o concreto, evidenciando uma base para o desenvolvimento conceitual dos alunos, nestes anos e nos anos que seguem.

4.4.5.3 Analogias sobre animais

QUADRO 11– Analogias elaboradas sobre animais (ser humano) pelos alunos do 5º ano da COOPEC

ANALOGIAS/ND*	Pergunta (P)	Estruturais/Funcionais
C2	Por que os alimentos precisam ser quebrados para chegar na célula? Por que a urina é amarela? Há diferenças entre amido e açúcar comum?	Célula x Nutriente Urina x Água Contaminada Açúcar Comum X Amido

* Níveis de Desenvolvimento

Fonte: Coleta de dados– COOPEC, Central-BA– ano letivo de 2009-2012

As crianças usam analogias como um meio de vivenciar e aproximar os conteúdos escolares abstratos de forma concreta. Para conteúdos referentes ao corpo humano, observamos uma redução no número (exceto na qualidade) de analogias por duas razões, as quais estão inter-relacionadas: a criança tem uma experiência própria em que ela associa a estrutura do seu corpo às suas funções; as atividades desenvolvidas em sala de aula contribuíram para ampliação da percepção da interação entre fatores externos e trocas gasosas (oxigênio, gás carbônico...) com os órgãos e funções vitais, bem como com a integração entre estas no organismo humano.

Notamos que as analogias estruturais/funcionais evidenciam uma forma de aquisição conceitual mais elevada, pois as crianças articulam simultaneamente objetos/ eventos da experiência diária à células, órgãos e suas funções, como nos exemplos, envolvendo perguntas (P) e respostas dos alunos (A):

- 1) P– Quais mesmo são as partes de uma célula? A- Rótulo de Alimento x Micro-organismo, Razinhas x Paramécio;

- 2) P– Mas como a planta consegue viver nos próximos dias, após a germinação? A- Mãe/Bebê x Semente/Germinação;
- 3) P– Por que os alimentos precisam ser quebrados para chegar na célula? Por que a urina é amarela? Há diferenças entre amido e açúcar comum? A (respectivamente)– Célula x Nutriente, Urina x Água Contaminada, Açúcar Comum X Amido.

A redução e/ou ausência de analogias é percebida no final de cada fase de desenvolvimento (C1 a C4), principalmente em C3 e C4, em que as questões e os conteúdos escolares requisitam das crianças respostas construídas com alto nível de abstração.

4.4.6 Níveis de Desenvolvimento (ND) e o limite conceitual dos alunos da COOPEC

Para fins de esclarecimento/exemplificação do item anteriormente mencionado (redução e ausência de analogias), apresentamos os limites para os níveis de desenvolvimento conceitual dos alunos (micro-organismo/células, animais e plantas), conforme descrito abaixo (quadro 12):

QUADRO 12– Níveis de Desenvolvimento e limite conceitual– alunos do 5º ano da COOPEC

Limites	Micro-organismos/células	Plantas	Animais (ser humano)
C1	Organismos pluricelulares microscópicos/unicelulares macroscópicos	Fruto x alimentação da planta, estrutura x função macro/micro (pigmento x reprodução)	Composição química celular/variação, interconexão entre o todo e as partes, (organismo)
C2	Macro- grandes células e micro- pequenas células, membrana celular	Transporte x distribuição/ seiva- transporte x crescimento	Aspectos fisiológicos- urina, suor, enzima, soluto/solvente, absorção celular
C3	Células de defesa x micro-organismos, diferenciação celular	Vacúolos, lenticelas estrutura de vaso (micro) e interação funcional	Artérias, célula/corpo e quantidade de nutrientes, diferenciação celular, forma e função do corpo
C4	Célula x órgão/formiga, célula x bactéria, partes de uma célula macro ("gominho da laranja")	Função da coifa e sua relação c/ pelos e sistema de transporte, vasos laticíferos, estrutura e posição/ vasos na raiz, caule e folha (micro), tamanho/ vacúolos, quantidade de nutrientes	Medida/massa de CO ₂ , reação química x fenômeno- taxa metabólica- célula do organismo pequeno x organismo grande, transformação/processos

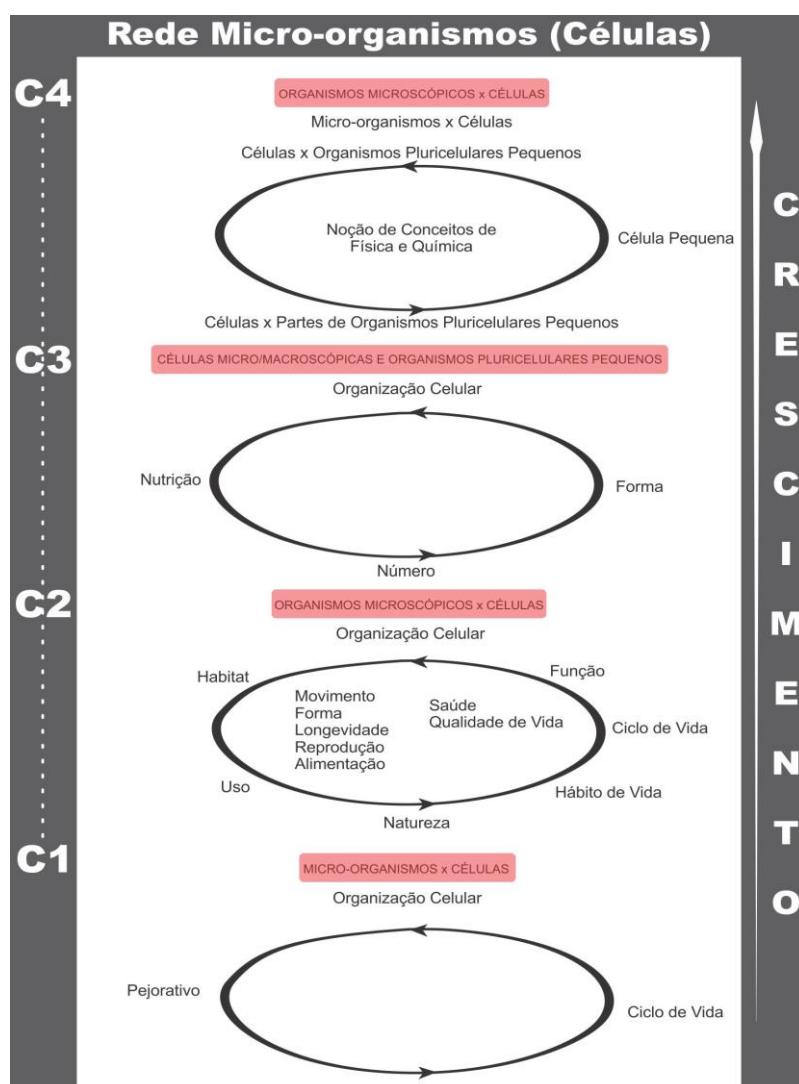
Fonte: Coleta de dados– COOPEC, Central-BA– ano letivo de 2009-2012

Os conteúdos e conceitos assimilados pelos alunos da COOPEC podem ser melhor expressos em síntese e de forma sistemática (fig. 26, 27 e 28, p. 250, 251 e 253, respectivamente). Nelas, percebemos as interconexões conceituais, seus aspectos centrais e sua derivação, os níveis espontâneos e científicos, a generalidade do pensamento, os aspectos específicos, dentre outras características inerentes ao desenvolvimento conceitual da criança.

4.4.7 Rede de Conhecimento (RC) sobre micro-organismos/células, funções vitais de plantas e animais (ser humano)

4.4.7.1 Rede de Conhecimento (RC) sobre micro-organismos/células

Figura 26– Rede conceitual sobre micro-organismos/células



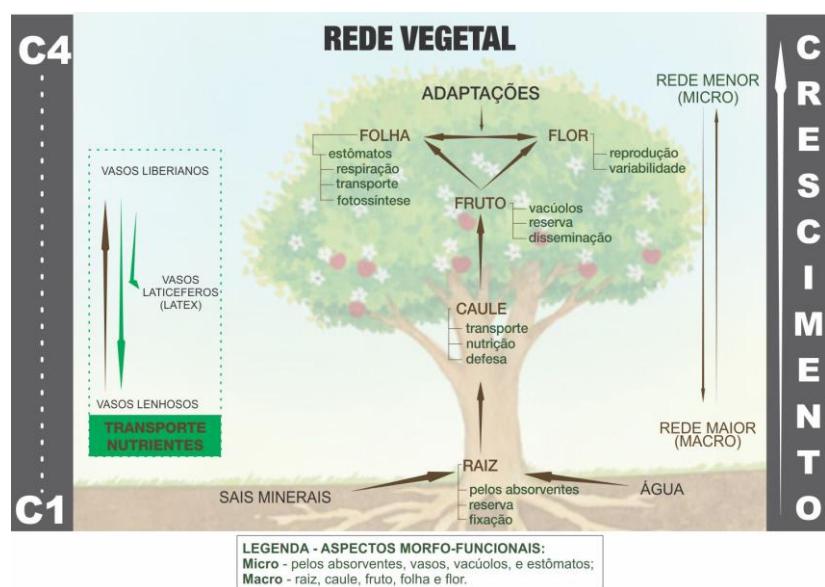
Fonte: COOPEC, Central-BA, 2012.

Notamos que em C1, os alunos do 5º ano da COOPEC usam e associam os conceitos de micro-organismos/células aos aspectos pejorativos, movimento e ciclo de vida (funcionalidade espontânea ou geral). Esse é um aspecto comum encontrado no início da investigação, incluindo as quatro turmas da Escola Primária investigadas em 2009. Esse tipo saber foi reiterado após a realização das aulas práticas (P1 a P4) para a turma na qual iniciamos o estudo empírico em 2009, mas com a ressalva de que o mesmo foi ampliado para os níveis de conhecimento posteriores (C2 a C4).

Em seguida, eles ampliam os referidos conceitos gerais sobre micro-organismos/células (parte externa do ciclo); eles associam estes conceitos a questões biológicas como reprodução, longevidade e alimentação (ciclo interno). Os alunos começam a relacionar o tamanho e a forma do organismo unicelular com o pluricelular pequeno, envolvendo o caráter biológico da nutrição. Finalmente, eles usam a compreensão da diferenciação da célula de organismos unicelulares de seres pluricelulares pequenos, também de células macroscópicas. Evidenciamos, com isto, um aumento no conhecimento acerca das funções biológicas destes organismos, seguindo da aquisição de um conhecimento sobre estrutura básica dos mesmos, o que foi propiciado com a efetuação das aulas práticas.

4.4.7.2 Rede de Conhecimento (RC) funções vitais de plantas

Figura 27- Rede conceitual sobre vegetais



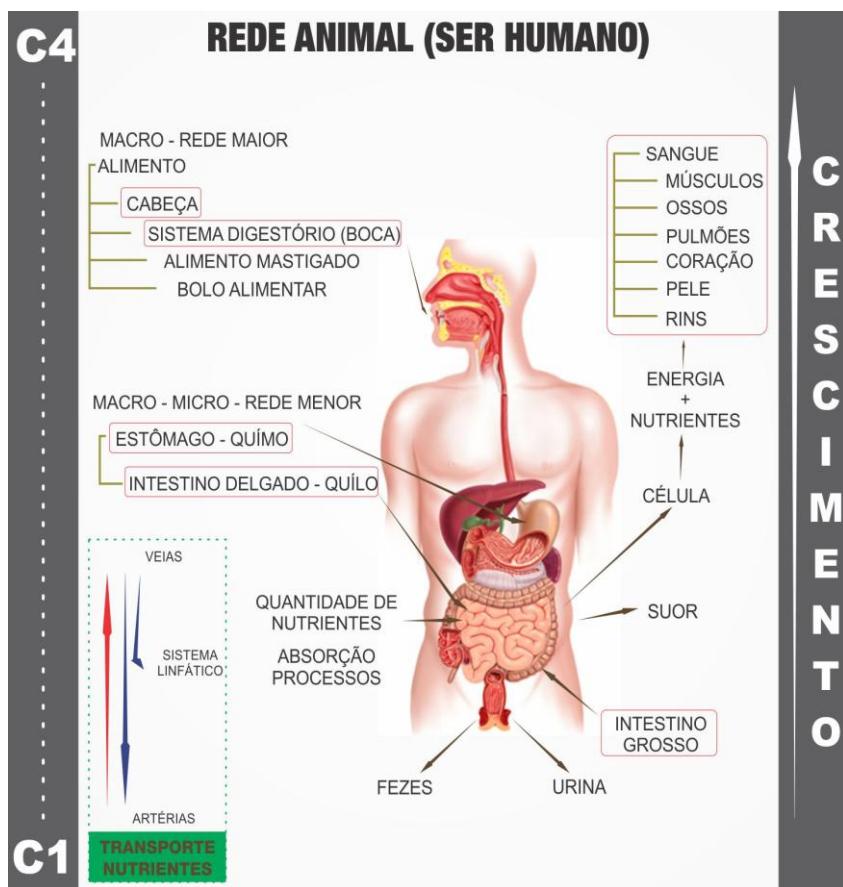
Fonte: COOPEC, Central-BA, 2012

Do nível de desenvolvimento C1 para C4, observamos que o conhecimento dos alunos do 5º ano da COOPEC sobre estrutura e função vegetal foi edificado a partir da relação dos aspectos externos (rede macro) com os internos (rede micro). Os conceitos adquiridos espontaneamente (órgãos vegetais) e na escola (função dos órgãos) fazem uma interconexão entre trocas gasosas e o tecido vegetal de respiração (incluindo os estômatos). Em seguida, estendem tal relação com os fenômenos internos de transporte, respiração, fotossíntese, defesa e nutrição, entre outros. Evidenciamos as estruturas das raízes, folha e caule, tanto no nível macro (aulas P2 e P3) como no microscópico (aulas P1 e P4), ainda destacando a funcionalidade delas.

4.4.7.3 Rede de Conhecimento (RC) sobre funções vitais de animais (ser humano)

Do nível de conhecimento C1 para C4, notamos que o conhecimento dos alunos do 5º ano da COOPEC sobre estrutura e funcionalidade dos órgãos vitais humanos foi ampliando numa relação entre eventos percebidos externamente como alimentação, suor, fezes, urina, trocas gasosas com o meio ambiente (rede maior). Outrossim, identificamos aspectos que são visualizados internamente como digestão dos alimentos, sangue, produção e eliminação de gás carbônico, consumo de oxigênio (rede menor). Evidenciamos uma melhor compreensão para os fenômenos a partir dos externos, os quais foram propiciados pelas aulas teórico-práticas e pelo contato que têm com os fenômenos biológicos no dia a dia, tomando como referência os processos vitais que ocorrem com o seu próprio corpo.

Figura 28— Rede conceitual sobre animais (ser humano)



Fonte: COOPEC, Central-BA, 2012

4.4.8 Causa e Efeito

A relação entre causa e efeito para crianças do Ensino Fundamental I se apresenta na superfície do desenvolvimento conceitual. Isso é resultante de um ensino que não é direcionado para explicação da causa dos fenômenos (ensino por definição) e dos fatores envolvidos (processos). Com este, os conceitos adquiridos pelos alunos são geralmente usados por eles para compreender os fatos em seus efeitos e/ou aparência, salvo questões/proposições que exigem explicações menos específicas.

Podemos observar essa afirmação nos quadros 13, 14 e 15 que tratam sobre o item causa e efeito em micro-organismos/células, animais (ser humano) e plantas, a seguir:

4.4.8.1 Causa e efeitos em micro-organismos/células

QUADRO 13– Proposições com causa e efeito– alunos do 5º ano da COOPEC

Micro-organismos/ células	Pergunta (P)	Resposta (A)
C1	[...] P– Tem pouco alimento no corpo dele por quê?	A3– Para eles poderem digerir mais rápido o fermento do pão.
C2	P– Qual o tempo de vida de um fungo ou micrório?	A3– Quando o alimento não é próprio para eles, eles se decompõem [...] Acho que por isso eles têm pouco tempo de vida.
C3	P– Quem tem mais células, um anão ou uma pessoa adulta?	A1/A2/A3– A pessoa adulta tem mais células porque é maior e tem mais células.
C4	P– Que tamanho você acha que tem uma célula em relação aos seres vivos pequenos que você observa ao olho nu? P– Por que você diz isto?	A1– Ao microscópio como se fosse com uma régua microscópica que ele faz medida [...] com a ajuda do microscópio dá para ver quase as mesmas coisas que o ser humano precisa para sobreviver (nutrientes e materiais). As células são muito sensíveis e precisam de mais coisas que não tem no corpo humano.

Fonte: Coleta de dados– COOPEC, Central-BA– ano letivo de 2009-2012

A relação de causa e efeito é menos evidenciada para os micro-organismos/células do que para animais e plantas, pois a falta de experiência das crianças para estrutura e tamanho destes organismos limita a assimilação dos conceitos pelos alunos nessa área de conhecimento. Em outras palavras, podemos dizer que há falta de referente concreto para as crianças em relação aos organismos microscópicos/células, e, por isso, elas apresentam dificuldades de apropriação conceitual ora relatada.

As aulas práticas ministradas pelo pesquisador acerca de organismos microscópicos/células objetivaram a construção de referente concreto, o qual fundamenta o estudo de estrutura, tamanho de células e sistemas que compunham os organismos pluricelulares (animais e plantas). Por conseguinte, a relação causa e efeito é incorporado ao desenvolvimento conceitual dos alunos quando eles

começam associar, por exemplo, bactérias, fungos etc. com sintomas de doenças causadas por estes ao organismo humano e também a reprodução deles dentro da célula, morte celular, febre, perda imunidade, desnutrição, dentre outras questões. Nesse caso, o uso da funcionalidade do assunto escolar contribuiu para elaboração de tais formas de pensamento, tendo em vista o suprimento da dificuldade de formar proposições lógicas sobre o mesmo (JONE & RUA, 2004; SFORNI & GALUCH, 2006; MAYERHOFER & MÁRQUEZ, 2009).

Em C1 (quadro 13), é predominante o aspecto de pensamento funcional, o qual fundamenta o conhecimento espontâneo evidenciado para a questão: [...] P– Tem pouco alimento no corpo dele por quê?, tendo como resposta pelo aluno A3– *"Para eles poderem digerir mais rápido o fermento do pão"*. No final do período C1 verificamos ascender o pensamento abstrato, como reforço para aquisição do conteúdo escolar (científico). Os primeiros contatos dos alunos com o conteúdo novo suscitam neles saberes espontâneos que vão se edificando com as aulas práticas na direção do conceito científico.

Os alunos A1/A2/A3, ao afirmarem que uma pessoa adulta tem mais células do que um anão porque é maior do que ele, estão invertendo a causa e efeito (nível C3, quadro 13). Entretanto, ao conceberem que o organismo é maior devido precisar de mais células para assim melhor realizar as suas funções vitais, eles estarão iniciando o domínio da explicação causal para o objeto/fenômeno mencionado. Assinalamos que a dificuldade de elaborar um pensamento que envolve causa e efeito aumenta nos níveis de desenvolvimento C3 e C4 porque há maior especificidade para a elaboração de respostas estruturais para micro-organismo/células. Estas, por sua vez, tendem a ser supridas por concepções de cunho espontaneísta, principalmente veiculadas por analogias.

4.4.8.2 Causa e efeito– Plantas

QUADRO 14– Proposições com causa e efeito– alunos do 5º ano da COOPEC

Plantas	Pergunta (P)	Resposta (A)
C1	P– O que faz as plantas buscarem a luz e respirar?	A1– Tipo nós precisamos de comida para trabalhar [...] Ela absorve a luz, fica mais forte e faz melhorar a transpiração e o crescimento dela.
C2	P– Como o corpo da planta reage à luz para poder crescer?	A1– Absorvendo o calor e fazendo a fotossíntese. A2– Isto ocorre quando a planta está na terra [...] A luz bate e vai crescendo [...] Aos poucos, as minhocas também ajudam o "filhinho" a crescer a partir das suas células (pequena planta).
C3	P– Como as substâncias conseguem chegar à folha? Como é que funciona essa nervurinha ("copo de leite")?	A1/A2– Funciona usando o oxigênio e puxando o gás carbônico. Elas entregam o alimento e oxigênio para o meio... o gás carbônico é jogado dentro da folha, entrando pela boca ("aberturinhas" microscópicas) e dentro da folha serve para a fotossíntese.
C4	P– O cacto é verde o ano inteiro, mesmo no sol, por quê?	A1/A2/A3– Porque quando chove, ele absorve a água e o espinho não deixa a água sair [...] Ele se alimenta da água que guardou [...] No caule em um "bucado" de vasos apropriados para armazenar a água.

Fonte: Coleta de dados– COOPEC, Central-BA– ano letivo de 2009-2012

As respostas para as proposições referentes à C1 e C2 (plantas) dadas pelos alunos A1/A2 sinalizam que eles internalizam apenas os atributos externos dos fatos/eventos ou a aparência deles (quadro 14). Isto significa que esse é apenas o primeiro passo a partir do qual eles poderão se apropriar dos atributos essenciais relacionados aos conteúdos ensinados sobre plantas, uma vez que essa é base para o desenvolvimento do pensamento conceitual da criança neste nível de ensino e nas séries que seguem. Se as crianças articulam seus saberes em sua forma final para responder às proposições, podemos inferir que o ensino não facilita a compreensão dos processos intermediários os quais as conduzem para elaboração

das suas respostas (ensino por definição ao invés de ser voltado para o desenvolvimento do intelecto).

Ao contrário de C1/C2 (quadro 14), para C3 (plantas), destacamos um ponto de vista científico (funcional) que sinaliza o domínio dos alunos A1/A2 acerca do vínculo entre transporte de seiva bruta, trocas gasosas e fotossíntese. Para isto, eles já se dispunham do conceito de transformação, a qual corrobora para a funcionalidade integrada vegetal. Em C4 (quadro 14), A1/A2/A3 usam o conceito de armazenamento num nível espontâneo, sendo que para tal, se fundamentam no conceito de adaptação, também ao modo espontâneo.

4.4.8.3 Causa e efeito– Animais (ser humano)

QUADRO 15– Proposições com causa e efeito– alunos do 5º ano da COOPEC

Animais (ser humano)	Pergunta (P)	Resposta (A)
C1	P– Qual a composição de nutrientes do corpo animal? É a mesma da célula? As células do corpo têm a mesma quantidade de nutrientes?	A1/A2– Água, sais minerais, açúcar, gordura, proteínas [...] A1/A2– Sim porque elas formam o corpo e esta quantidade está no livro em percentagem.
C2	P– O que os nutrientes fazem no seu organismo. Se a criança/pessoa não se alimenta direito, o que pode acontecer com ela, além de ficar doente?	A1– Ajuda no crescimento enviando nutrientes para outras células fortalecer; A2– Alimenta das células e deixa a gente mais imune às doenças [...] A1/A2/A3– Fica magra, não cresce e seu corpo não funciona direito [...] Não desenvolve os músculos e osso[...].
C3	P– Quem controla as funções do nosso corpo e como ocorre este processo, no caso da nossa nutrição ou uso dos nutrientes pelo organismo/célula?	A1/A2/A3– [...] Alimentos dão nutrientes para contribuir com o crescimento e ajudam a manter os nutrientes no organismo [...] Porque depende dos nutrientes dos alimentos que a gente come e quando comemos, a digestão ajuda no organismo, dando os nutrientes para ele [...] A parte boa dá mais energia, proteína, vitamina, açúcares, gorduras e sais para o organismo [...] Acho que tem na célula o mesmo número de nutrientes porque uma ajuda a outra [...] Há os nutrientes que traz doenças e o coração para de bater.
C4	P– De que depende a produção de gás carbônico nos animais?	A2– Coração, células [...] Eles se alimentam e solta esse gás que serve para o pulmão respirar e sai. A3– Acho que depende dos outros [...] Gás como oxigênio ajuda a produzir outros materiais.

Fonte: Coleta de dados– COOPEC, Central-BA– ano letivo de 2009-2012

Para animais, em C1 (quadro 15), os alunos A1/A2 relacionam os nutrientes do organismo animal (ser humano), mas não associam à célula a mesma composição. Isto denota que eles memorizam o conteúdo do livro ou ensinado pelo professor, mas não articulam seu uso para a situação correlata mencionada, ou seja, as células têm a mesma composição do que o corpo humano. Em relação a C2 (quadro 15), podemos inferir que os alunos A1 e A2/A3 utilizam respectivamente o pensamento finalista/vitalista e uma funcionalidade num nível espontâneo para explicar o papel dos nutrientes no organismo humano/células.

Os alunos A1/A2/A3, para o nível C2, conhecem os conceitos de composição de nutrientes no organismo/célula, diferenciam alimento e nutriente, mas não explicam bem como é mantido o nutriente no organismo (causa e efeito), ou o faz de uma maneira espontânea, a exemplo da digestão do nutriente para o organismo. Quando estes alunos afirmam que uma célula ajuda a outra, estamos diante de uma base para o ensino do transporte de nutrientes (osmose, difusão...) neste nível de ensino e nas séries posteriores, a partir do conhecimento prévio deles.

Em C4 (quadro 15), apesar dos alunos terem fundamentado suas concepções nos aspectos finalistas e vitalista do pensamento infantil (o gás carbônico serve para o pulmão respirar, a produção de gás carbônico depende do coração), eles associam de forma limitada que os nutrientes são consumidos no organismo/célula, na presença do oxigênio e liberam o gás carbônico (causa x efeito). Isto nos apóia na compreensão de que o pensamento espontâneo está sendo edificado para o conceitual, em que as crianças já conseguem explicar um fenômeno biológico, tendo como base o conhecimento adquirido na escola mediante as aulas práticas realizadas pelo pesquisador. Assim, podemos assegurar que uma situação abstrata começa a ser explicada de forma concreta. Eles querem dizer que o oxigênio ao fornecer outros materiais para a célula é porque o mesmo participa dos processos celulares, envolvendo o metabolismo.

Podemos depreender que pelo exposto, os conceitos espontâneos e escolares não estão devidamente desenvolvidos, como o que envolve estrutura e funções vitais de animais. Verificamos que dentro de um sistema, os segundos interferem no desenvolvimento dos primeiros, e estes são base para o desenvolvimento desses últimos como nos afirma Vygotsky (1991, 2010).

Há uma elevação do pensamento sistêmico da fase C1 para C4 de uma forma geral (conceitos gerais, incluindo maior derivação e generalização conceitual), mas

para conceitos específicos, é evidenciada uma espontaneidade nas respostas dos alunos, ou seja, não consegue explicar os objetos/fenômenos de maneira clara e objetiva. A forma como esses conceitos emergem nos indica uma possibilidade de articulação de novas práticas e procedimentos didáticos capazes de promover o desenvolvimento conceitual dos alunos, para conteúdos que estão na "fronteira" da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) deles, mas que podem ser ensinados num nível mais próximo de suas experiências diárias. A exemplo disto, temos a relação entre micro-organismos, células de defesa e a diferenciação celular, metabolismo, enzima etc.

Estes conceitos exigem para sua formação uma melhor compreensão da transformação/processos envolvidos nos fenômenos biológicos, que depende essencialmente desse primeiro contato das crianças com tais eventos. Isto suscita nas séries que seguem (Ensino Fundamental II e Médio), um direcionamento destas práticas ou novas tarefas para fins de ampliar o conhecimento anteriormente adquirido com abordagem mais específica. Por outro lado, se a aproximação com os referidos assuntos não foi auferida aos alunos no Ensino Fundamental I, é necessário no início dessa nova fase escolar, uma articulação dos conteúdos didáticos supramencionados com a experiência de vida dos alunos. Assim, estaremos dando um passo atrás no desenvolvimento conceitual do aluno, no afã da superação da ausência do ponto de partida para seu aprendizado que é sua concepção espontânea.

Observamos, no quadro 16 abaixo, as implicações da causa/efeito na apropriação dos conceitos relacionados a micro-organismos/célula, funções vitais de animais e plantas na sua relação com o egocentrismo da criança:

QUADRO 16– Implicações da causa e efeito na apropriação conceitual– alunos do 5º ano da COOPEC

Proposições/conceitos	Causa x Efeito	Funcionalidade Geral	Funcionalidade Específica	Egocentrismo
Gerais	↑	↑	↓	↓
Específicas	↓	↓	↑	↑

Legenda: ↑– Aumenta e ↓– Diminui

Fonte: Coleta de dados– COOPEC, Central-BA– ano letivo de 2009-2012

De acordo com o exposto, o conteúdo produzido com a experiência (aula prática) oferece um suporte para resposta das questões elaboradas pelo pesquisador e alunos após o início de cada fase, principalmente no final de cada uma (Apêndice C, p. 308). Por conseguinte, a derivação conceitual aparece em duas formas com a caracterização, a saber: uma dentro do próprio nível de desenvolvimento a partir de proposições/conceitos centrais e outra perpassando todos os níveis (C1 a C4). Acrescentamos que as proposições/conceitos centrais também são derivadas no processo de elaboração de conhecimento durante as aulas práticas ministradas na COOPEC.

Para assuntos que exigem respostas fenotípicas, verificamos uma melhor explicação da relação causa e efeito para objeto/fenômeno pelos alunos. Para tal, houve predominância do pensamento funcional generalista em relação ao funcional específico, ou seja, eles explicam mais a questão pela aparência, tamanho, forma dos seres vivos, tanto no seu aspecto micro quanto macroscópico (células micro e macroscópicas, intestino, sangue, vasos lenhosos e liberianos). Sendo um pensamento evidenciado em termos concretos, o egocentrismo é menos apresentado.

Estes assuntos envolvem questões levantadas inicialmente para cada nível de (C1a C4) pelo pesquisador e alunos. Para conteúdos específicos ora citados, as quais são requisitadas maior abstração e dedução lógica dos alunos, a distinção da causa e efeito e a descrição funcional geral são minimizadas, ao passo que eles buscam explicar os fatos de forma egocêntrica e espontânea. A intuição deles é elevada devido a sua não familiaridade com os fenômenos abstratos num nível concreto, mas tendo como base o domínio que eles têm sobre os assuntos no seu âmbito geral.

4.4.9 Transformação

O uso da ideia de transformação relacionada a eventos biológicos é pouco comum na literatura voltada ao ensino de conceitos de ciências no Ensino Fundamental I. De uma forma geral, encontramos para micro-organismos/células, animais e plantas, os estudos de Castro (2010), para vegetais Lawson (1988) e para animais (ser humano), os trabalhos de Teixeira (1999; 2004), Toyama (2000) e Cunha e Justi (2008).

Observamos no quadro abaixo (17) que o ponto de vista dos alunos sobre transformação se encontra distribuído entre as características do pensamento infantil como finalismo, artificialismo, entre outras.

QUADRO 17– Proposições com aspectos de transformação– alunos do 5º ano da COOPEC

Micro-organismos/células	Pergunta (P)	Resposta (A)
C1	P– E quais causam doenças ao ser humano? P– Nos micros ou células dentro da gente?	A3– Eles causam doenças se alimentando e se reproduzindo dentro da gente. A3– Nas células [...] Vão para as plantas e movimentam no ar para sobreviver [...] vão para outro ser vivo.
Plantas		
C2	P– Quais nutrientes fazem parte do fruto?	A1– Acho que água, açúcar, sais minerais, proteínas e substâncias que dão energia para ele. A2– Tipo de nutriente que dá força para a planta crescer [...] o gás carbônico se transforma em alimento e a planta solta o oxigênio [...] ela produz o alimento que serve de nutrientes e o oxigênio necessário para ajudar no gasto de nutrientes e ainda limpa o organismo, jogando para fora o gás carbônico.
Animais		
C2	P– Por que os alimentos precisam ser quebrados para chegar na célula? [...] Isso trará doenças. [...] E isso é ruim?	A1– As células são pequenas e o alimento tem que chegar bem pequenino [...] É difícil separar o bom do ruim. [...] O ruim leva mais tempo para separar. [...] Fica mais tempo no estômago. A2– Mais difícil de as células se alimentarem e se não se alimentar direito, as células não terão a proporção necessária de nutrientes.

Fonte: Coleta de dados– COOPEC, Central-BA– ano letivo de 2009-2012

Em relação aos micro-organismos/células (nível C1, quadro 17), embora o aluno A3 domine a relação de causa e efeito para os aspectos micro/macro, ele se serve do pensamento egocêntrico (finalismo, artificialismo) para explicar a questão da contração de doença pelo ser humano. A compreensão deles para a transformação encontra correspondência na reprodução, alimentação, movimento e efeitos das doenças no corpo humano.

Com respeito às plantas (nível C2, quadro 17), os alunos A1/A2 sabem identificar os componentes do fruto, e que estes dão força para as plantas crescerem. Eles têm uma visão sistêmica incompleta apoiada por um finalismo e

funcionalismo. Aparece ainda uma idéia de metabolismo (transformação) em que se associa a produção de alimento e gasto deste ao consumo de oxigênio; o gás carbônico é incorporado na planta para a produção de novo nutriente, sendo que para isto, o oxigênio expulsa da planta este gás. Os alunos A1/A2 fundamentam suas opiniões para tal questão no princípio vital do vegetal.

No que tange aos animais, identificamos uma visão coerente acerca da transformação de alimentos em nutrientes. Estes ao serem simplificados por este processo entram na célula e nessa contribuem para realização de suas funções vitais e estruturais. Encontramos apoio para essas afirmações em autores como Teixeira (1999; 2004), Toyama (2000), Cunha e Justi (2008) e Castro (2010).

Observamos ainda um desprendimento ou apropriação de saber que o hábito alimentar pode afetar a estrutura e funcionamento do organismo/célula, tanto pela falta como pelo excesso de comida, ou seja, uma pessoa que é viciada em guloseimas pode ficar obesa e desnutrida ao mesmo tempo. Isto sobremaneira contribui para superação de "tabus alimentares", os quais oferecem barreiras para o desenvolvimento conceitual dos alunos, a exemplo do aluno que afirma que a gordura não faz parte da composição do organismo humano, pois pode acumular-se nas artérias. O aluno A2 emite resposta influenciada pelas aulas do pesquisador e pelo livro didático adotado pela escola (NORONHA; SOARES, 2008). Inferimos que a noção de transformação adquirida pela criança eleva sua forma de pensamento para além do egocentrismo, da causa/efeito e do funcionalismo infantil, como algo que se aproxima do pensamento conceitual.

4.4.10 Pensamento Conceitual em Formação

As proposições emitidas pelos alunos da COOPEC durante o período em que foram realizadas as aulas práticas nos indicaram de uma forma geral e gradual uma extensão no seu pensamento lógico e abstrato. Observamos que ora as afirmações sobre micro-organismos/célula, animais (ser humano) e plantas evidenciavam avanços na explicação dos fenômenos biológicos envolvendo estes organismos; ora elas se apresentavam como algo mais próximo dos conceitos espontâneos, sendo que este foi o nosso ponto de referência para entendermos que os conceitos estavam sendo formados, considerando seus diferentes estágios de elaboração (C1 a C4).

Discutimos algumas proposições acerca da formação conceitual, destacando que nossa ênfase é deslocada para importância que tem as atividades escolares para construção de formas mais elevadas de pensamento das crianças. Não atentamos, enfim, para demarcar simplesmente os conceitos ensinados pelo pesquisador e/ou níveis de desenvolvimento conceitual adquirido por elas (quadro 18).

QUADRO 18– Proposições sobre formação de conceitos– alunos do 5º ano da COOPEC

Micro-organismos/células	Pergunta (P)	Resposta (A)
C2	P– E quais causam doenças ao ser humano? Nos micros ou células dentro da gente?	A3– Eles causam doenças se alimentando e se reproduzindo dentro da gente. A3– Nas células [...] Vão para as plantas e movimentam no ar para sobreviver [...] Vão para outro ser vivo.
Plantas		
C4	P– se a água desce quando chove ou regamos uma planta, então deve existir uma força de baixo para cima que faz a água subir? Com isso, também se deslocam para folha também os sais minerais com água? Há relação com a abertura e fechamento dos estômatos?	A1/A2– Sim porque são os estômatos que sugam a água para subir [...] Eles se abrem como se fossem umas 'aberturinhas' microscópicas que são [...]
Animais		
C3	P– O que ocorre com o organismo se ficar desnutrido? As células podem ficar sem nutrientes?	A1– Algumas morrem [...]. A2– Não fica imune às bactérias e diminuição de células [...]. A1– Não desenvolve porque as células não têm nutrientes suficientes para crescer, ou não se alimentam bem porque comem alguma coisa estragada. A1/A2– Fica sem força e morre sem os nutrientes.

Fonte: Coleta de dados– COOPEC, Central-BA– ano letivo de 2009-2012

Para os micro-organismos (nível C2, quadro 18), evidenciamos uma influência do ensino formal, no que se refere à explicação dos alunos para o conceito de doença. O aluno A3 afirma que estes seres usam o corpo humano/ células para se alimentar e reproduzir, causando assim a doença (causa e efeito). Em C4 (quadro 18), os estudantes A1/A2 concebem o estômato como estrutura responsável pelo deslocamento de água (seiva bruta) no vegetal e transpiração. Para o nível C3 (quadro 18), as crianças A1/A2 utilizam conceitos relacionados à perda da imunidade, inanição, qualidade do alimento e redução do número de células com a

desnutrição. Eles argumentam de forma lógica a questão: P- O que ocorre com o organismo se ficar desnutrido? As células podem ficar sem nutrientes? Para tal, sustentam o argumento ungido pelo vitalismo.

Observamos para o item referido anteriormente que eles emitem respostas em que se evidencia uma aproximação do conceito escolar com o dia a dia. Eles começam a perceber que alimentação, nutrição, vida celular, imunidade são conceitos interdependentes da mesma forma que eles existem porque tal processo sistêmico ocorre nos organismos estudados. Essa generalização tem avanços e retrocessos dentro de um mesmo sistema, sendo que ambas são peças fundamentais para a identificação dos pontos de partida para o ensino dos assuntos relacionados a estes conceitos em sala de aula.

CAPÍTULO V

5 IMPLICAÇÕES DA PESQUISA REALIZADA NA COOPEC

5.1 NO DESENVOLVIMENTO CONCEITUAL DOS ALUNOS

A criança chega à escola com pensamento por complexo, mas já pode evidenciar indícios de conceitos verdadeiros ao expressar novo saber que pode ter correspondência com o conceito a ser ensinado na escola. Na pesquisa realizada na COOPEC, o acesso do professor ao conhecimento das crianças foi possibilitado pelo uso que os alunos fizeram da linguagem oral e escrita. Descobrir os padrões de pensamento da criança nas suas perguntas/respostas acerca dos experimentos realizados foi fundamental para a obtenção de respostas mais complexas e profundas sobre os supracitados aspectos conceituais de seres vivos. Com isto, foi possível a análise do conhecimento das crianças da referida escola, conforme diferenciados níveis de generalização que acompanham as fases de desenvolvimento conceitual (C1 a C4). Percebemos isto pela maneira como as crianças expressam os conceitos adquiridos nas aulas práticas (desenhos, esquemas etc.), seja no nível micro ou macroscópico.

O conhecimento adquirido pelos alunos nas aulas práticas realizadas na COOPEC sinalizou um avanço nas suas formas de compreensão e/ou questionamento acerca dos conceitos de micro-organismos, micro e macro células, funções vitais de animais e plantas. Isto foi evidenciado, por exemplo, quando eles iniciaram distinção entre seres microscópicos e macroscópicos, ainda que de forma geral, afirmando que alguns só podem ser observados ao microscópio (germes) e outros não (vermes); indagaram se existe ser vivo pluricelular microscópico e se a bactéria dá para ser vista a olho nu; questionam como é o corpo de um micro-organismo; o que tem no corpo dele e por que não os encontramos em água tratada, mas estão presentes em água filtrada e da lagoa.

A partir de tarefas desenvolvidas com as crianças da COOPEC, em que os resultados das observações foram transformados em signos por elas mesmas (desenhos, esquemas e fotografias), as crianças menores usaram tais signos superficialmente. Nas experiências, à primeira vista, os alunos não associaram o

material experimental como mediador para responder às questões formuladas por eles (curiosidades), pelas professoras ou formuladas pelo pesquisador. Mesmo as crianças maiores, no início da nossa pesquisa, não conseguiram fazer tal associação porque os desenhos, esquemas e fotografias não representavam, efetivamente, uma representação precisa acerca do objeto/fenômeno estudado.

Com base nos trabalhos de Leontiev citados por Vygotsky (2010), podemos afirmar que os signos produzidos pelos alunos nas experiências escolares ou trazidos pelo pesquisador, de uma forma geral, funcionaram como mediadores para a compreensão das aulas práticas e/ou de questões trazidas para sala de aula, de origem ora relatadas à medida que eles iam repetindo a operação ou se envolvendo efetivamente com o trabalho realizado, sendo que as crianças menores (2º e 3º anos) pouco avançavam na compreensão do fenômeno estudado mediante o uso dos referidos materiais. As crianças do 4º e 5º conseguiram estruturar e enriquecer melhor seus registros e com eles responder as questões que lhes foram solicitadas para fins de cumprimento do ensino planejado, e, consequentemente, para nossa investigação, embora remanescentes algumas dificuldades comuns às séries anteriores (predominância de respostas diretas ao estímulo primário e/ou num nível complexo). Daí deriva a importância do uso da mediação pedagógica no trabalho docente, sobretudo com as crianças do Ensino Fundamental.

As aulas de ciências contribuíram sobremaneira para o avanço nas formas de pensamento dos alunos, a exemplo da memória voluntária, que pode ser considerado como função psicológica superior. Nas atividades práticas realizadas na COOPEC, as lâminas microscópicas foram fotografadas, as observações ao microscópio e também as experiências foram registradas, ou seja, desenhadas, esquematizadas, e estas foram utilizadas pelo pesquisador para mediação, no sentido de responder as questões interrogadas em sala de aula pelos alunos. Ressalvamos, porém, que nem todas as questões puderam ser explicadas efetivamente aos alunos por conta do limite de aprendizagem deles. Após uso destas figuras, percebemos um desenvolvimento gradual do raciocínio, da memória e da fala dos alunos porque eles começaram a internalizar as respostas para as questões inicialmente formuladas por eles ou pelo pesquisador; a comunicação entre eles, e entre eles e o pesquisador ganha um significado maior, no sentido da compreensão das diferentes formas de linguagem expressas: escrita, fala e desenhos.

Percebemos que a mediação propiciada, a partir do trabalho de pesquisa realizado na COOPEC, possibilitou a obtenção de novas explicações para os estímulos primários trazidos pelas crianças para a referida escola. As respostas oferecidas, em cada fase para as crianças, mediante o uso de instrumentos e signos foram fundamentais para a compreensão e/ou aumento da abstração delas à medida que conceitos mais específicos e complexos foram surgindo, como também foram cruciais para elaboração de novas atividades e experimentos práticos capazes de atender ao ensino requisitado pelas crianças (processo dialético).

No primeiro contato com as crianças da COOPEC, as suas respostas foram direcionadas para um estímulo externo (questões) para as quais direcionamos estímulos auxiliares para ajudar nas respostas (instrumentos e materiais experimentais). Tal situação evidencia a internalização de um signo externo, quando as crianças responderam aos fenômenos, tecendo inter-relações entre o observado e as questões respondidas. Neste processo, as crianças não só modificam suas respostas, como também as emitem de maneira nova, gerando novos conhecimentos, nova relação com os instrumentos e substituindo uma função psicológica por outra. Assim, os aspectos involuntários das funções psicológicas elementares como atenção, memória e pensamento se elevam a um nível voluntário inerente às funções psicológicas superiores. Para isto, observamos que a alteração nos meios usados por elas para a realização e de novas tarefas (fala e escrita), bem como para compreendê-las (desenhos, esquemas...) exige delas uma forma indireta de resposta que força a reconstrução de seus processos psicológicos.

Esta abordagem torna objetivos os processos psicológicos interiores, possibilitando o acesso às formas específicas de comportamento superior já mencionado anteriormente. Entendemos que as questões específicas do nosso trabalho acerca de estrutura, tamanho e funcionalidade de seres vivos foram respondidas à proporção que se viabilizava a objetivação dos processos interiores estudados por Vygotsky. Isto só foi possível a partir do uso da mediação instrumental e semiótica auxiliada pela mediação pedagógica (aulas ministradas pelo pesquisado e professoras da COOPEC).

A efetiva contribuição do uso da mediação combinada (instrumental e semiótica) foi percebida na última etapa do trabalho de pesquisa realizado na COOPEC (2012). Neste, as questões sinalizadas pelos alunos exigiram a execução de demonstrações práticas (aulas práticas P4 para micro-organismos/células e

funções vitais de animais e plantas), ao invés da realização de experimentos com nível similares aos desenvolvidos em anos anteriores.

Observamos que na proporção em que o pesquisador desenvolve as atividades e usa os materiais produzidos pelas próprias crianças para explicar seus questionamentos e questões de pesquisas elaboradas por ele⁴¹, a internalização dos conceitos é favorecida porque é apresentada a referência conceitual para elas. O uso dos instrumentos e dos signos geralmente propiciados por estes (desenhos, imagens etc.), ou pelo livro didático possibilita a significação (pensamento+reflexo interno) gradual dos fenômenos para crianças, ao longo do desenvolvimento psicológico delas no Ensino Fundamental, como é o caso do trabalho empírico desenvolvido na COOPEC.

O conhecimento compartilhado em sala de aula da COOPEC contribuiu para a comunicação dos alunos entre eles mesmos e com a professora e pesquisador, como afirmado anteriormente, mesmo porque tendo conhecimento de conceitos obtidos nas práticas anteriores, isso gerou confiança neles e no grupo; eles ficaram mais atentos, sentiram-se desafiados e mobilizados para desenvolver as tarefas. As ideias comuns (traços) foram usadas por eles como ponto de partida para reflexão acerca das questões novas surgidas, porque estas suscitaram a realização de novas atividades que, por sua vez, possibilitaram-lhes responder aos questionamentos surgidos na sala de aula.

O trabalho desenvolvido na COOPEC possibilitou às crianças a interagirem com as questões do cotidiano, podendo refletir sobre elas com um olhar científico. As atividades práticas realizadas com ou sem auxílio do microscópio instrumentalizaram as crianças a desenvolver formas de pensamento que se aproximam dos conceitos aceitos pela comunidade científica e/ou que estão nos livros didáticos de ciências. Tal abordagem de ensino permite aos alunos a realização de generalizações conceituais que os interagem com o meio social, com uma melhor qualidade. Com isto, eles incorporam o conhecimento adquirido nas aulas teórico-práticas sobre bactérias, fungos, animais e plantas nas suas ações diárias como cuidados com o corpo, com o ambiente e alimentação, entre outros.

Na COOPEC, o uso do microscópio como instrumento foi se tornando mais eficiente à medida que as crianças passaram a desenhar e a esquematizar melhor

⁴¹ As questões de pesquisa elaboradas pelo pesquisador suscita os questionamentos dos alunos e estas estimulam a elaboração de novas questões pelo pesquisador (processo dialético).

os conhecimentos adquiridos nas aulas práticas, bem como a responder questões cada vez mais complexas e específicas levantadas pelo pesquisador em sala de aula. Isto possibilitou também às turmas com mais idade (4º e 5º anos) a usar melhor os materiais das aulas práticas (lâmina, lamínulas, a fazer cortes...), e a compreender mais as gravuras de livros didáticos, em que constam aspectos de seres vivos microscópicos e de células.

Destacamos, como decorrente das aulas práticas ministradas, a importância do uso das falas dos alunos e suas representações (desenhos, esquemas...) para a generalização conceitual. As comparações feitas por eles para um conjunto de variados objetos experimentados e observados ao microscópio potencializaram neles diferentes níveis de desenvolvimento, como parte do percurso da generalização para os conceitos de estrutura, tamanho e funções vitais de seres vivos. Com isto, as crianças usam o pensamento abstrato ao conseguirem identificar traços e informações como algo geral (invariável ou menos variável) acerca do fenômeno investigado, desconsiderando outros caracteres menos importantes para elas através das comparações. Tal compreensão para um objeto/fenômeno é tomada como signo, e é isto que permite avanço sob as formas de pensamento concretas evidenciadas pelas crianças, antes da realização das referidas aulas, como relata Castro (2010) em seus estudos introdutórios sobre os conceitos de seres vivos no Ensino Fundamental I.

A combinação destes traços comuns é o que constitui o conteúdo de um dado conceito, por isso, chamamos a atenção para o cuidado a ser tomado na escola para evitar que os alunos se fixem em traços secundários, em detrimento dos substanciais relacionados aos conceitos ensinados. De acordo com Teixeira (2004), podemos conceber os traços substanciais como teóricos para o ensino, enquanto os secundários, como prototípicos para este processo (abordagem teórica e prototípica para o ensino). Segundo esta autora, esta última concepção é comum, no que se refere ao ensino de ciências naturais, em que as crianças, geralmente, encontram dificuldades em encontrar traços comuns quando seres vivos fogem ao protótipo geral. Como exemplo disto, temos a classificação de baleia, morcego, ornitorrinco. No caso da COOPEC, temos os organismos pequenos pluricelulares que são confundidos com os micro-organismos/células macroscópicas e a interdependência funcional entre diferentes órgãos e sistemas do corpo humano.

A investigação realizada na COPEC mostrou que os conceitos podem ser ensinados no Ensino Fundamental I para além do convencional que obedece a lógica formal do ensino em que o empirismo e a superficialidade dos assuntos fazem parte do cotidiano da sala de aula. Para isto, os conteúdos precisam ser selecionados, bem como seus métodos, modificados para fins de atender à participação ativa (consciente, reflexivo...) dos alunos nas aulas, possibilitando-lhes alcançar formas de pensamento mais elaboradas. Essa é uma questão propositiva que se remete ao currículo do ensino fundamental, especialmente na área de ciências, em que os conteúdos e métodos de viabilização do ensino parecem não contemplar adequadamente a tal proposição, e, portanto, às novas necessidades de conhecimento dos alunos.

No Ensino Fundamental I é comum a comparação dos objetos e a observação empírica que permite a abstração e generalização conceitual. Nas séries que seguem, é enfatizada a definição dos objetos/fenômenos acompanhada da sua exemplificação correspondente. Com base em Sforni (2004), asseguramos que para compreender a definição de um conceito, a criança precisa dominar todos os significados das palavras que são usadas para este fim, ou seja, as palavras que compunham o conceito precisam de outras palavras para serem definidas. Entendemos que em nosso trabalho, a definição conceitual foi usada com as crianças do Ensino Fundamental I em conjunto com os dados inerentes aos objetos/fenômenos na sua forma concreta sensorial. Esta é uma questão que evidencia que, no referido nível escolar, podemos avançar com um ensino que propicie o desenvolvimento cognitivo dos alunos, em que os conteúdos e métodos de ensino são capazes de elevar as formas de pensamento deles (lógico e abstrato).

As explicações que os alunos fizeram acerca das novas questões levantadas por eles e pelo pesquisador, como decorrente das aulas práticas realizadas na COOPEC, indicam um momento diferencial na construção dos conceitos científicos em relação aos cotidianos. Eles conseguem sucessivamente elaborar formas de pensamento que se aproximam do conhecimento consagrado pelos livros didáticos e/ou comunidade científica. A partir da reflexão acerca dos assuntos estudados, a exemplo das atividades práticas realizadas no 4º e 5º anos, eles ampliaram a percepção e consciência acerca dos fenômenos/objetos envolvidos, de forma que um limite de compreensão para os conteúdos foi percebido, indicando que novas atividades deverão ser desenvolvidas nas séries posteriores (quadro 12, p. 249). Por

isso, não valorizamos a memorização que os alunos fizeram durante as aulas práticas, mas sim o progresso que eles obtiveram na sucessão das práticas realizadas (P1 a P4), com o enriquecimento das formas de pensamento espontâneas em paralelo com os científicos.

Perscrutar nos alunos as suas formas de pensamento sobre os conceitos de micro-organismos/células e funções vitais de vegetais e animais é uma estratégia diferencial para a verificação do estado de generalização, em relação a estes assuntos. Desta maneira, entendemos que os resultados de cada tarefa realizada é que nos aperfeiçoava no processo e na condução das novas atividades planejadas, pois já era possível fazer os ajustes necessários e direcionamentos para os fins planejados para as aulas práticas. O olhar acerca dos dados e fenômenos foi gradativamente se modificando, conforme o resultado obtido pelo pesquisador, e isto fez com que ele também refletisse na condução das práticas com as crianças, no sentido de contribuir para que estes elementos pudessem informar mais amplos conhecimentos aos alunos acerca dos seus questionamentos. Com isto, observamos o uso dos novos conceitos adquiridos (particulares) pelos alunos em situações semelhantes, a partir das conexões que eles faziam para descrevê-las.

As professoras destacaram "palavras novas" e /ou explicações nas suas aulas de ciências com base nas atividades desenvolvidas pelo pesquisador, sinalizando o direcionamento para a apropriação dos conceitos levantados nas aulas práticas. Isto denotou uma nova forma de interação com o mundo, no que tange ao conhecimento adquirido pelos alunos da COOPEC, em relação aos objetos/fenômenos, que só foi propiciada com um ensino, em que as aulas práticas envolvendo assuntos específicos foram usadas para auxiliar no desenvolvimento da compreensão deles, exigindo um grau considerável de abstração. Acreditamos que tal procedimento permitiu a interação constante entre os conceitos espontâneos e científicos, de modo que estes últimos, uma vez ampliando os primeiros, provocou uma nova relação alunos com os objetos/fenômenos (VYGOTSKY, 1991; 2010).

Percebemos que os alunos da COOPEC avançaram nessa relação, no sentido extrapolar as conexões que fizeram com os conceitos e proposições para os conhecimentos presentes nas relações sociais: "*por que ficamos doentes? [...] os micróbios ajudam na fabricação de comida, bebida, vacinas [...]*" É a essência da atividade desenvolvida que possibilita a extensão do conhecimento do particular para o geral, ou seja, para responder e refletir sobre questões da esfera social. A

intervenção do pesquisador possibilitou a identificação das relações que auxiliaram aos alunos no processo de generalização do conhecimento à medida que as respostas e participação deles nas atividades foram refletindo as características essenciais (elementos teóricos) que determinam também o conteúdo e a estrutura do conceito. Encontramos apoio para nossa afirmação em Sforni (2004) e Teixeira (2004) ao discutirem sobre a necessidade de se propiciar um ensino para além dos aspectos empíricos.

A linguagem do pesquisador usada na intermediação das tarefas foi diferencial para ajudar as crianças na generalização do pensamento ao tratar os fatos como um fenômeno humano, e não simplesmente uma transmissão de conhecimento, em que a imaginação e a reflexão ficam alijadas do processo de ensino. Neste caso, a transmissão concebida como repetição do conteúdo escolar não favorece a apropriação conceitual a qual o aluno pode usar para explicar eventos biológicos que ocorrem dentro e fora da escola. No nosso trabalho, conseguimos equilibrar, tanto o aprofundamento dos conteúdos, como estimular os alunos pelo interesse e curiosidade pelos assuntos, envolvendo-os em atividades capazes de produzir formas e níveis de pensamento mais elevados.

De acordo com Sforni (2004), o uso de signos permite lidar com conhecimentos num plano interior das ações, revelando a presença de conceitos como conteúdo do pensamento. Nesse sentido, na nossa investigação, foi possível observar como as crianças representam o assunto internalizado, o que permite aglomerar subconceitos (conceitos derivados); descrever o papel deles nas experiências/atividades realizadas e nas entrevistas desenvolvidas com a finalidade de responder a uma situação problema referente a um objeto/fenômeno.

A realização das primeiras ações investigativas na COOPEC foi marcada pela resolução de problemas práticos (empírico), mas no decorrer do processo, as questões elucidadas através das observações microscópicas e experimentos, o uso do conhecimento adquirido em outras situações, como princípio geral norteador explicativo de novas e aprofundadas questões, ganhou o "status" de pensamento teórico, como nos informa Sforni (2004). Isto foi verificado nas explicações dos alunos após as demonstrações práticas realizadas pelo pesquisador em 2012, em que os desdobramentos dos conteúdos conferiram um limite de desenvolvimento dos alunos (quadro 12, p. 249) acerca dos assuntos planejados para este último ano, ou seja, num nível mais aprofundado de abordagem para fins de responder

também a questões mais profundas apresentadas pelos alunos. Para atender a este propósito, fizemos constantemente uma ponte entre os conhecimentos obtidos e aqueles estudados por eles nos livros didáticos de ciências e nas aulas ministradas pelas professoras; identificamos suas dificuldades para as quais re (orientamos) nossa pesquisa com vistas à superação dessas dificuldades, a partir de conflitos cognitivos e teste do uso do conhecimento adquirido em novas situações de aprendizagem.

Com base nas anotações anteriores feitas nas etapas das atividades desenvolvidas, tanto do pesquisador, quanto dos alunos, foi possível analisar a evolução dos pontos de vistas deles para as questões que sucessivamente foram levantadas ao longo do estudo empírico. Assim, observamos as diferenças entre os níveis de conhecimento entre as referidas fases da pesquisa com os alunos da COOPEC. Assinalamos que alguns alunos se superaram em relação às orientações e demonstrações práticas referentes às atividades desenvolvidas de forma gradual, indicando especificidades do ensino para além do convencional, ainda no Ensino Fundamental I, sendo que no geral, elas só podem ser executadas nos anos que seguem.

Valorizamos para isto a fala dos alunos e ações (desenhos, esquemas, frases...), advindas da observação dos objetos/fenômenos e também da compreensão deles no final de cada experimento/observação microscópica. Isto permitiu verificar até que nível o acesso ao conhecimento científico, como formas mais elevadas de pensamento, ou mesmo enriquecimento do conhecimento espontâneo estava sendo desenvolvido. Pudemos ter acesso às proposições dos alunos e verificar nelas as operações lógicas e níveis de generalização em cada fase do trabalho de pesquisa. Com base em Sforni (2004), os conceitos presentes nos processos, proposições (operações) foram usados para sequenciar as atividades realizadas durante o trabalho de investigação. Isto foi usado nas formas orais, escrita, desenhos e esquemas, sendo que oferecia o suporte para a participação nas novas atividades e/ou operações realizadas. Isto possibilitou a elaboração de um novo referencial para responder às questões apresentadas na escola pelo pesquisador alunos e relacionadas ao objeto/fenômeno, o que aumenta qualitativamente a aprendizagem destes para os conteúdos escolares de ciências, extrapolando-a para outras áreas de conhecimento, como relatam as professoras da COOPEC.

Nesse caminhar dialético, as crianças se desprenderam de um evento geral para uma situação particular de aprendizagem (apropriação de conhecimento), sendo que suas ações específicas foram organizadas a partir de conceitos gerais. Eles explicaram as hipóteses/questões com os conceitos gerais; é esse nível de conceito generalizado que amplia a possibilidade de interação social. Eles usam o nível de conhecimento adquirido para explorar /responder aos fenômenos que ocorrem fora da escola (SFORNI, 2004). Com base nessa autora, percebemos que um nível mais elevado de pensamento da criança não é desenvolvido de forma estanque, mas sim à medida que a atividade de ensino contemple a formação do pensamento teórico. Em geral, entendemos que a criança amplia sua forma de pensar e seu conteúdo correspondente quando ela passa a compreender e usar voluntariamente os conceitos adquiridos, ou seja, ela sabe explicar o que está vendo ou fazendo.

O alcance das novas necessidades dos alunos, envolvendo ações (participação deles nas aulas práticas) que asseguraram processos produzidos, a partir dos novos conceitos adquiridos pelos alunos, indicou que os objetivos do planejamento de ensino foram cumpridos, e, consequentemente da nossa investigação. Isto foi demonstrado através do pensamento conceitual observado durante e após a intervenção realizada na escola COOPEC. O nosso trabalho mostrou, portanto, que os conhecimentos dos alunos podem ser ampliados, tendo como base os elementos da cultura/cotidiano em conexão com os conteúdos escolares. Essa é uma questão que oferece aos alunos significado cultural para os objetos/fenômenos e que dá mérito ao conhecimento científico como forma de ajudar as crianças e adultos a compreenderem melhor o seu meio. A ação das crianças, sendo realizadas sob a ótica do pensamento teórico, é que leva a generalização conceitual.

Com base em Sforni (2004), foi possível constatar que o elemento desencadeador do desenvolvimento do pensamento dos alunos não é nem objeto, nem o sujeito, mas sim a interação (interpessoal) nas relações sociais que conferem a forma e os conteúdos presentes nas atividades do projeto de intervenção. Neste aspecto, destacamos a intenção do Projeto Político Pedagógico Escolar (PPPE) da COOPEC, quanto à contribuição para a formação de um sujeito que se relaciona com o mundo e com outras pessoas, tendo em vista seu desenvolvimento intelectual e habilitação para o trabalho. A participação das professoras em auxílio ao trabalho

do pesquisador foi crucial para a efetivação dos ajustes e acréscimos nas tarefas desenvolvidas, pois isto permitiu uma conexão mais estreita entre conteúdos e métodos usados por ambos em sala de aula, ou seja, o planejamento do pesquisador em sintonia com o planejamento das aulas das professoras durante os quatro anos de trabalho de investigação. Neste sentido, destacamos a importância que tem a fala dos colegas (alunos) para completar a explicação individual e a importância da mediação do professor para que os alunos adquiram o pensamento teórico.

Com a nossa pesquisa, verificamos um crescente domínio de assimilação dos conteúdos pelos alunos quanto à integração funcional entre diferentes sistemas orgânicos humanos e vegetais. Isto só foi possível porque aumentamos gradativamente o nível de instrução à medida que as crianças iam apresentando seus conceitos nos experimentos realizados (P1 a P4). Consideramos, para isto, a importância de se ensinar os conteúdos referentes ao corpo humano ou vegetal, na sua integridade (de célula a sistema), em detrimento daquela que pode ser dada a um único órgão, o que dificulta a compreensão do funcionamento integrado do corpo destes seres vivos. Por essa razão, destacamos a importância da identificação da estrutura de cada órgão, a partir da função que este realiza (POPOV, 1995; GIORDAN & VECCHI, 1996; TEIXEIRA, 1999, 2000; CUTHBERT, 2000; ÖZSEVGEC, 2007; CASTRO, 2010), bem como de conhecer a relação entre aprendizado espontâneo e as dificuldades de correspondência deste com os conceitos científicos ensinados na escola.

5.2 NA FORMAÇÃO PROFISSIONAL DAS PROFESSORAS DA COOPEC

As professoras da COOPEC nos informaram acerca de quatro aspectos importantes em nossa pesquisa que justificam a realização da investigação no espaço escolar: 1) Planejamento das aulas em geral; 2) Contribuição para as aulas de ciências; 3) Compreensão dos conteúdos pelas crianças; 4) Sugestão de atividades práticas e outras informações.

1) Planejamento das aulas em geral

Com base nas aulas ministradas pelo pesquisador na COOPEC (2009 a 2012), as professoras relataram os seguintes aspectos positivos em relação ao planejamento das suas aulas: incluíram no planejamento sugestões de atividades complementares (textos e experimentos); elaboração de um plano mais flexível, condizente com a realidade e necessidade intelectual dos discentes; estímulo para uso de livros didáticos, revistas, filmes, entre outros recursos didáticos, capazes de contribuir para sua melhor compreensão dos conteúdos e planejamento interdisciplinar.

2) Contribuição para as aulas de ciências

O trabalho de intervenção desenvolvido pelo pesquisador possibilitou uma melhor explicação dos conteúdos que envolvem animais e vegetais (fauna e flora); os vegetais (tipo plantas, utilidades, extrativismo), animais (habitat, estrutura, alimentação, comportamento...). A partir das experiências apresentadas, houve proveito em vários conteúdos, tais como: a natureza, o ar, a água e o solo, puericultura, seres vivos/células etc. Uma das professoras destacou que as figuras (livros, internet) e desenhos feitos pelos alunos contribuíram para o ensino dos sistemas vivos, envolvendo micro-organismos, animais e plantas, considerando que a escola não dispunha de recursos didáticos que auxiliem as aulas de tais conteúdos. Isto contribui para uma melhor compreensão dos alunos em relação assuntos ensinados pelas professoras.

3) Compreensão dos conteúdos pelas crianças

As professoras afirmaram que após a realização das aulas práticas pelo pesquisador, como parte do planejamento executado por elas mesmas, os alunos passaram a escrever melhor sobre as questões e a responder com mais afínco aos exercícios propostos para eles em sala de aula, ou seja, compreender melhor sobre o que liam e/ou escreviam; houve ampliação do raciocínio conciso das crianças, e isto contribuiu para melhores conhecimentos específicos para os assuntos trabalhados em sala de aula; contribui ainda para a elaboração e desenvolvimento de práticas mais dinâmicas; uma das professoras foi enfática ao dizer que [...] "*trazer os conteúdos do livro didático para explicar o cotidiano dos alunos contribui para a*

compreensão dos conteúdos por eles". De acordo com Sforni (2004), essa é uma questão em que o pensamento concreto se ascende ao abstrato e retorna ao concreto como síntese de múltiplas determinações.

5) Sugestão de atividades práticas e outras informações

As professoras afirmaram, com ênfase, que uma atenção especial precisa também ser dada ao ensino em relação às tarefas que os alunos já são capazes de realizar e compreendê-las. Segundo elas, a consciência do uso do conhecimento adquirido pelos alunos nas aulas teórico-práticas no dia a dia, é um estímulo para um melhor interesse e participação nas aulas, suscitando nelas o planejamento de novos e mais amplos conteúdos, a partir de seus conhecimentos prévios, como no exemplo: "[...] *elas, principalmente, as maiores de 4º e 5º ano, já foram capazes de compreender as funções vitais nos organismos unicelulares e pluricelulares*"; "[...] *as crianças menores (2º e 3º ano) têm facilidade de diferenciar seres pequenos pelas suas diferenças externas e funcionalidade [...]*". Inferimos, por conseguinte, que o referido ensino pode mobilizar os alunos para realização e compreensão de atividades, envolvendo questões para as quais foram desafiados (Apêndice C, p. 308). Elas acrescentam que execução dos mini-projetos (os seres vivos que não podemos ver, a vida das plantas e de animais) foi bastante enriquecedora e benéfica para o intelecto dos alunos; acreditam que aulas com experiências expostas com mais frequência (laboratório) são fundamentais para o desenvolvimento conceitual dos alunos.

A partir da nossa convivência no espaço escolar pesquisado, foi possível perceber que o trabalho interativo com as professoras da COOPEC (2º ao 5º ano), contribui, ainda que preliminarmente, para a reflexão e ampliação das suas práticas em sala de aula, considerando o planejamento de atividades mais voltadas para o desenvolvimento conceitual dos alunos, contemplando seus interesses e despertando-lhes para a aquisição de novos conhecimentos. Pudemos observar alguns relatos que (re) orientaram alterações qualitativas no trabalho das professoras em sala de aula os quais possibilitam um ensino de ciências que contemple conteúdos e formas para além dos limites de conhecimento dos alunos correspondente ao Ensino Fundamental (Apêndice C, p. 308). Além disto, tendo como base o aumento do conhecimento dos alunos em relação aos conceitos de

seres vivos, houve uma contribuição para o planejamento das aulas de outras disciplinas (português, arte, matemática, geografia etc.), o que sinaliza avanços na prática desenvolvida pelas professoras em sala de aula.

As professoras relataram que as atividades práticas realizadas sobre os conceitos de estrutura, tamanho e funcionalidade de seres vivos suscitou nos alunos um melhor desenvolvimento conceitual na área de ciências pelas seguintes razões: ampliação na compreensão das características e das relações que são estabelecidas entre as espécies vivas nos diversos ambientes e ecossistemas; melhor interpretação dos conceitos envolvendo a classificação das plantas quanto ao ambiente onde elas vivem; possibilitou a compreensão sobre a utilização de plantas, as partes delas e suas respectivas funções, bem como a conhecer critérios, argumentos e hipóteses acerca da funcionalidade de animais; possibilitou comparar a integração entre o meio físico e o conjunto dos seres vivos em um ecossistema (entre seres produtores, consumidores e decompositores).

As professoras foram enfáticas em destacar a importância de se desenvolver atividades práticas e de campo (atitudes) que envolvam uma variedade de conteúdos de ciências para o Ensino Fundamental, a saber: fauna, flora, água, ar, solo, ética e cidadania ambiental [...]; [...] acrescentam ainda que é necessário aprofundar mais sobre os assuntos de ecossistemas e biodiversidade, coletar informações acerca destes conteúdos e aplicar dados vinculados a eles etc.. Percebemos ainda uma preocupação especial das docentes em relação ao desenvolvimento de tarefas com as crianças relacionando a preservação do meio ambiente e saúde ambiental. Para elas, é preciso:

[...] desenvolver uma pesquisa com os alunos sobre a importância das plantas medicinais e ambiental; [...] promover uma integração entre os alunos, deles com o meio ambiente e a assimilação de um espírito autocrítico em relação ao meio ambiente; [...] respeitar os seres vivos, tanto plantas quanto animais nos diversos ambientes; [...] desenvolver ações que visam à proteção e à preservação das espécies de seres vivos (animais e plantas).

De uma forma geral, conforme acima relatado, as docentes afirmaram que a intervenção foi algo que acrescentou muito no conhecimento dos alunos. Elas destacaram que os alunos se tornaram mais críticos, reflexivos e construíram um conhecimento mais sólido e abrangente acerca do que foi estudado. Contudo, percebemos que a inserção do ser humano como parte integrante desse processo,

como sujeito em formação, factível de mudança nas ações, capaz da sua autocritica, merecedor de respeito e de cuidados com saúde para preservação da própria espécie não é evidenciada nas falas das professoras. Por outro lado, sabemos que esse é um problema que se remete, entre outros aspectos, a falhas no livro didático adotado pela escola e na formação inicial de professores.

Contamos no nosso trabalho com a dificuldade de operar com a transição entre conceitos concretos/abstratos, pois em se tratando de conceitos em que não temos diretamente referências concretas para a definição destes, tivemos que suprir tal impasse com a realização das tarefas práticas, possibilitando a observação do material e evidências concretas para os alunos. Por isso é que realizamos as experiências com ou sem uso de microscópio, e, com isso, conseguimos viabilizar/iniciar a superação do referido obstáculo para a aprendizagem dos alunos em relação aos conceitos de micro-organismos/células e funções vitais de animais e plantas.

Pelo exposto, compreendemos que se o aluno não é ensinado acerca do conceito na sua base sensorial/concreta, ele não será capaz de defini-lo, ou começar ao menos esta definição. Esta é uma questão comum na escola porque geralmente inicia o ensino de conceitos pela definição que leva à memorização de assuntos que estão além dos sentidos. Isto minimiza a possibilidade do professor ensinar tais conteúdos, tendo em vista o desenvolvimento de formas de pensamentos mais abstratas, pois busca explorar os atributos internos dos objetos/fenômenos, antes de procurar conhecê-los na sua base concreta. Além disto, de acordo com Sforni (2004), por essas vias de trabalho historicamente consagradas, limita a criatividade do pensamento, representação de seu conhecimento, e, consequentemente, o desenvolvimento da criança.

Nessa relação entre o concreto e o abstrato, as crianças da COOPEC (as maiores) representaram os conceitos abstratos como um fenômeno concreto após a intervenção do pesquisador. Neste sentido, o abstrato é tomado como concreto porque está materializado nos desenhos e esquemas produzidos pelos alunos, pois, conforme Sforni (p.128), “*o objeto é uma materialização do conceito, mas não é o conceito; a compreensão da essência do conceito está na relação entre o sujeito e o objeto em um contexto que lhe deu significado*”. Acreditamos que isto pode ser melhor compreendido nos registros escritos que os alunos fazem ao lado das ilustrações que fazem (fig.22, p. 196), com os quais explicam os eventos biológicos.

Com base na orientação de Sforni (2004), a nossa proposta de ensino foi realizada tendo em vista o desenvolvimento de formas mais amplas de pensamento dos alunos. Assim, visando a contemplar aspectos específicos dos conhecimentos deles acerca de seres vivos, iniciamos a intervenção, a partir das suas características gerais da área de conhecimento mencionada. Sforni (2004) reforça que o conhecimento da história como o conceito é produzido é importante, não apenas pelo seu significado na transformação do conhecimento escolar, mas por compreender que ele se origina pela síntese da interação dos homens com o meio, e que permitiram ações novas ao longo da história da humanidade. Este é um ponto de vista que tomamos para análise dos conhecimentos adquiridos pelos alunos da COOPEC, no período de quatro anos (síntese), especialmente no caso dos conceitos de seres vivos.

Com isto, foi possível verificar, em linhas gerais, que o conhecimento escolar/científico num nível de pouca apropriação conceitual, como ocorre no início ou no final de cada fase de desenvolvimento (C1 a C4), indicando assim que os conceitos estão em formação (Apêndice C, p. 308). Para outros, percebemos um maior domínio conceitual dos alunos, com base na escrita, na fala (quadro 9, p. 245) e nos desenhos (Apêndice B, p. 301) elaborados por eles (momentos intermediários a cada fase de desenvolvimento conceitual).

Uma questão que merece destaque no nosso trabalho é que aluno no processo de investigação percebeu os motivos da realização de determinada atividade ou reforçava esse entendimento, a partir da orientação obtida na pesquisa e/ou nas aulas com as professoras da COOPEC. Essa percepção foi fundamental para a generalização dos conceitos ensinados na referida escola e para a obtenção de dados mais específicos sobre a aprendizagem dos alunos.

Destacamos, enfim, que houve reflexos de um ensino planejado no desenvolvimento conceitual dos alunos da COOPEC. Esse foi um processo gradativo em que pudemos notar as mudanças qualitativas nos tipos e formas de conhecimento dos alunos. Por essa razão, foi possível a efetuação da análise da atividade psicológica dos alunos, no sentido de verificar os métodos com que eles representaram os novos conhecimentos nesse período, suas limitações e suas possibilidades de avanços conceituais em relações aos conceitos de estrutura, tamanho e funcionalidade de micro-organismos/células de animais e plantas.

5.3 CONSEQUÊNCIAS DIDÁTICO-PEDAGÓGICAS

A partir do trabalho realizado na COOPEC, coube-nos sistematizar alguns princípios que poderão ser generalizados para diferentes conteúdos. Acreditamos que com estes princípios estaremos prestando nossa contribuição para a área do ensino, quer seja dos conceitos especificamente desenvolvidos nas aulas em que foram coletados os dados, quer seja para a organização de outros conceitos a serem ensinados em outras realidades do ensino.

Para que as práticas pedagógicas sejam planejadas e executadas de forma mais adequada ao desenvolvimento conceitual dos alunos, elaboramos algumas sugestões:

- 1) Os conhecimentos prévios dos alunos devem ser tomados com base para a realização do planejamento escolar;
- 2) A escola deve criar meios para que os conceitos sejam adquiridos pelos alunos, com respeito aos conteúdos para os quais eles não têm conhecimentos prévios e/ou referentes concretos, tendo como base os saberes prévios deles em relação a outros assuntos;
- 3) O professor pode identificar e selecionar experimentos e atividades exequíveis dentro da proposta pedagógica escolar ou planejamento de ensino, seja na escola pesquisada, seja em outras escolas;
- 4) Os conhecimentos dos alunos devem ser valorizados como meio para explicação de conceitos em outras áreas, ou para aqueles em que o professor precisa desenvolver um olhar mais específico para os conteúdos, a fim de contribuir para uma melhor abstração desses alunos em relação aos objetos/fenômenos biológicos;
- 5) A investigação e a reflexão dos professores sobre suas próprias ações pedagógicas em sala de aula, pode despertar-lhes para a busca de conteúdos teórico-metodológicos que possam contribuir para a superação dos obstáculos do ensino enfrentado por eles;
- 6) A introdução de conceitos num sistema (não de forma linear), dirigindo as ações das crianças para os eventos biológicos através de situação problema, considerando os aspectos que interessam a elas, sobremaneira tem a contribuir com o desenvolvimento conceitual delas;

- 7) O estímulo do diálogo entre os alunos, a fim de diagnosticar as formas de pensamento que podem ser influenciadas pelos colegas, pode contribuir para uma melhor compreensão dos limites de aprendizagem acerca dos conteúdos estudados em diferentes momentos do ensino;
- 8) A construção de significados dos conhecimentos que os alunos trazem para escola, geralmente os motiva a replicá-los em outras situações de aprendizagem, inclusive como meio para facilitar a resolução e/ou explicação de problemas novos;
- 9) O ensino realizado, tendo em vista à formação de conceitos, mobiliza os alunos para apresentarem soluções alternativas para um mesmo ou variados problemas, em que eles se deparam na escola ou no meio em que vivem ;
- 10) O conhecimento do professor sobre os conteúdos/conceitos para os quais não é possível a realização de experimentos ou aulas práticas com o microscópio, e que podem ser explicados por outros recursos (textos, aulas vivas, filmes...) é fundamental para ampliação da prática docente;
- 11) O professor pode desenvolver formas de pensamento nos seus alunos para além da sala de aula, com uso consciente dos conceitos, incluindo elementos para a sua formação ética e moral, como ser social participativo e capaz de tomar decisões;
- 12) O conhecimento dos alunos sobre suas formas de pensamentos, seus limites, suas potencialidades ou a evolução conceitual adquirida por eles nas aulas teórico-práticas forma uma situação "*sine qua non*" para ampliação do ensino-aprendizagem.

Vale ressaltar que um ensino sistemático não deve ignorar os meios sem os quais não seria possível avaliar as mudanças qualitativas no pensamento dos alunos, tampouco voltar à sua origem, como parâmetro para a compreensão dos níveis de conhecimento alcançados por eles em cada etapa da pesquisa. Isto fornece um suporte para reconceitualização dos conhecimentos adquiridos por eles no processo de ensino ao qual foram submetidos, bem como os fortalece para o desenvolvimento conceitual nos momentos de estudo subsequentes ao Ensino Fundamental I.

CONCLUSÃO

Com base no referencial de Vygotsky (1991, 2010) sobre diferenciação dos conhecimentos espontâneos e científicos, em relação à estrutura, tamanho e funcionalidade de micro-organismos/células, animais e plantas, evidenciamos uma evolução nos níveis destes saberes dos alunos da COOPEC. Isto foi possibilitado pelas aulas práticas realizadas nesta escola no período de 2009 a 2012. Observamos, especialmente, que o êxito na compreensão dos alunos obtido nas aulas práticas está vinculado ao planejamento executado pelo pesquisador em sintonia com as professoras, considerando uma ampliação gradativa no nível destas aulas.

Antes da realização das aulas práticas (fase inicial da pesquisa) pelo pesquisador na COOPEC, observamos conhecimentos isolados (científicos e espontâneos) nos alunos, sendo estes últimos observados também sob a forma de questionamentos (Apêndice E, p. 334). Estes questionamentos foram ampliados com o desenvolvimento das atividades práticas sobre micro-organismos, células micro e macroscópicas, funções vitais de animal e plantas, obedecendo a idade dos alunos (Apêndice D, p 318). Destacamos que os alunos mais novos elaboraram e internalizaram um maior número e diversidade de questões, embora os mais velhos aprofundassem o nível de questionamento e compreensão para os itens relacionados.

A execução da proposta de ensino de Ciências para o Ensino Fundamental I acerca de estrutura, tamanho e funcionalidade de seres vivos, com base na Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky contribuiu para que aulas práticas mais complexas fossem planejadas e realizadas sucessivamente a cada ano seguinte. Isto favoreceu a análise do nosso problema de pesquisa que foi como ocorre a compreensão dos conceitos de micro-organismos/células, animais e plantas no Ensino Fundamental I mediante aulas práticas ministradas na COOPEC. No último ano de pesquisa empírica, inferimos que as respostas apresentadas pelos alunos finalizaram uma fase de compreensão para os fenômenos estudados a qual sinalizava aspectos conceituais a serem tratados nos anos posteriores por duas razões: a primeira razão se refere a um limite de cognição para aqueles objetos/fenômenos de aprendizagem (questões e tarefas), ou a falta de conhecimentos correspondente para tal assunto; a segunda diz respeito ao conteúdo que se mostrou para além daqueles referenciados

no livro didático adotado pela COOPEC para o Ensino Fundamental I (5º ano) e no planejamento de ensino desta escola, ou ao nível complexo de entendimento dos alunos que está além dos assuntos comumente ensinados na escola.

Quanto a primeira razão, pudemos afirmar que decorre do motivo deles responderem às perguntas do pesquisador com outra pergunta, ou emitir a mesma resposta para perguntas diferentes, embora relacionadas ao assunto (tautologia); ainda eles indicam a necessidade de planejamento de um ensino interdisciplinar capaz de explicar os questionamentos e/ou curiosidade deles em relação aos fenômenos biológicos. Quanto a segunda razão, eles emitem novos questionamentos e indicam a possibilidade de responder, ao mesmo tempo, questões do cotidiano, a partir do conhecimento escolar adquirido e ainda por adquirir. Isto é, há situação em que eles precisam do professor para auxiliá-los na superação do limite conceitual para melhor explicar os fatos que ocorrem dentro e fora da escola.

Observamos, por isso, que as questões apresentadas pelas crianças, principalmente no último ano de investigação, estão adiante dos conteúdos ensinados nos seus respectivos anos escolares. A explicação para estes quesitos é feita em um nível espontâneo, o qual requisita proposição de um ensino que envolva a formação de conceitos científicos correspondentes às necessidades de aprendizagem dos alunos. Entretanto, os conteúdos contidos nas suas proposições indicaram que pode ser iniciado nos Anos Iniciais, o ensino dos conceitos de micro-organismos/células, funções vitais de animais e plantas, considerando seus aspectos abstratos.

Consideramos que as respostas dos alunos para os itens apresentados pelo pesquisador e a curiosidade evidenciada por eles, requisitaram a realização de aulas práticas mais específicas a cada ano, envolvendo aspectos microscópicos mais complexos de micro-organismos/células, animais e plantas. Porém, foi evidenciada uma convergência de conhecimento para tais aspectos, ou seja, houve a necessidade de fazer demonstrações práticas sobre estrutura e tamanho de células relacionadas aos conceitos de seres vivos envolvidos (micro-organismos/células, animais e plantas). Dada a dificuldade de avançar na resposta aos questionamentos deles, mediante aprofundamento nos componente ultracelular, percebemos que uma discussão sobre funcionalidade de micro-organismos/células, animais e plantas se mostra como adequada, no que tange à contribuição para ensino, e,

consequentemente, para compreensão dos alunos acerca dos fenômenos estudados, bem como para um melhor reconhecimento das estruturas microscópicas supramencionadas.

O uso dos instrumentos (material experimental e microscópio) e dos signos propiciados por estes (desenhos, esquemas...) tiveram um papel singular na condução das aulas práticas e para compreensão conceitual crescente dos alunos. Assim, com auxílio dos signos também disponibilizados pelos livros didáticos de ciências e biologia e pela internet, foi possível a internalização (aumento na compreensão) de conceitos abstratos pelos alunos, como é o caso de tamanho, estrutura, crescimento, respiração, digestão, circulação, transporte e nutrição envolvendo seres vivos estudados.

O objetivo das atividades planejadas foi suprido porque as aulas práticas foram sobremaneira eficientes para atender à análise dos itens de pesquisa que guiaram o presente estudo, bem como para o esclarecimento do nosso problema de pesquisa já mencionado. Para isto, identificamos proposições conceituais relativas à estrutura, tamanho e funções vitais de seres vivos; nessas proposições e conceitos, percebemos um aumento no pensamento conceitual dos alunos; essas, por sua vez, mostraram os diferentes níveis de aquisição de conhecimento dos alunos, conforme as necessidades de aprendizagem deles exigidas para cada etapa da pesquisa (C1 a C4).

Na execução dos experimentos e observações ao microscópio em suas várias etapas, as expressões dos alunos para as questões, sob a forma de desenhos, esquemas, frases escritas ou orais permitiram a condução e moldagem das tarefas. Isto foi decorrente da necessidade de atender a concretização crescente do conhecimento dos alunos, sendo que esta gerava motivos para realização de novas atividades e/ou remobilização das aulas práticas para atender os alunos nas suas proposições apresentadas. Dessa forma, conseguimos mobilizar os alunos para uma melhor reflexão, coerência e precisão acerca das respostas para as questões surgidas no decorrer da pesquisa, ainda que não descoladas das suas ideias completamente veiculadas às suas experiências diárias (qualidade do pensamento por complexo).

O uso de referentes concretos foi diferencial como base para a elaboração do pensamento conceitual das crianças, bem como de novos conhecimentos espontâneos. Além disto, favoreceu a identificação dos limites de assimilação de

conteúdos pelos alunos nas diferentes fases de desenvolvimento (C1 a C4), e também lhes possibilitou descrever seus estados de apropriação conceitual através do uso de analogias. Ao final de cada estágio, em que se finalizavam as aulas práticas, houve um aumento do pensamento lógico dos alunos (comparação, inferência, explicação...) para um problema, objeto/fenômeno, ou mesmo para novas questões do cotidiano ou de sala de aula.

Pela razão exposta, os alunos ampliaram seu descolamento (autonomia) em relação a fatos/eventos em direção à etapa C4, considerando a internalização gradativa de conceitos mais abrangentes, o que indica que formação deles está em processo. Com isto, podemos assegurar que a criança, no início da investigação, usava os conhecimentos adquiridos com a experiência propiciada pelo investigador de forma ingênua, sendo que isto foi sendo vencido em parte, à medida que novas aulas práticas foram realizadas. Assinalamos, porém, que os limiares alcançados pelos alunos, dentro dos níveis de desenvolvimento, às vezes, não são uniformes para todos os conteúdos porque eles, numa etapa anterior (C1 ou C2), podem ter apresentado uma melhor elaboração conceitual para algumas questões e conteúdos do que nas últimas fases (C3/C4).

Houve um aumento da relação de causa e efeito com uso da função dos micro-organismos/células, animais e plantas (conceitos gerais), sendo que para as questões complexas, as crianças tendem a responder aos quesitos desse campo conceitual, com uma funcionalidade espontânea, egocêntrica, ou seja, não fundamentada nos conteúdos, mas na sua vivência no meio, ou pela sua imaginação. No geral, percebemos a redução das respostas egocêntricas nas referidas interfaçes dos níveis de desenvolvimento, em detrimento de uma compreensão sistêmica (funcionalidade específica), que são os momentos em que verificamos o aumento do pensamento causal e conceitual.

Os alunos começam a dominar, primeiramente, o tamanho de seres vivos (micro-organismo/célula, planta e animal), incluindo a relação micro-macro, seguindo, igualmente com a apropriação da forma, o que contribui para melhor aquisição de outros conceitos nessa área (funções vitais). Isto sinaliza um importante parâmetro para estudos posteriores na área, uma vez que ele pode contribuir como um melhor ponto de partida para o ensino, em que se vislumbra a totalidade do processo educacional, a formação de sujeitos conscientes, autônomos, autocriticos e interativos com a realidade.

A síntese de conteúdos e formas de pensamento evidenciadas nessa pesquisa implica num desenvolvimento conceitual dos alunos (vice-versa). Isso foi percebido quando comparamos as respostas das primeiras práticas desenvolvidas, com aquelas mostradas nas últimas aulas teórico-práticas realizadas.

Consideramos o uso crescente de analogias para micro-organismo/células e plantas devido à familiaridade dos estudantes com os assuntos, incluindo a relação com os referentes concretos para eles. No caso de micro-organismos/células e de estruturas microscópicas de plantas (tecidos), as analogias foram propiciadas pelo uso do microscópio. Para animais (corpo humano), o uso de analogias foi minimizado pelo conhecimento que as crianças têm sobre seu próprio corpo, o que facilita a compreensão mais direta de fenômenos biológicos que ocorrem consigo mesmo.

Destacamos que os conceitos mais assimilados pelos alunos, através das aulas teórico-práticas ministradas pelo pesquisador na COOPEC, constam nas redes conceituais: micro-organismos/células, animais e plantas. A evolução na descrição e explicação desses assuntos feita pelas crianças da COOPEC foi possibilitada pelo aumento no domínio do conceito de ser vivo. A compreensão deste conceito pelos alunos contribui para a derivação de outros conceitos, a exemplo da estrutura, tamanho de seres microscópicos e funções vitais (fotossíntese, respiração, digestão, transporte, excreção, nutrição, crescimento e reprodução), o que reflete numa melhor uso destes conteúdos pelos alunos na sala de aula e no meio onde vivem.

Assim, chegamos a uma compreensão preliminar de que os conhecimentos adquiridos pelos alunos da COOPEC nas aulas efetuadas nessa escola pelo pesquisador (em conteúdo e forma) se apresentam como alternativa viável para superação dos obstáculos de aprendizagem conceitual decorrente de um ensino que era desenvolvido por definição (caso COOPEC), em vez de ser voltado para a formação de conceitos. Tal ponto de vista quiçá poderá ser estendido para análise de outras realidades do ensino brasileiro, em que é comum essa forma de ensino, bem como contribuir para a formação de professores capazes de promover mudanças qualitativas nas suas aulas, tendo em vista a formação de conceitos (Apêndice A, p. 297).

Sublinhamos, enfim, que o êxito no crescimento conceitual dos alunos é também decorrente do ensino ministrado pelas professoras da COOPEC, uma vez

que elas executaram suas aulas, tendo como base os conteúdos evidenciados pela pesquisa realizada pelo pesquisador. Em outras palavras, o trabalho desenvolvido pelo pesquisador foi parte do planejamento de ensino executado pelas professoras na referida escola, no período de 2009-2012.

REFERÊNCIAS

- ALVEZ-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais:** pesquisa quantitativa e qualitativa. 2 ed. São Paulo: Pioneira, 1999.
- AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R.. **Biologia dos Organismos.** 2 ed., 2v. São Paulo: Moderna, 2004.
- BANET, E. y NÚÑEZ, F. Ideas de los alumnos sobre la digestión: aspectos fisiológicos. **Investigación y experiencias didácticas.** Enseñanza de las ciencias, 1989, 7 (1).
- BATSCHKE, M.R; DOS PASSOS, M.S. **Criar e aprender:** um projeto pedagógico. São Paulo: FTD, 2007.
- BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari Knopp. **A investigação qualitativa em educação:** uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto Editora LDA, 1994.
- BUNGE, M. **Física e Filosofia.** 1^a Ed.. São Paulo: Editora Perspectiva, 2000.
- BYRNE, J. Progression of children's ideas and understanding about microbial activity. In: CONFERENCE OF THE EUROPEAN SCIENCE EDUCATION RESEARCH ASSOCIATION - ESERA, 4th., 2003, Edinburgh, Scotland. **Proceedings...** 2003. Submitted.
- BYRNE, J.; SHARP, J. Children's ideas about micro-organisms. **School Science Review**, v. 88, n. 322, september 2006.
- CACHAPUZ, A. Linguagem metafórica e o ensino de ciências. In: **Revista Portuguesa de Educação**, v.2, n.3, p.117-129, 1989.
- CAMPOS, M. C. da C; NIGRO, R. **Didática de ciências:** o ensino-aprendizagem como investigação. São Paulo: FTD, 1999.
- CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências:** unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thompson, 2000.
- CASTRO, D. R.. **Estudo de Conceitos de Seres Vivos nas Séries Iniciais.** Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2010.
- CASTRO, D. R.; BEJARANO, N. R. R. Os Conhecimentos Prévios sobre Seres Vivos dos Estudantes das Séries Iniciais da Cooperativa de Ensino de Central - COOPEC- BA. **Revista Brasileira de Ensino e Tecnologia**, 2013a.
- _____. Os conhecimentos alternativos e científicos na área de ciências naturais: uma revisão a partir da literatura internacional. **Ciência & Educação**, v. 19, n. 1, p.1015-1028, 2013b.

_____. O conhecimento dos alunos do Ensino Fundamental I sobre micro-organismos, animais e plantas a partir do uso de analogias. In: **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC**, Águas de Lindóia, SP, 2013c (prelo).

_____. Questionamentos dos estudantes do Ensino Fundamental I sobre funções vitais de animais. **EccoS**, São Paulo, n. 27, p. 163-173, jan./abr. 2012a.

_____. O perfil de conhecimento sobre seres vivos pelos estudantes da COOPEC: uma ferramenta para planejar um ensino de Ciências. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.14, n. 03, p. 261-274, set-dez, 2012b.

_____. O conhecimento dos estudantes do ensino fundamental I sobre funções vitais de animais e plantas. **Revista Iberoamericana de Educación / Revista Ibero-americana de Educação**. p. 1-15, 2012c.

_____. O conhecimento dos estudantes do Ensino Fundamental I sobre funções vitais de animais. in: ENCONTRO NACIONAL DO ENSINO DE BIOLOGIA, **Anais...** 4, Goiânia: ENBIO, 2012d.

_____. O conhecimento prático dos estudantes do Ensino Fundamental I a partir de observações microscópicas. **Experimentação em Ensino de Ciência**, 6(2), p. 31-49, 2011a.

_____. O conhecimento dos estudantes do Ensino Fundamental I sobre microorganismos: antes das aulas práticas com o microscópio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 7, 2011. **Anais ...** Campinas: ENPEC, 2011b.

_____. O conhecimento dos estudantes do Ensino Fundamental I sobre microorganismos: depois das aulas práticas com o microscópio 2. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 7., 2011. **Anais ...** Campinas: ENPEC, 2011c.

CHARRIER, M. M; CAÑÁL, P.; VEGA, R. M. Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: una revisión 150 sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas. **Investigación Didáctica, Enseñanza de las Ciencias**, v. 24, n. 3, p. 401-410, 2006.

CUNHA, A. M. O. **Educação para saúde**: um estudo das explicações das crianças, adolescentes e adultos para as doenças infecciosas. 295 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1993.

CUNHA, M. de C. C.; JUSTI, R. da S. **Analogias sobre nutrição e digestão elaboradas por crianças do ensino fundamental**. 2008. Disponível em: <www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/CR2/p8.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2010.

- CURTIS, R. V.; REIGELUTH, C. M.: 'The use of analogies in written texts'. In: **Instructional Science**, v. 13, p. 99-117, 1984.
- CUTHBERT, A.J. Do Children Have A Holistic View of Their Internal Body Maps? **School Science Review** 82: 25-32, 2000.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A.P. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez Editora, 1994.
- DUARTE, M. C. **Ensino/aprendizagem da biologia:** algumas reflexões suscitadas pela investigação educacional. *Bol. Assoc. Port. Prof. Biol. Geol.*, n.6, p. 21-7, 1996.
- DUIT, R. On the Role of Analogies and Metaphors in Learning Science. **Science Education**, 75(6), p. 649-672, 1991.
- GASPARIN, João Luiz. **A construção dos conceitos científicos em sala de aula**. Disponível em:<http://www.pesquisa.uncnet.br/pdf/palestraConferencistas/A_CONSTRUCAO_DOS_CONCEITOS_CIENTIFICOS_EM_SALA_DE_AULA.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2009.
- FREITAS, M. A distinção entre ser vivo e ser inanimado: uma evolução por estádios ou um problema de concepções alternativas? **Revista Portuguesa de Educação**, C.E.E.D.C, Universidade do Minho, v. 2, n. 1, p.33-51, 1989.
- GIORDAN, A.; VECCHI, G. **As origens do saber:** das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos. 2^a ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- GEWANDSZNAJDER. F; LINHARES, S. **Biologia hoje**. 1^a ed.. São Paulo: Ática, 2010, 2v.
- HAYASHI, A. M.; PORFIRIO, N. L. S.; FAVETTA, L. R. A. A importância da experimentação na construção do conhecimento científico nas séries iniciais do ensino fundamental. In: SIMPÓSIO DE ENSINO DE GRADUAÇÃO, 4., 2006, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Unimep, 2006. p. 1-4. Disponível em: <<http://www.unimep.br/phpg/mostraacademica/anais/4mostra/pdfs/300.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2011.
- JONE, M. G.; RUA, M. J. Conceptions of Germs: Expert to Novice Understandings of Microorganisms. **Electronic Journal of Science Education**, v. 9, n. 1, sep. 2004.
- KAWASAKI, C. S.; BIZZO, N. M. V. Fotossíntese, um tema para o ensino de ciências? **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 12, p. 24-29, nov. 2000.
- KAWASAKI, C. S. **Nutrição vegetal:** campo de estudo para o ensino de ciências. 1998. 313 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- KWEN, B. H.. Teachers misconceptions of biological science concepts as revealed in science examination papers. In: INTERNATIONAL EDUCATION RESEARCH

CONFERENCE, AARE. National Institute of Education, Nanyang Technological University Singapore, 2005.

LAWSON, A.E.. The acquisition of biological knowledge during childhood: cognitive conflict or Tabula rasa? **Journal of research in science teaching**, v. 25, n. 3, p. 185-199, 1988.

_____. 'The importance of analogy: a prelude to the special issue'. In: **Journal of Research in Science Teaching**, v. 30, n.10, p. 1291-1307, dez. 1993.

LEONTIEV, A.N. Os princípios psicológicos da brincadeira pré-escolar. In: VIGOTSKI, L.S.; LURIA, A.R.; LEONTIEV, A.N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: Ícone, 1998.

LIMA, M. E. C. C.; MAUÉS, E. Uma releitura do papel da professora das séries iniciais no desenvolvimento e aprendizagem de ciências das crianças. **Ensaio**, v. 8, n. 2, 2006.

MAYERHOFER, N.; MÁRQUEZ, C. Representações iniciais sobre micróbios desde o ponto de vista de alunos de primaria da região de Cerdanyola Del Vallès. XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências – Castelo Branco, Portugal, set. 2009.

MANZINI, E.J.. Considerações sobre a elaboração de roteiro para entrevista semiestruturada. In: MARQUEZINE: M. C.; ALMEIDA, M. A.; OMOTE; S. (Orgs.) **Colóquios sobre pesquisa em Educação Especial**. Londrina:eduel, 2003. p.11-25.

MILES, M. B.; HUBERMAN, A. M. **Qualitative data analysis**. 2nd ed. London: SAGE Publications, 1994.

MOREIRA, M. A.. **Teorias de aprendizagem**. 2 ed. São Paulo: EPU, 2011.

MOURA, M. P. **Desenvolvimento do pensamento**: um estudo sobre formação de conceitos com jovens e adultos em processo de escolarização. Dissertação de mestrado apresentada. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2000.

NÉBIAS, C. Formação dos conceitos científicos e práticas pedagógicas. **Interface: Comunicação, saúde, educação**, v. 3, n. 4, 1991.

NOVOSSATE, S. GIOOPPO, C. **Por fora bela viola, por dentro pão bolorento!** Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p263.pdf>>. Acesso em: 22 de mar. 2010.

NORONHA, M. E.; SOARES, M. L. **Sucesso Sistema de Ensino**: ciências 2º ano do ensino fundamental de em nove anos. 2 ed, Recife: Prazer de Ler, 2008.

_____. **Sucesso Sistema de Ensino**: ciências 3º ano do ensino fundamental de em nove anos. 2. ed, Recife: Prazer de Ler, 2008.

_____. **Sucesso Sistema de Ensino**: ciências 4º ano do ensino fundamental de em nove anos. 2. ed, Recife: Prazer de Ler, 2008.

_____. **Sucesso Sistema de Ensino:** ciências 5º ano do ensino fundamental de em nove anos. 2. ed, Recife: Prazer de Ler, 2008.

OLIVEIRA, S. S. de. Concepções alternativas e ensino de biologia: como utilizar estratégias diferenciadas na formação inicial de licenciados* **Educar**, Curitiba, n. 26, p. 233-250, 2005. Editora UFPR.

ÖZSEVGEÇ, L. C. Their Internal Body Parts Both Visually and Verbally? **Journal of Turkish Science Education**, Volume 4, Issue 2, September 2007.

PÁDUA, I.C.A. Analogia, metáforas e a construção do conhecimento: por um processo de ensino mais significativo: In: 26ª reunião da ANPED, GT: Didática, n. 04, PUC- MG. Disponível em: <<https://www.google.com.br/search?>>. Acesso em: 18 nov. 2013.

POPOV, O. **Estudo dos conceitos e métodos científicos na escola primária.** Disponível em: <www.educ.umu.se/~popov/international/TEXTO3.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2008.

_____. **Testes diagnósticos, exames e pré-conceitos dos alunos de escola primária na área das Ciências Naturais.** Grupo de Ciências Naturais e Tecnologia do INDE) no CFPP Inhamissa, Abril 1995. Palestra. Disponível em:< www.educ.umu.se/~popov/international/APR-PAL.doc>. Acesso em: 20 jan. 2010.

PRODANOV,C.C.; FREITAS, E.C. **Metodologia do Trabalho científico:** métodos e técnicas de pesquisa e do trabalho científico. 2ª ed. Novo Amburgo: Feevale, 2013.

PROJETO Político Pedagógico - **Cooperativa de Ensino de Central - COOPEC.** Central-BA, 2009.

PROKOP, P.; FRANCOVICOVÁ, J. Students' ideas about the human body: do they really draw what they know? **Journal of Baltic Science Education**, 2006, n. 2 (10).

PROKOP, P. et al. Children's ideas of animals' internal structures. **Journal of Biological Education**, n. 41 (2), p. 62 – 67, 2007.

REISS, M. J. et al. An International Study of Young Peoples' Drawings of What Is Inside Themselves. **Journal of Biological Education** (2002) 36(2).

REIGELUTH, C.M. Instructional design: What is it and why is it?. In. **Instructional Design Theories and Models:** An Overview of their current status. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum, 1983.

SAVIANI, D. **Pedagogia histórica-crítica:** primeiras aproximações. 5. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 1995.

SFORNI, M. S. F.; GALUCH, M. T. B. Aprendizagem Conceitual nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental. **Educar em revista.** Curitiba, n. 28, jul-dez, 2006.

SFORNI, M.S.F. **Aprendizagem conceitual e organização do ensino: contribuições da teoria da atividade.** Araraquara: Junqueira & Marin, 2004.

SIGURJONSDÓTTIR, H.; LÓA THORVALDSDÓTTIR, H. **How well do pupils understand photosynthesis?** Disponível em: <http://mennta.hi.is/malthing_radstefnur/symposium9/synopsis/nfsun9_submission_11.doc>. Acesso em: 15 abr. 2010.

SOARES, J. L. **Dicionário etimológico e circunstanciado de biologia.** São Paulo: Scipione, 1993.

TANNER, Kimberly; ALLEN, Deborah. Approaches to biology teaching and learning: understanding the wrong answers - teaching toward conceptual change. **Cell Biology Education**, v. 4, p.112-117, summer, 2005.

TEIXEIRA, F. M.; SOBRAL, A. C. M. B. Como novos conhecimentos podem ser construídos a partir dos conhecimentos prévios: um estudo de caso. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 3, p. 667-677, 2010.

TEIXEIRA, F. M. What happens to the food we eat? Childrens conceptions of the structure and function of the digestive system. **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 5, p. 507- 520, 2000.

_____. F. M. Teorias sobre a origem do conhecimento biológico na infância: avanços, limites e implicações. **Educ. Rev.** [online], n.39, pp. 61-78, 2004. ISSN 0102-4698.

_____. **Fundamentos teóricos que envolvem a concepção de conceitos científicos na construção do Conhecimento das ciências naturais.** Ensaio, v. 8, n. 2, dez. 2006.

_____. **Conhecimento biológico das crianças:** um domínio autônomo? Concepções sobre o aparelho digestivo. Brasília: Psicologia: teoria e pesquisa, v. 15, n. 1, p. 1-8, jan-abr 1999.

TOYOMA, N. What are Food and Air Like Inside Our Bodies?: Children's Thinking About Digestion And Respiration. **International Journal of Behavioral Development** 24: 220-230, 2000.

TRIVELLATO J. JR.. **Concepções de alunos sobre Fungos e Bactérias** (subsídio para o ensino). Dissertação (mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, 1995.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais:** a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem.** 3 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

- _____. **Pensamento e Linguagem**, 3 ed. São Paulo: Martins Fontes (traduzido do thought and language por Jefferson Luiz Camargo), 2005.
- _____. **Formação social da mente**. 1 ed. brasileira. São Paulo: Martins Fontes, 1984.
- _____. **Thought and Language**. (A.Kozulin, trans.) Cambridge, MA: MIT University Press. (Original work published 1926), 1986.
- _____. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 6 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.
- _____. **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. 2 ed., São Paulo: Martins Fontes, 2010.

WERNECK, A. **Sucesso Sistema de Ensino: ciências 7º ano do Ensino Fundamental em Nove Anos**. 2 ed.. Recife: Prazer de Ler, 2010.

YOREK, N.; SAHIN, M.; UGULU, I. Students' representations of the cell concept from 6 to 11 grades: Persistence of the "fried-egg model". **International Journal of Physical Sciences**, v. 5 (01), p. 15-24, jan. 2010. Available online at <<http://www.academicjournals.org/IJPS>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

ZÔMPERO, A. F.. **Concepções de alunos do ensino fundamental sobre microorganismos em aspectos que envolvem saúde: implicações para o ensino aprendizagem**. Experiências em Ensino de Ciências, Cuiabá, v. 4, n. 3, p. 31-42, 2009.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C.E.. **Carlos Eduardo A decomposição da matéria orgânica nas concepções de alunos do ensino fundamental: aspectos relativos à educação ambiental**. Experiências em Ensino de Ciências – v. 5(1), p. 67-75, 2010.

APÊNDICES



APÊNDICE A - Miniprojetos

Escola Cooperativista de Central

Mantenedora: Cooperativa Educacional de central – COOPEC

CNPJ 05.481.143/0001-86

Parecer nº 54/2004 – Resolução CEE – 25/2004, D.O. de 13-04-2004

Educação Básica, etapas Ensino Fundamental e Ensino Médio

Praça Cantídio Pires Maciel, 228 – CEP 44940000 – Central-BA

Professor(a): _____

Data: _____

MINIPROJETOS - I BIMESTRE

TÍTULO - OS SERES VIVOS QUE NÃO PODEMOS VER (INVÍSIVEIS AO OLHO NU)

OBJETIVO GERAL

- Caracterizar as estruturas celulares dos micro-organismos, enfatizando o tamanho e funcionalidades destes organismos para o ser humano e para a natureza.

OBJETIVOS

- Evidenciar a existência dos seres microscópicos;
- Relacionar as diferenças entre os seres macroscópicos e microscópicos;
- Identificar micróbios de importância humana e para o Meio Ambiente;
- Discutir sobre a importância dos micróbios para o ser humano;
- Identificar as principais doenças causadas pelos micróbios;
- Conhecer os principais hábitos de higiene;
- Discutir os problemas de Saneamento Básico local.

CONTEÚDOS

- Seres microscópicos e seres macroscópicos
- Ambiente dos micróbios
- Diferenças entre os seres micro/macroscópicos
- Importância dos seres microscópicos
- Seres decompositores
- Higiene e doenças
- Noções de Saneamento Básico

PROCEDIMENTOS – ATIVIDADES

- 1) Observação de células de cebola e protozoários ao microscópio
- 2) Demonstração de células macroscópicas (algodão, gema/ ovo, alvéolo/ limão)

- 3) Comparação de organismos macroscópicos pequenos (pulga, formiga...)
- 4) Comparação de figuras de seres micro e macroscópicos (livros, revistas)
- 5) Pesquisas envolvendo os micro-organismos com temáticas voltadas para o corpo humano
- 6) Observação de amostras de água de chuva
- 7) Práticas sobre fungos em pães, queijos, roupa...
- 8) Elaboração de texto individual e coletivo pelas crianças - historinha sobre micróbios e vacinas
- 9) Estudo de textos sobre as funções dos microorganismos. Ex.: Combate a cárie

MINIPROJETO - II BIMESTRE

TÍTULO- AS FUNÇÕES VITAIAS DAS PLANTAS

CONTEÚDOS

- As funções da raiz, caule, folha, flor e fruto
- A entrada de e saída de oxigênio e gás carbônico no vegetal
- A saída do vapor de água
- A importância da água, sais minerais, gás carbônico e luz
- O transporte de água e sais minerais
- O crescimento das plantas
- As plantas como fonte de alimentos
- o papel dos nutrientes nas plantas
- A importância dos vegetais

OBJETIVO GERAL

- Caracterizar as funções vitais (fotossíntese, respiração, transpiração e crescimento) dos vegetais e os processos envolvidos no desenvolvimento destas funções.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Relacionar as funções da raiz, caule, folha, flor e fruto;
- Mencionar a integração funcional entre raiz, caule, folha, flor e fruto;
- Relacionar as principais adaptações da vegetal de Caatinga;
- Descrever a dinâmica das trocas gasosas vegetais e transpiração;
- Diferenciar fotossíntese e respiração;
- Compreender a interação de fatores da fotossíntese;
- Descrever o transporte de nutrientes no eixo (raiz a folha e vice-versa);
- Compreender a interferência dos nutrientes para crescimento das plantas;
- Relacionar as principais fontes alimentos vegetais;
- Mencionar a distribuição de alimentos nos órgãos vegetais;
- Diferenciar alimentos e nutrientes;
- Identificar o papel básico dos nutrientes vegetais;
- Estimular “novas” formas de relação das crianças com as plantas.

PROCEDIMENTOS - ATIVIDADES

- 1) Aulas expositivas das professoras
- 2) Aula na área verde interno-externa da escola
- 3) Visita de campo
- 4) Estudo/elaboração de textos, charges e poesias
- 5) Experimentos sobre o caminho da água, luz e vida, a germinação de sementes, trocas gasosas, transpiração e identificação de substâncias nos alimentos vegetais
- 6) Realização de uma amostra com alimentos e/ou órgãos vegetais

MINIPROJETO - III BIMESTRE

TÍTULO- AS FUNÇÕES VITAIAS DOS ANIMAIS

CONTEÚDOS

- As fontes de alimentos dos animais
- Tipos de nutrientes e suas funções
- Hábitos alimentares dos animais
- A digestão, circulação, respiração e excreção nos animais
- As funções dos sistemas digestório, circulatório, respiratório e excretor
- Alimentação e crescimento dos animais
- A transformação dos alimentos no organismo animal
- Alimentação saudável
- A conservação dos alimentos
- Doenças carenciais

OBJETIVO GERAL

- Caracterizar as funções vitais (digestão, circulação, respiração, excreção e crescimento) dos animais e os processos envolvidos no desenvolvimento destas funções.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conhecer as diferentes fontes de alimentos;
- Reconhecer as funções básicas dos nutrientes;
- Diferenciar alimentos de nutrientes;
- Relacionar animais herbívoros, carnívoros e onívoros;
- Reconhecer as estruturas básicas dos sistemas digestório, circulatório, respiratório e excretor;
- Identificar as funções básicas dos sistemas dos sistemas digestório, circulatório, respiratório e excretor;
- Compreender a integração das funções básicas dos sistemas dos sistemas digestório, circulatório, respiratório e excretor;
- Reconhecer as principais transformações dos alimentos no organismo animal;
- Incentivar o desenvolvimento de hábitos alimentares saudáveis;

- Identificar técnicas e/ou cuidados relacionados à conservação dos alimentos;
- Estimular o uso de técnicas para conservação de alimentos;
- Discutir sobre os “tabus alimentares” envolvidos no cotidiano das crianças;
- Relacionar as principais doenças carenciais e as formas de prevenção destas doenças.

PROCEDIMENTOS - ATIVIDADES

- 1) Aulas expositivas das professoras
- 2) A construção de modelos/desenhos dos sistemas digestório, circulatório, respiratório e excretor
- 3) Experimentos sobre a identificação de gorduras, carboidrato, proteínas e a digestão do amido
- 4) Estudo/elaboração de textos, charges e poesias
- 5) Uso do torso para mostrar os órgãos vitais
- 6) A montagem de um modelo do sistema digestório
- 7) Estudo do texto “os caminhos do sangue” e de figura, “pirâmides de Alimentos”
- 8) A construção de um cardápio alimentar
- 9) Realização de um “lanche educativo”

Acreditar e agir



APÊNDICE B – O conhecimento sobre as aulas práticas

Escola Cooperativista de Central

Mantenedora: Cooperativa Educacional de central – COOPEC

CNPJ 05.481.143/0001-86

Parecer nº 54/2004 – Resolução CEE – 25/2004, D.O. de 13-04-2004

Educação Básica, etapas Ensino Fundamental e Ensino Médio

Praça Cantídio Pires Maciel, 228 – CEP 44940000 – Central-BA

Professor(a): _____

Data: _____

PROBLEMA DE PESQUISA:

Como ocorre a compreensão dos conceitos de micro-organismos/células, animais e plantas no Ensino Fundamental I, a partir de aulas teórico-práticas ministradas na COOPEC.

QUESTÕES GERAIS

- 1- Identificar proposições conceituais relativas a estrutura, tamanho e funções vitais de micro-organismos/células, animais e plantas;
- 2- Analisar conceitos relativos a estrutura, tamanho e funções vitais de micro-organismos/células, animais e plantas;
- 3- Compreender a forma(s) de estudo(s) usada(s) pelas crianças para a compreensão dos conteúdos de estrutura, tamanho e funções vitais de micro-organismos/células, animais e plantas.

ITENS NORTEADORES

- 1) Os conceitos de estrutura, tamanho e funcionalidades de micro-organismos, animais e plantas.
- 2) A relação entre os nutrientes, transporte, crescimento dos animais e plantas e a interação de funções entre os órgãos vitais destes seres vivos.

MICROORGANISMOS/CÉLULAS - PRÁTICAS P1 a P4

QUESTÕES ESPECÍFICAS - PRESSUPOSTO

Os alunos têm dificuldades em descrever/compreender os conceitos relacionados às estruturas/tamanho de microorganismos, a funcionalidades destes organismos para o ser humano e para a natureza, bem como distingui-los de seres pluricelulares pequenos (macroscópicos), células macroscópicas de organismos pluricelulares

grandes (alvéolo do limão, fio de cabelo e fita de algodão) e células microscópicas dos seres macroscópicos pequenos.

QUESTÕES ESPECÍFICAS I

PESQUISADOR:

- 1) Quais os seres vivos/células que você conhece?
 - a) Microscópicos
 - b) Pluricelulares pequenos
 - c) Células macroscópicas
- 2) Sobre a vida dos seres microscópicos
 - a) Qual seu habitat e sua importância para o ser humano e para a Natureza?
 - b) Como vivem, se alimentam, crescem etc.?
- 3) O que você lembra das experiências sobre a água da chuva e lagoa da Prefeitura? E sobre o mofo no pão?

ALUNO:

- 1) Como é o corpo de um micro-organismo/célula e o que tem no corpo dele?
- 2) De que forma você diferencia um ser vivo microscópico de outro macroscópico?
- 3) Os seres microscópicos trazem mais benefícios ou prejuízos para Natureza? E os macroscópicos pequenos?
- 4) Por que não encontramos micro-organismos na água filtrada/chuva?
- 5) Como estes organismos chegaram até a lagoa, se não enxergamos no ar, no solo?
- 6) Existe ser vivo pluricelular microscópico e a bactéria dá para ser vista ao olho nu?

QUESTÕES ESPECÍFICAS II

PESQUISADOR:

- 1) Os fungos são seres vivos microscópicos ou macroscópicos?
- 2) Como podem os fungos se desenvolver? Quais as condições?

ALUNO:

- 1) Como os fungos ajudam na formação do pão e depois eles estragam o pão?
- 2) O que acontece com eles depois que se alimentam da massa do pão?
- 3) Qual o tempo de vida de um fungo ou micrório?
- 4) Como é corpo de um fungo?

QUESTÕES ESPECÍFICAS III

PESQUISADOR:

- 1) Quantas células tem um ser vivo?
- 2) Como são as células do seres vivos?

ALUNO:

- 1) Quem tem mais células, um anão ou uma pessoa adulta?
- 2) A forma/número de células se transforma com o aumento da idade?
- 3) Organismos de mesmas espécies e idade têm o mesmo tamanho? Por que não?
- 4) E organismos diferentes de mesmo tamanho podem ter o mesmo número e forma celular (plantas e animais, animais de espécies diferentes)?
- 5) O que ocorre com uma célula de uma pessoa doente?
- 6) Porque o tamanho das espécies adultas é diferente?

QUESTÕES ESPECÍFICAS IV**PESQUISADOR:**

- 1) Que tamanho você acha que tem uma célula em relação aos seres vivos pequenos que você observa ao olho nu?
- 2) O que você acha que tem dentro de uma célula?

ALUNO:

- 1) Como saber as medidas exatas dos seres vivos estudados e da célula?
- 2) Como identificar o lado de dentro de uma célula e suas partes?

PRÁTICAS REALIZADAS - P1 a P4

- P1) Paramécio, Alvéolos de limão e fibras de algodão
 P2) Amostras de água (Algumas) e Bolor de pão (Fungos)
 P3) Formigas, besouro, fibra de algodão, fio de cabelo, cortes de insetos, alvéolos
 P4) Figuras/células de bactérias, paramécio, sangue e de cebola, estômatos

FUNÇÕES VITAS DE PLANTAS - PRÁTICAS P1 a P4**QUESTÕES ESPECÍFICAS - PRESSUPOSTO**

Os alunos têm dificuldades em descrever/compreender os conceitos relacionados às funções vitais (fotossíntese, respiração, transpiração e crescimento) dos vegetais e os processos envolvidos no desenvolvimento destas funções.

QUESTÕES ESPECÍFICAS I**PESQUISADOR:**

- 1) As trocas gasosas e a luz interferem no crescimento das plantas?
- 2) Por quais estruturas ocorre este processo e como é realizado?

ALUNO:

- 1) O que faz as plantas buscarem a luz e respirar?
- 2) A fotossíntese é realizada durante o dia e a respiração, à noite?
- 3) Como sabemos se as plantas estão respirando ou fazendo a fotossíntese?
- 4) Como as aberturas que observamos no microscópio conseguem trocar os gases nas plantas?

- 5) Apenas as plantas verdes realizam a fotossíntese, ou todas elas?
- 6) Todas as plantas respiram de forma igual e as que não têm folhas?

QUESTÕES ESPECÍFICAS II

PESQUISADOR:

- 1) Qual a importância da luz para o crescimento da planta?
- 2) Como o corpo da planta reage à luz para poder crescer?
- 3) Como foi o crescimento das plantas fora e dentro das caixas?
- 4) O que você pode fazer para ajudar no crescimento das plantas (caixas)? E a Natureza faz como?

ALUNO:

- 1) Uma planta vai se desenvolver e a outra não (dentro da caixa)?
- 2) O que o correu com a terra dos vasos e como os nutrientes da terra chegam em todas as partes do corpo vegetal?
- 3) Como o ar (oxigênio e gás carbônico) ajuda nesse processo de crescimentos das plantas? Quem ajuda mais é o oxigênio ou o gás carbônico?
- 4) Por que umas plantas crescem mais que outras, umas são tortas, outras ficam embaixo de outras?
- 5) Como crescem as plantas que vivem na sombra ou na água?
- 6) Como as plantas podem viver em tantos locais diferentes, até em cima de pedras e embaixo da água?

QUESTÕES ESPECÍFICAS III

PESQUISADOR:

- 1) Os nutrientes circulam no corpo das plantas com ajuda do sol, das raízes, de tubos ou canais que estão no corpo da planta, ou como isso ocorre?
- 2) Como as partes do corpo vegetal recebem os alimentos que vêm do solo?

ALUNOS:

- 1) Por que o uso do anil na experiência da flor colocada no copo com água?
- 2) Você disse que o experimento com a roseira pode ser efetuado com anil vermelho. Por quê?
- 3) Como as substâncias descem para a raiz do vegetal? Existem outros tubos e as substâncias não se misturam?
- 4) Como as substâncias conseguem chegar à folha? Como é que funciona essa nervurinha (copo de leite)?
- 5) O corte completo da copa de um vegetal faz com que eles fiquem sem folhas, então como eles respiram? O leite vegetal sai de onde?
- 6) Um vegetal murcho consegue sobreviver após ele ser regado?
- 7) Eu vi no livro de ciências que a planta tem um “chapeuzinho fechado” protegendo a raiz, então como é que as substâncias são absorvidas pelo vegetal?
- 8) Como é que o alimento que a planta produz na folha vai para o fruto?

- 9) Como a melancia e os cactos se enchem de água?
- 10) Outros líquidos substituem a água na vida da planta?

QUESTÕES ESPECÍFICAS IV

PESQUISADOR:

- 1) Se o anil está se deslocando com água na direção da folha por esses tubinhos observados por vocês, então esses tubinhos devem começar na raiz?
- 2) Eles são maiores ou menores na raiz? São abertos ou fechados? E passando pelo caule e chegando as folhas, como é que eles são (largos ou estreitos)? Eles são abertos ou fechados na raiz e nas folhas?
- 3) Se a água desce quando chove ou regamos uma planta, então deve existir uma força de baixo para cima que faz a água subir? Com isso, também se deslocam para folha também os sais minerais junto com água? Há relação com a abertura e fechamento dos estômatos?

ALUNOS:

- 1) As plantas morrem quando falta água e quando recebe água demais, o que acontece com ela?
- 2) Como as nervuras, vasos se localizam no caule?
- 3) O cacto é verde ano inteiro, mesmo no sol, por quê?
- 4) Onde é armazenado a água no corpo vegetal. Como?
- 5) Como é feito o transporte de substâncias da raiz para os vasos?
- 6) A observação dos vasos na raiz, no caule e na folha, como se dá?

PRÁTICAS REALIZADAS:

- P1) Tecido Vegetal/respiração Órgãos Reprodutivos
- P2) Experimento Luz e Vida
- P3) Experiência com copo de leite
- P4) Estrutura microscópica do sistema de transporte/reserva

FUNÇÕES VITais DE ANIMAIS-PRÁTICAS P1 a P4

QUESTÕES ESPECÍFICAS - PRESSUPOSTO

Os alunos têm dificuldades em descrever/compreender os conceitos relacionados às funções vitais (digestão, circulação, respiração, excreção e crescimento) dos animais e os processos envolvidos no desenvolvimento destas funções.

QUESTÕES ESPECÍFICAS I

PESQUISADOR:

- 1) Qual a relação entre alimentação, crescimento e a manutenção dos nutrientes no organismo?

2) Por que as células animais não podem ficar sem nutrientes e como são adquiridos os nutrientes por elas?

ALUNOS:

- 1) O animal cresce com aumento no número de células ou de alimento que ingere?
- 2) Quais as células maiores de um gigante ou de anão? Porque o gigante é maior?
- 3) O que faz o numero de células aumentar?
- 4) Qual a composição de nutrientes do corpo animal? É a mesma da célula?
- 5) O que ocorre com o organismo se ficar desnutrido?
- 6) As células podem ficar sem nutrientes?

QUESTÕES ESPECÍFICAS I

PESQUISADOR:

- 1) Como está sua qualidade nutricional, como se pode saber sobre isso?
- 2) Como os nutrientes agem no seu organismo?
- 3) Por que os alimentos precisam ser quebrados para chegar na célula? Por que sentimos fome? E nas plantas como funciona isto?

ALUNOS:

- 1) Para que se alimenta? Há relação entre açúcar e aquisição de verme pelo ser humano?
- 2) Como se diferencia alimento de nutriente?
- 3) Por que a urina é amarela?
- 4) Qual a relação da saliva com a digestão desse açúcar e por que ocorre a mudança de cor do amido quando na presença da saliva e iodo?
- 5) Existe relação entre a quantidade de amido, saliva e tempo de digestão dessa substância? A saliva ajuda a digerir o alimento rapidamente?
- 6) Há diferenças entre amido e açúcar comum?

QUESTÕES ESPECÍFICAS III

PESQUISADOR:

- 1) Cada órgão/sistema do corpo humano é responsável por uma função, então como essas estruturas trabalham juntas para fazer o corpo funcionar bem?
- 2) Quantos e quais sistemas trabalham juntos no seu organismo? O que eles fazem no nosso corpo para ajudá-lo a funcionar?

ALUNOS:

- 1) Quais são os vasos que levam os nutrientes para o corpo e os que retiram as impurezas?
- 2) Todos os órgãos do corpo gastam a mesma quantidade de energia?
- 3) Todas as partes do nosso corpo têm a mesma quantidade de nutriente e de água?
- 4) De onde vêm o suor, a urina e gás carbônico produzidos no organismo?

- 5) Quem controla as funções do nosso corpo e como ocorre este processo, no caso da nossa nutrição ou uso dos nutrientes pelo organismo/célula?
- 6) Por que algumas funções do nosso organismo são controladas por nossa vontade e outras não?
- 7) O que faz a gente perder o controle de uma função, por exemplo, respirar, o coração bater, ficar desnutrido etc.?

QUESTÕES ESPECÍFICAS IV

PESQUISADOR:

- 1) A formação de gás carbônico nos animais está relacionado ao funcionamento integrado dos sistemas digestivo, circulatório, respiratório e nervoso?
- 2) Como ocorre este processo? Está relacionado com a nossa alimentação?

ALUNOS:

- 1) Todos os animais formam o gás carbônico em mesma quantidade.
- 2) De que depende a produção de gás carbônico nos animais?
- 3) Se compararmos um sapo, um inseto e uma criança, quem produz mais o gás carbônico? Como saber disto?
- 4) Como localizar/medir o gás carbônico nas plantas?
- 5) Tem plantas que produzem mais esse gás do que outras?
- 6) As plantas que produzem mais esse gás produzem mais oxigênio?

PRÁTICAS REALIZADAS

- P1) Aulas Teórico-Práticas sobre funções vitais de animais
- P2) Identificação do Amido nos Alimentos e a Digestão do Amido
- P3) Uso de Nutrientes pelas Crianças da COOPEC
- P4) Identificando o gás carbônico e a interação de funções vitais em animais

Acreditar e agir



APÊNDICE C - Explicando as questões aos alunos

Escola Cooperativista de Central

Mantenedora: Cooperativa Educacional de central – COOPEC

CNPJ 05.481.143/0001-86

Parecer nº 54/2004 – Resolução CEE – 25/2004, D.O. de 13-04-2004

Educação Básica, etapas Ensino Fundamental e Ensino Médio

Praça Cantídio Pires Maciel, 228 – CEP 44940000 – Central-BA

Professor(a): _____

Data: _____

1 Aulas Práticas (P3) sobre formigas, besouro, fibra de algodão, fio de cabelo, cortes de insetos, alvéolos etc..

O rotífero é um ser vivo microscópico, embora seja pluricelular (o seu corpo é formado por aproximadamente 1000 células). Os rotíferos são animais onívoros que vivem em água doce, poças de água, locais úmidos, sobre animais, fungos e plantas, ou mesmo em águas salgadas. O tamanho do seu corpo chega a medir até 500 micrômetros (0,5 mm). Eles têm o corpo transparente lembrando as minhocas, vermes, dispondo-se de "pelinhos" em círculo microscópicos na região da boca. Existe também uma bactéria macroscópica (gigante) cujo nome é *Episopiscium fishelsoni*, que mede também aproximadamente 0,5 mm de comprimento.

Um ser humano adulto tem mais células do que um anão porque o tamanho do corpo aumenta com o crescimento dos tecidos e ossos que depende de um maior número de células. Este é um processo que depende de fatores como herança familiar, alimentação, hormônios etc.. Com isto, podemos explicar que os organismos com o mesmo tamanho e que pertencem a uma mesma espécie e idade podem ter tamanho do corpo diferenciado.

A forma celular sofre alterações com o aumento da idade no ser humano por conta da diminuição das exigências de funcionamento das células com respeito a realização das suas funções vitais (respiração, circulação, excreção, reprodução etc.). Assim, as células necessitam de menos nutrientes para a realização de tais funções, e, especialmente da água que possibilita várias reações químicas, no sentido de facilitar o funcionamento do organismo. Algumas proteínas que preenche a célula são perdidas. Isto provoca diminuição no volume das células, tendo como exemplo, o enrugamento e flacidez dos tecidos, que é um sinal típico do envelhecimento. Há também uma diminuição no número de células por conta da redução das atividades vitais já mencionadas, incluindo o menor uso de oxigênio.

A depender do tamanho do corpo, se as espécies diferentes tiverem tamanho aproximado, elas poderão ter número de célula similar, mas a forma poderá variar no geral a depender das adaptações dessas espécies no meio ambiente, envolvendo alimentação, clima, temperatura, etc.. Animais e plantas têm número e forma celular diferentes, mas os animais diferentes podem ter o número aproximadamente igual de células, assim se eles tiverem mesmo tamanho do corpo, embora os formatos delas possam apresentar algumas diferenças básicas, conforme

as razões citadas anteriormente. A mesma descrição podemos fazer às plantas de espécies diferentes, mas que tem similaridades no tamanho.

O número de células humanas é definido aproximadamente até os vinte anos (20 anos) de idade, tendendo a diminuir com a velhice. A forma das células humana é modificada por conta da alteração no seu volume, enquanto nas células/corpo vegetal isto não acontece porque estas células são protegidas por reforços na sua superfície, o que lhe possibilita assegurar o seu hábito de vida, em que são expostas à insolação e choques mecânicos diariamente.

A longevidade de seres vivos poderá estar relacionada ao sucesso adaptativo de algumas espécies ao meio que lhes permitem por mais tempo coexistir numa determinada área ou a viver mais. Por outro lado, existem proteínas que certamente estão ligadas a proteção das células quanto ao desenvolvimento de suas funções vitais ao mesmo tempo evitando o envelhecimento. Estas substâncias podem ser transmitidas para as gerações descendentes (filhos) através da reprodução, fazendo com que espécies tenham suas longevidades diferentes, a depender da existência dessas proteínas. Uma baleia, por exemplo, pode viver cerca de 200 anos, um rato vive apenas 5 anos. Os vegetais têm um modo de vida diferente dos animais, podendo viver centenas de anos porque têm substâncias no seu corpo que evitam o envelhecimento (hormônios), tendo substituição no seu ambiente de vida (habitat) apenas quando as condições do meio não lhes forem favoráveis (água, nutrientes, queimadas, raios, tempestades etc.).

2) Aulas Práticas (P3) com o copo de leite

Para explicar as adaptações das plantas ao clima seco e estrutura/transporte de substâncias no corpo vegetal recorremo-nos aos autores Amabis e Martho (2004) e Gewandsznajder e Linhares (2010).

A água entra pela raiz com os sais e esses chegam aos vasos lenhosos e lá mantém uma pressão para absorver mais água e essa pressão faz com que ela se desloque até as folhas com a ajuda da transpiração que força a coluna de água e sais (seiva bruta) a subir até as folhas. Essa força chega até as raízes retirando água das suas células e essas absorvem, com isto, a água do solo. Assim, existe uma pressão da raiz em direção aos vasos provocada pela absorção dos sais minerais pelos vasos e outra das folhas em relação aos vasos devido à transpiração.

Os tubos maiores (vasos lenhosos) estão mais internamente na casca do vegetal e na raiz do que os liberianos (tubinhos). Nas folhas podemos ver os vasos lenhosos e/ou liberianos em forma reduzida de calibre como nervuras longitudinais, incluindo a central, sendo que geralmente em cada nervura consta um ou outro tipo de vaso; já as "nervurinhas" paralelas são conexões (pontes) entre vasos lenhosos e liberianos, como se fossem os capilares unindo as artérias e as veias ao sistema circulatório humano. A água é absorvida através dos pelos absorventes (estruturas unicelular) e se direciona para o interior do tronco onde estão tais vasos por meio das células ou dos espaços entre elas que ficam entre a epiderme da raiz e os vasos.

Adaptações a regiões secas, evidenciadas, ao mesmo tempo, com a condução da seiva bruta, a temperatura alta e o ar seco elevam a intensidade da transpiração, o que aumenta o risco de perda excessiva de água. Plantas de região seca e quente (plantas xerófitas) podem apresentar folhas pequenas e grossas, em vez de folhas laminares (finas). Nas folhas grossas, a superfície relativa de evaporação é menor em relação ao volume total de células. Nos cactos, as folhas

estão transformadas em espinhos, o que reduz muito a perda de água. Nesse caso, a fotossíntese passa a ser realizada pelo caule. Além disso, os espinhos protegem o vegetal suculento contra o ataque de animais (fig. 1).

Figura 1— Cladódio— Caule adaptado à realização da fotossíntese

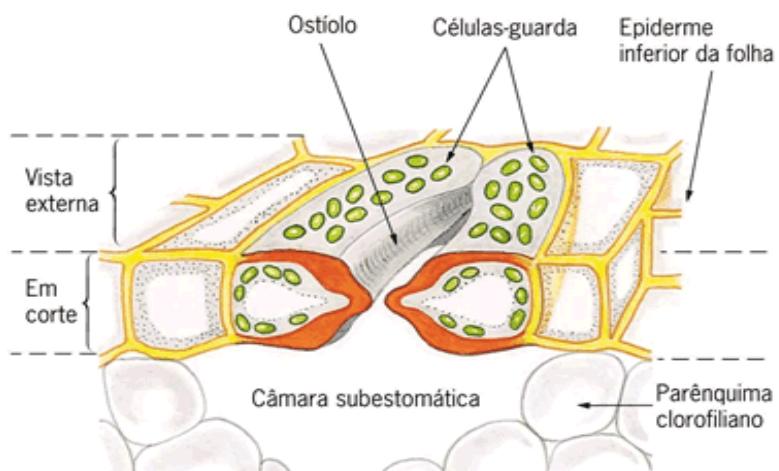


Fonte: Disponível em: <<http://www.uff.br/horto/Ensino/caulecladodio.jpg>>.

Acesso em: 25 abr. 2012

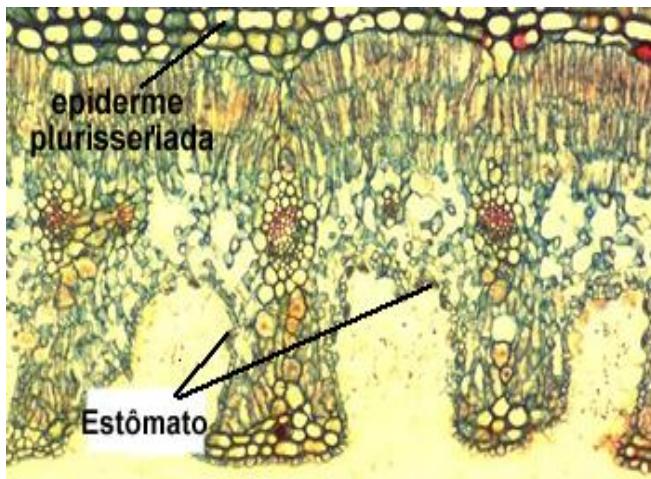
Em algumas plantas xerófitas, os estômatos estão em depressões ou criptas da superfície da folha, onde se acumula vapor de água e forma-se um microambiente úmido, o que diminui a transpiração (fig. 2a, b). Além disso, o sistema de abertura e fechamento dos estômatos é mais rápido que em plantas de clima úmido. Nessas depressões, há também pelos epidérmicos, que ajudam a deter umidade (GEWANDSZNAJDER & LINHARES, 2010, p.164).

Figura 2a— Estômatos abertos (câmara subestomática)



Fonte: Disponível em:
<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Morfofisiologia_vegetal/morfovegetal19.php>.
Acesso em: 16 mar. 2012.

Figura 2b— Epiderme com estômatos em criptas



Fonte: Disponível em: <<http://www.anatomiatevegetal.ib.ufu.br/exercicios-html/Folha.htm>>. Acesso em: 16 mar. 2012.

Assinalamos, porém, antes de seguir adiante com explicação em bloco, que para uma criança que conhece a estrutura funcionalidade dos estômatos, fica mais fácil o professor explicar sobre as adaptações das plantas da região na qual ela mora. Neste caso, a função social dos conteúdos sobremaneira aparece e mobiliza formas de saberes mais aprofundados, pois as crianças são valorizadas como sujeito da atividade que participam ao explicar os eventos que tem contato nos "mundos" intra e extra escolar.

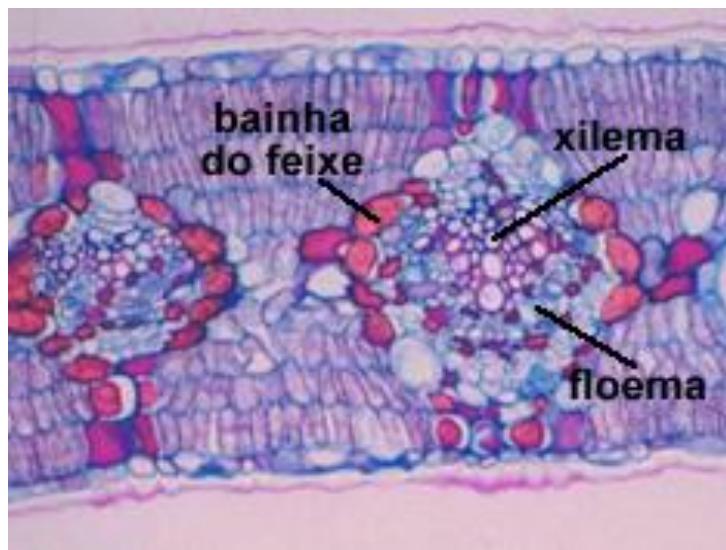
Usamos o anil porque essa substância, uma vez chegando à flor e/ou às folhas do vegetal, isso confirma que, além da água, outras substâncias poderão se deslocar até esses órgãos a partir da raiz (saídos minerais). A experiência com o anil vermelho reforça a explicação de que diferentes substâncias podem ser absorvidas pela raiz. Assim como existem vasos que levam a seiva bruta à folha, através do caule (vasos lenhosos), existem os vasos liberianos que distribuem os alimentos produzidos pela fotossíntese (seiva elaborada) para as diferentes partes do vegetal (caule com galhos, frutos e raiz). Esses vasos são independentes, mas existe uma forma de comunicação entre eles à base da raiz e da folha.

Na raiz, a pressão exercida pelo açúcar sacarose produzido na folha (a exemplo do açúcar da cana misturado com água) e dissolvido/quebrado nas células que acompanham os vasos liberianos faz com que o fluxo da seiva transportada chegue até os vacúolos de reserva que passa a ser acumulado na forma de amido (açúcar pesado), ou seja, mais difícil de ser dissolvido em água. Quando ocorrem as primeiras chuvas, o amido é dissolvido e transformado em sacarose (açúcar mais leve do que o amido e de melhor movimento) que é lançada na direção dos vasos lenhosos pelas células de transferência, ou por entre elas; isto faz com que aumente a pressão nos vasos e essas substâncias desloquem para as folhas pelos mesmos mecanismos que a seiva bruta, conforme nos informam Amabis e Martho (2004).

Essas substâncias voltam às folhas após passar o período de escassez de água e/ou para atender ao ciclo reprodutivo das mesmas. A comunicação desses dois tipos de vasos com as células das folhas é realizada por meio das células da

bainha do feixe⁴² (folhas, fig. 3) que levam a seiva bruta para as células do tecido que realiza a fotossíntese e recebe a seiva elaborada delas para transportar para os vasos liberianos. As substâncias produzidas na folha são lançadas por estas células nos vasos liberianos, os quais as transportam para o organismo vegetal. Para realizar esse processo, o vegetal gasta energia que foi liberada a partir dos nutrientes adquiridos pelas células/corpo do vegetal. A sacarose (açúcar comum/leve), ao chegar aos vasos, absorve água das células da folha (vasos lenhosos), e isso facilita o fluxo da seiva por pressão e ao chegar às células dos órgãos através dos vasos liberianos (floema). Esse açúcar aumenta a pressão das suas células (faltando água), o que favorece o fluxo dos vasos liberianos (menores) para as células de todo o corpo vegetal.

Figura 3— Células da bainha do feixe



Fonte: Disponível em: <<http://www.anatomiavegetal.ib.ufu.br/exercicios-html/Folha.htm>>
Acesso em: 16 mar. 2012

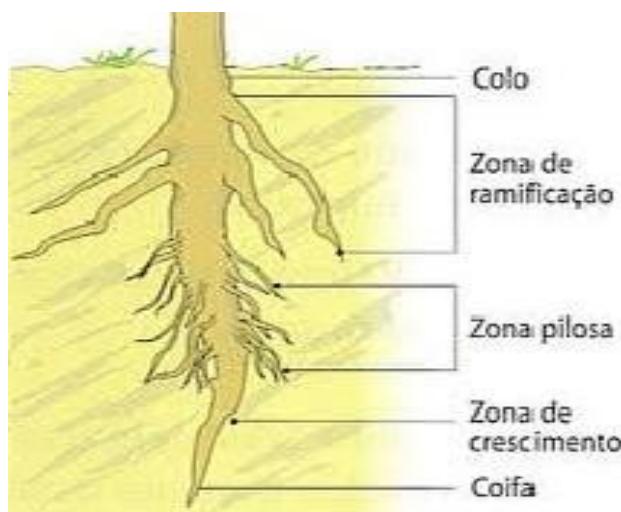
Essas células formam uma ponte entre os vasos lenhosos (xilema) e liberianos (floema) por onde passam para as substâncias que são distribuídas para o corpo vegetal.

Em relação à função de absorção da raiz, explicamos que são os pelos absorventes localizados acima da raiz é que absorvem a seiva bruta do solo. Um aluno retrucou: Estes pelos dão para ver ao olho nu? O pesquisador explicou que são estruturas microscópicas, sendo que elas, na caatinga, sofrem adaptações para evitar a perda de água, ou seja, eles desaparecem no período seco (fig. 4). Enfatizamos para este item um olhar microscópico sobre as estruturas de transporte vegetal em conexão com aspectos macroscópicos para esta mesma questão. As nervuras (xilema e/ou floema) observadas nas folhas ao olho nu, por exemplo, estão conectadas com a raiz através do caule (internamente). Os pelos da raiz são microscópicos, enquanto os da folha são macroscópicos. Acrescentamos que o vegetal também respira pelo caule (respiração cuticular) por meio das lenticelas

⁴² São células especiais do mesofilo que protegem os vasos lenhosos e liberianos e que ficam próximos as terminações dos dois tipos de nervuras ou vasos, formando uma bainha que evita o contato destes com o ar (AMABIS & MARTHO, 2004).

(aberturas visíveis no tronco do vegetal), além disto, os estômatos (aberturas microscópicas das folhas) ficam abertos de forma limitada (fig.2a). A perda total das folhas não destrói o vegetal porque esse diminui o seu metabolismo por um processo natural em mudança de estação de ano. Quando as funções vitais são restabelecidas normalmente, com as condições do ambiente (água, temperatura...), os órgãos começam a funcionar. No caso da poda da copa, há uma interrupção no fluxo de seiva total até a copa e desta para a raiz, e, a depender da região do ano, o vegetal pode não resistir por conta da falta de suprimento alimentar. Enquanto isso, este viverá de suas reservas de nutrientes e água.

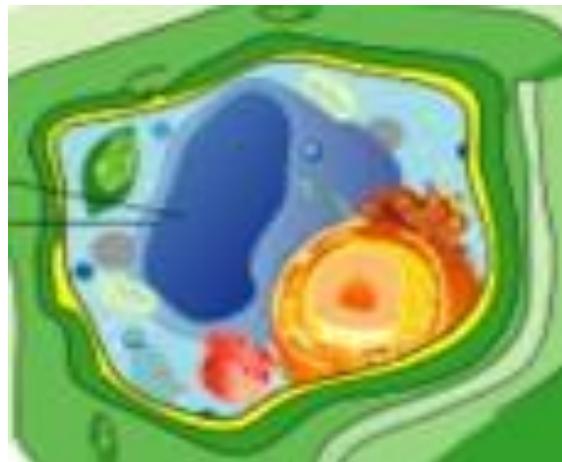
Figura 4— Zona pilosa da raiz



Fonte: Disponível em: <<http://www.coladaweb.com/biologia/botanica/estudo-das-raizes>>. Acesso em: 16 mar. 2012

Existem estruturas dentro das células especializadas para armazenar água e nutrientes. Elas são vacúolos (fig. 5) ou bolsas que armazena amido (batatinha, batata doce), água (cacto, umbu). Estes não se rompem na escassez de água, por exemplo, por conta da regulação de pressão que existem entre estas estruturas e o meio celular que o envolve, ou seja, os nutrientes misturados com água no meio da célula (citoplasma). Além disso, a parede da célula vegetal (células da superfície do tecido da cebola etc. observadas no inicio deste trabalho) protege essas estruturas dos choques mecânicos. A planta de uma lagoa morre afogada não pelo excesso de água (desregularão), mas sim pela ausência de oxigênio suficiente para a respiração. Tendo bastante água no solo que envolve a raiz, há mais concentração nas células do corpo da planta e aí por pressão ela sobe. Os vacúolos (bolsas) se enchem em diferentes estruturas vegetais (folhas, caule). O solo quando seco, os vacúolos reduzem seu volume e sendo um processo longo, o vegetal poderá vir a falecer.

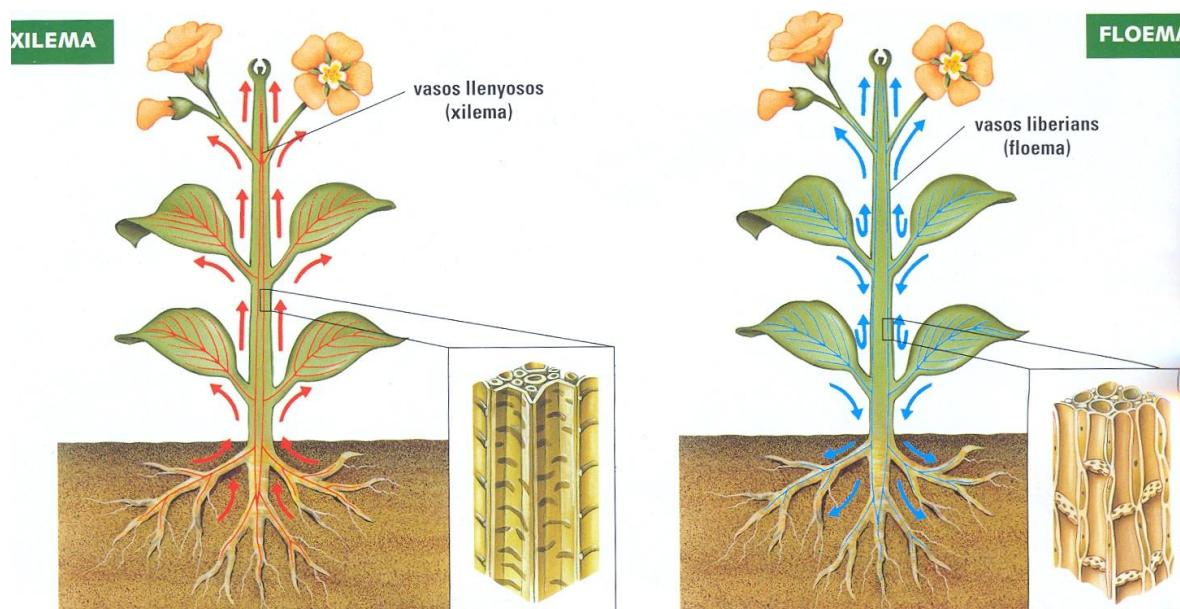
Figura 5— Vacúolo vegetal: grande bolsa presente no citoplasma (em azul na imagem)



Fonte: Disponível em: <<http://www.todobiologia.com/dicionario/vacuolo.htm>>. Acesso em: 16 mar.2012

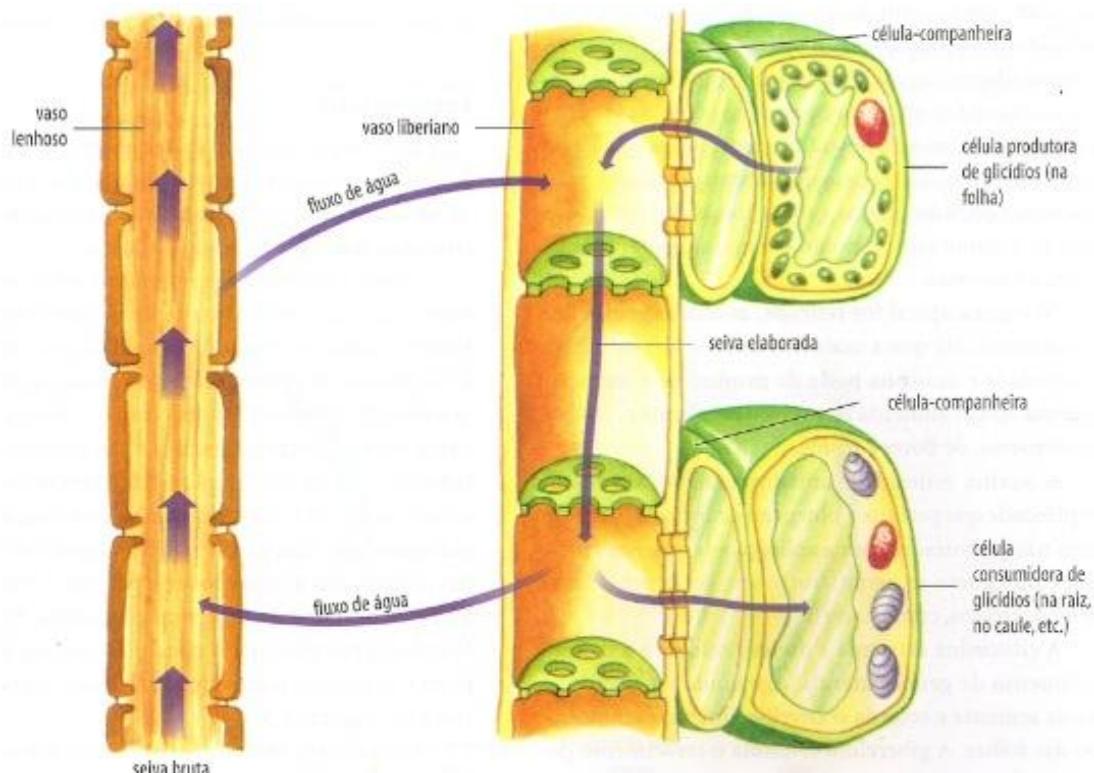
Assim, existem varias pressões no movimento de seiva no vegetal: uma proveniente do solo com as células da raiz; outra realizada pelas células do vaso lenhoso (nervuras observadas na folha, mas que procedem da raiz) com as células que ficam entre a superfície da raiz e esses vasos; outra das células dos vasos liberianos e tecidos lenhosos e células adjacentes (próximas) e mais uma na chegada da seiva aos órgãos de consumo (flor, fruto, raiz) que puxa a água destes vasos para os tecidos e vasos lenhosos (fig. 6a, b). Segundo Amabis e Martho (2004), os vasos laticíferos são células ou agrupamento de células que no vegetal armazena姆produtos elaborados pela fotossíntese; eles estão presentes nas raízes, caule, folhas e muitos frutos, localizando-se entre os vasos liberianos (vasos menores) ou córtex vegetal (tecidos que envolvem os vasos lenhosos e liberianos). O produto é o látex que pode conter variadas substâncias como açúcar, proteínas, óleos, amido etc. A substância leitosa geralmente que tem como função de proteção contra bactérias e fungos e servem de reserva alimentar da planta, bem como para proteção de animais.

Fig. 6a— Vasos condutores de seiva bruta e elaborada (xilema e floema) - visão geral



Fonte: Disponível em: <<http://www.google.com.br/search>>. Acesso em: 16 mar. 2012

Fig. 6b— Vasos condutores de seiva bruta e elaborada (xilema e floema) - Fluxo de água



Fonte: Disponível em: <<http://www.google.com.br/search>>. Acesso em: 16 mar. 2012

3) Aulas Práticas (P4) sobre identificação do gás carbônico e a interação de funções vitais em animais (ser humano) - demonstrações práticas

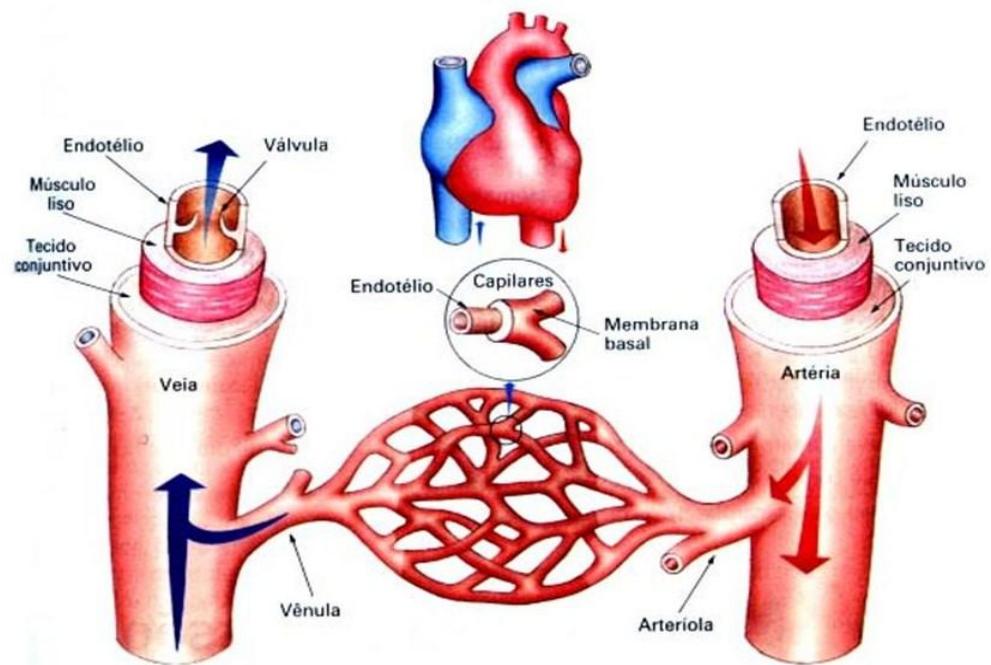
Explicamos aos alunos que esse gás é formado dentro das células a partir das substâncias que foram levadas do intestino pelas artérias (vasos menores do sangue). Essas substâncias são quebradas, tendo como último produto da digestão, além da água, o gás carbônico que é retirado das células de todo o corpo pelas veias (vasos maiores) e levado para os pulmões que, o libera para atmosfera. O coração (com suas artérias e veias) é que bombeia o sangue para todas as partes do organismo, fazendo circular os nutrientes/resíduos e as substâncias gasosas. As artérias levam oxigênio e nutrientes para as células e as veias retiram o gás carbônico e esse bombeado pelo coração para o pulmão (fig. 19, p.155)

Os restos de nutrientes e ou excessos são filtrados no sangue pelos rins, sendo que os nutrientes necessários ao organismo são reabsorvidos por estes órgãos (glicose, aminoácidos, minerais); os resíduos como uréia, sais, creatinina, urobilina, seguem eliminados pela urina; alguns produtos tóxicos e micro-organismos que entram pela superfície do corpo e no meio dos tecidos caem no sistema de vasos linfáticos (presente em todo corpo) que auxiliam na eliminação de tais substâncias, ou seja, leva-os para os gânglios linfáticos (íngua), no caso dos parasitas e, juntos com outras substâncias, segue para os rins através da circulação onde são eliminados. Esse processo de filtragem e desintoxicação do organismo também é feito pelo baço, bem como tem a contribuição do fígado que transforma substâncias tóxicas (álcool, por exemplo) em outras inofensivas e reutilizáveis pelas células, ou que passam a ser excretadas pelos rins. Os vasos linfáticos aumentam o diâmetro (estrutura) na região torácica onde se juntam com as veias originárias dos braços, contribuindo para melhor retorno do sangue venoso ao coração.

Há pequenos vasos acompanhando todo corpo, ora para entregar sangue arterial aos tecidos (artérias pequenas); ora para retirar deste o gás carbônico destas estruturas (veias pequenas). Os dois tipos de vasos tem estruturas maiores quando se aproximam do coração, pois reúnem o sangue de todo o corpo para passar pelo coração, para fins de levar o sangue com gás carbônico para os pulmões e assim ser liberado tal gás e receber oxigênio que será distribuído pelo coração para o corpo com os nutrientes que vieram da digestão no intestino.

As células musculares que acompanham as artérias controlam a quantidade de sangue que chega aos tecidos, tendo auxílio de impulsos nervosos que auxiliam na contração ou relaxamento de tais estruturas. O Sangue flui pelas veias de volta ao coração pela ajuda de válvulas que se abrem e fecham e de músculos esqueléticos (fig. 7) que se (apertam as veias) para que o retorno venoso ocorra (AMABIS & MARTHO, 2004).

Figura 7– Fluxo de sangue em ida e volta ao coração.



Fonte: Disponível em: <<http://www.google.com.br/search>>. **Acesso em:** 16 mar. 2012

Assim distribuídos os nutrientes pelas artérias em todo o corpo humano, o gasto da energia para a nutrição do organismo ocorre de acordo com as necessidades de trabalho de cada órgão e/ou sistema. De uma forma geral os órgãos vitais que gastam mais energia são o cérebro, músculos e rins porque estes exigem mais esforços para garantir a realização das suas funções vitais, sem as quais outras funções não seriam realizadas no corpo humano (andar, transportar nutrientes, excretar resíduos etc.). Entendemos que todas essas funções em de forma rápida são mantidas pelo sistema nervoso, a exemplo da fome que faz com que as células restabeleçam sua composição nutricional, enquanto de forma mais lenta seja mantidas pela ação dos hormônios.

APÊNDICE D – Dados dos alunos

Acreditar e agir



Escola Cooperativista de Central

Mantenedora: Cooperativa Educacional de central – COOPEC

CNPJ 05.481.143/0001-86

Parecer nº 54/2004 – Resolução CEE – 25/2004, D.O. de 13-04-2004

Educação Básica, etapas Ensino Fundamental e Ensino Médio

Praça Cantídio Pires Maciel, 228 – CEP 44940000 – Central-Ba

Professor(a): _____

Data: _____

QUESTÕES ESPECÍFICAS I– MICRO-ORGANISMOS/CÉLULAS (PESQUISADOR)

- 1a) Micro-organismos- Fungos, bactérias... A2- Germes, bactérias. - 1a) A3- células da formiga – micrório b) Formiga, aranha, tatuinho do jardim- ajuda do (P) para chegar ao exemplo: pelo de animal - pulga; cabeça - piolho. A2- esqueci. b) A3- Formiga, fios de cabelo, alvéolos da laranja, piolho, pulga, "pichilinga" c) Micro- ok- (P) e a gente faz como para vê o micro? ajuda do (P) para chegar ao exemplo: e o que a gente fez com a folha e com o corpo da formiga? Cortamos a formiga e? (A)- esqueci tio... A3- Fios de cabelo, alvéolos da laranja...
- 2a) A1- Os macros estão nas plantações, chão, solo... A minhoca é macro e ajuda na fertilização do solo; micro se encontra na pele de animais, em qualquer objeto que você pega; A2- Os micros são importantes também na plantação, fortalecendo o solo, dando condição para plantar e colher; ajuda os humanos: produzir para comer... São encontrados na sujeira... iogurte, queijo, bebidas. A2- Micróbios nos pés juntando na uva para fazer o vinho? P- Sim. A2- Medicina com remédio vacinas... Aquele que faz o teste para ver sintomas; Natureza, limpar o ambiente. A3- Dentro do corpo humano, no pelo dos animais... P- Mas "pichilinga", piolho são macroscópicos pequenos... P- Mas micro na pele, nos pelos de animais e no meio ambiente, como podemos ver? A3- Na poeira, ar, água e alimentos... Alguns micróbios ajudam a proteger o corpo da gente. P- Isto que dizer que alguns micróbios ajudam a proteger o corpo da gente, combatendo os micro-organismos? A3- A professora disse que os micro vivem dentro do corpo da gente que ajuda a combater os que não serve. P- Você sabe exemplo dos que não serve? A3- Eu sei dos que não serve tipo a lombriga. P- Mas as lombrigas são micro-organismos? A3- Sim! Mas dá para ver seus ovos nas fezes, então podem ser microscópicas? A3- Acho que não... P- Você tem a flora intestinal composta por bactérias que ajudam na digestão dos alimentos... Você tem células de defesa e outros micro-organismos que ajudam ao ser humano e à Natureza. A3- A professora explicou que existem alguns micro-organismos que ajudam a as plantas a se reproduzirem e a produzir mais com a fotossíntese. P- Que ajuda é essa? A- Leva alguma coisa para o organismo se reproduzir e fazer a fotossíntese... Ah! Esqueci dos decompositores e também de seres que são usados para fabricação de queijos e iogurtes, bebidas, pães,... Sei o nome de um queijo- Rokforde bastante apreciado... Alguns fungos produzem

remédios- penicilina, "tetrex"... Alguns trazem benefícios porque apenas não causam bactérias nas roupas, mas produzem remédios e tudo isto que falei...

b) A1- Vive todos os lugares, tanto os macros como os microscópicos... Os micros estão aqui em cima dessa mesa e só são vistos quando coloca o microscópio no ar... A2- Eles se alimentam de frutas, restos de animais e de vegetais, restos de comida e a maioria vive no lixo; Quando eles causam doenças nas pessoas e plantas; estão se alimentando, mas se existem bactérias que protegem a gente de outros micróbios, umas que ajudam e outras que não prestam para nada. P- Além dos micróbios, o que mais ajuda a proteger nosso corpo? A3- Defesas do corpo? Ah, esqueci.... P- São os glóbulos brancos. A3- Ah, lembrei: os glóbulos brancos são micróbios; os vermelhos dão a cor ao sangue que crescem se alimentando... P- O menor se alimenta mais ou menos.. O maior tem que ter uma alimentação maior, equilibrada. A menor não tem o corpo tão grande e não consegue tanta comida dentro dele. A3- Eu não sei como o micrório consegue comer se a gente não ver o corpo dele. P- Você acha que o corpo dele é como? Como pode crescer melhor? P- E se ele estiver dentro do nosso corpo, como cresce? A2- Se alimentam do sangue e tecido. A3- Eles dependem da umidade do ar para sobreviver e se alimentar dos outros micro-organismos também... Das bactérias que se alimentam das frutas e de animais, decompondo seres vivos mortos, causando doenças e por tudo isso, eles têm células dentro deles que ajudam no crescimento. P- Mas eles não são as próprias células? Eles têm células menores dentro deles, como um organismo que ajuda eles a crescer... Se reproduzindo rápido... P- Quem vive mais um micro-organismo ou uma formiga? A3- Micro-organismo porque a formiga é um pouco maior. P- Mas se reproduz mais depressa, ele não morre mais rápido? Acho que sim!... Os decompósitores ajudam eles a se reproduzir... A formiga, acho que suas células acabam dificultando a reprodução.

3) A1- Água da chuva e alface bem mais, puxando no alface, tipo umas ranzinhas; cloro- só tinha poucos micróbios... lagoa- joga lixo e tinha um micrório que fazia bem, por causa do lixo, fraldas, "necessidades"... Que fazia bem era a água da chuva que deixava tudo bem limpo... Produz oxigênio para os peixes respirar, senão morreria tudo que está debaixo d'água e eles só vivem em lugares que tem água... As algas produzem o oxigênio e alimento P- vendo o fato lembrou o aluno... Micrório só cresce com a sujeira e da alimentação que muitos, restos de alimentos, animais, esses mofo no pão- os micróbios como esses põem o ovo, deixam dentro do vaso fechado e consegue passar e mudar a cor, umas partes pretas, azuladas..eram eles dentro do pão e se alguém comece ia ficar com doenças tipo diarréia... A3- Água da chuva cai já limpa e quando cai no chão já cheio de bactérias, ou na água da Lagoa da Prefeitura já é suja demais... P- Porque a água da Lagoa da Prefeitura tem mais micro-organismos? A3- Jogam lixo por lá, papel, latinha e a sujeira serve de alimentos para eles. P- Eles limpam a água? As algas que estão lá fazem a fotossíntese e você pode dizer que elas limpam a água? A3- Têm vários tipos de fotossíntese e junto com a fotossíntese a água vai tornando bactérias que não serve... Bactérias que prejudicam... As algas ajudam na produção de oxigênio e limpa o ambiente, tornando a sujeira também o alimento limpo. P- Plantas limpam o ar sujo? A3- Acho que puxam o ar poluído (gás carbônico) e produz o oxigênio.

QUESTÕES ESPECÍFICAS I – MICRO-ORGANISMOS/CÉLULAS (ALUNOS)

1) A1- Cheia de perninha, cabeça, tem comida e resto de alimento que ele comeu; ele tem coração microscópico, sistema em ação em uma pilha... Porque amanheceu tem vários corações? P- Porque o micro-organismo é uma célula só, mas quais mesmo as partes de uma célula? A1- Quase a mesma coisa que a terra e desenhou a com manto crosta e núcleo, definindo cada uma... A2- Tipo um sol dentro de uma terra bem quente... Tem todos os nutrientes estudados em outros experimentos. A2- Eles são parecidos com um grão de açúcar. Eles têm os mesmos nutrientes que tem nos rótulos dos alimentos?! A3- Eles têm várias pernas que ajudam a destruir as coisas. P- São pernas microscópicas... Têm órgãos de reprodução? A3- Tipo larvinhas microscópicas... Tem alimento que serve para produzir outra comida para os vegetais... P- Cada célula nossa tem? A3- Acho que tem, umas nem tanto alimento, nutriente... P- E por quê? A3- Acho que se tivesse não serviria para quase nada no nosso organismo. Ex: flora para o alimento e uma bactéria ajuda a digerir alimento da gente ou o fungo no pão. P- Tem pouco alimento no corpo dele por quê? A3- Para eles poderem digerir mais rápido o fermento do pão. P- E quais causam doenças ao ser humano? A3- Eles causam doenças se alimentando e se reproduzindo dentro da gente. P- Nos micro ou células dentro da gente? A3- Nas células... Vão para as plantas e movimentam no ar para sobreviver... Vão para outro ser vivo. P- Na lombriga é assim?

2) A1- É fácil essa: que usa um aparelho e outro que não usa aparelho- olha no microscópio um corpo maior e forte; ao olho nu, corpo menor e não é tão forte; a célula da formiga por ser mais fina e mais coisa podemos mais ver... A alga, só dá uma mordida pequena e o corpo é minúsculo quanto mais a boca. A3- Acho que os microscópicos são pequenos para entrar dentro da gente com força... A pulga é quase um microscópio e quando vai surgir no sangue é como formiga que vai ajudar a Natureza e os outros seres vivos.

3) A1- Os alimentos deles são diferentes de nós, formiga e bactéria. A2- Micro traz mais prejuízos... Poucos causam doenças e para a Natureza e os decompositores evitam a poluição. A2- A alimentação das formigas é diferente da alimentação das bactérias. A3- Já foi discutida anteriormente.

4) A1- Chuva e alguma coisa lá do céu já vem bem; filtrada tem cloro que mata as bactérias e coisas misturadas, mas o cloro traz coisas ruins (dor de barriga); por bactérias do bem-flora intestinal, mas o cloro mata as do bem e do mal e pode ficar desidratado; água da chuva pode ter alguma coisa que chega a desenvolver micrório; filtro filtra micróbios que são muito pequenos e passam no filtro junto com a água. A2- Por que eles não têm contato com o solo ou ar que são sujos, poluídos; a água filtrada não tem contato com o solo. A3- Água da chuva é própria para não ter muita sujeira e as bacteriazinhas estão lá para ajudar... Água da chuva tem sujeirinha mais bactérias que ajudam nas plantas; a água filtrada já é tratada, mas tem algumas coisas... Elas fazem parte do cloro; na água da Lagoa da Prefeitura encontramos sujeira porque as pessoas jogam coisas e a água fica largada e desenvolve micro-organismos.

5) A1- Não enxergando voando, vão em alimentos jogados fora, fraudas, vento, enxurrada, ar... A3- Das plantas... Passarão a levar as sementes com bactérias e o vento e a chuva levam a poluição para o rio... Jogam nas plantas e se soltam quando acham morada.

6) A1- Tem aqueles que usa a lupa para aumentar. Ex.: O pulgão, a joaninha, a bactéria só vê no microscópio. Deve existir como na lagoa que tem "bichinhos"

demais... A água se mexe e a gente não vê nada. A3- Acho que não... Acho que não também porque todas as bactérias são de uma só espécie pequena.

QUESTÕES ESPECÍFICAS II– MICRO-ORGANISMOS/CÉLULAS (PESQUISADOR)

- 1) A3- Micro e macro com auxilio do Pesquisador (P): pense nas funções... micro=vinho, cerveja e macro? Mas interessante não vê chegando no pão os micros, então eles têm outra reprodução? 1) A3- Nem todos dá para ver no olho nu porque eles aparecem no pão e nas roupas velhas (esporos/pontinhos escuros) guardadas... exemplos de micro: mofo que entra no alimento e se decompõem rápido e não dá para ver; os macro são os dois. P- E os macro como a orelha de pau e cogumelo do jardim... ... ????... Ah! eles ainda vivem dormindo e não têm tempo de se decompor e passa pela pele... Tem a fase de crescimento e depois viram vários macros. A2- Chegando na terra, os fungos ganham força para crescer, reproduzir, precisam da umidade, têm que viver na claridade como enxergar? A boca deve ser pequena, e come como? [...] Tipo uns furinhos no copo, na célula se for micro, chegando perto do alimento. Será qual é o tamanho destes buracos? P- Mostramos figuras das membranas de células.
- 2) A3- Depende da umidade do ar e de outros organismos para desenvolver... Acho que vivem juntos a outro para se desenvolver... Não tenho exemplos...

QUESTÕES ESPECÍFICAS II– MICRO-ORGANISMOS/CÉLULAS (ALUNOS):

- 1) A1- No fermento, dentro do fermento... Esquentar a massa tem alguns fungos... P- E aí, viram num livro? A- Vi numa receita de alimentação... P- Mas se o fermento é o fungo, como é que é a célula do fermento ... A1- Ela é grãozinho, alguma coisa que faz ele crescer, um alimento ou então botaram eles dentro do fermento... P- como fez o pão inchar? O que faz o pão ficar preto? A- Têm uns rins que estragam os pães... Todos os seres microscópicos não são iguais... Eles variam na forma, que não dá para ver, redondinhos, "piquitinhos". A3- Leveduras, bebidas e fermento para o pão. Eles têm pouca habilidade de crescer e por que coloca o pão no forno? P- Isto é próprio para liberar algumas coisa que faz o pão crescer... É o gás carbônico. A3- Eles dentro então liberam alguma coisa como o gás carbônico que em troca puxam alguma coisa para dentro do pão... São outros fungos que estragam o pão... P- Você conhece as diferenças entre cogumelos e plantas? A3- Nenhum fungo pode ser uma planta porque tem fungos que ajudam outras plantas, devolvendo o alimento para elas (pesquisa extra recomendada pelas professoras). P- Como o fungo ajuda a devolver o alimento para o solo? A3- Acho que tem força para devolver porque pegou da natureza!

2) IDEM - 2 Já contemplada.

- 3) A1- Fermento... Os fungos maus tiraram o fermento do pão; eles crescem deixando o pão preto... P- Atacam só de um lado do pão? A2- Crescem na parte mais escura e vai crescendo... E o fermento se mistura com o pão e isso faz virar o pão... Fermento um "pozinho" que já é misturado com a massa... Por isso parece um "pozinho" P- O fermento são substâncias retiradas do fungo (uma espécie de estrato) que ajuda na digestão do açúcar da massa de trigo que é usada para fabricar o pão, bolo etc..

- 4) A2- Meses porque o corpo é muito pequeno. A2- Menos de 2 meses porque eles comem a massa e se reproduzem. A1- Os que crescem mais rápido é porque

comem mais comida... Quanto mais comida, mais eles crescem... Vivem uns com mais comida fazendo o ciclo mais rápido... Vivem menos que uma formiga etc. ... A formiga vive mais porque tem mais nutrientes, corpo maior... A2- Não é porque é grande que tem mais nutrientes, é porque tem uma vida mais ativa e não ativa também. A3- Vem do ar e pega a gente desprevenido e os alimentos não guardados se estragam, dando força aos fungos para se reproduzir...

5) A1- É do tamanho de um grão de açúcar ou de sal a bactéria; A2- Não realiza a fotossíntese... A3- Quando o alimento não é próprio para eles, eles se decompõem... Acho que por isso pouco tempo de vida. A3- Eles não são vegetais porque não fazem a fotossíntese...

6) A1/A2/A3 Desenharam pequenas e grandes células. A3- Acho que tem células dentro dele... Tem órgão reprodutor dentro dele... Micro tem dentro dele bactérias, larvas e alimentos, restos de nutrientes... No inicio, o fungo do pão estragado é como se fosse uma bactéria e após se reproduzirem, ficam parecendo "fiapos" de algodão...

QUESTÕES ESPECÍFICAS (PESQUISADOR)

III– MICRO-ORGANISMOS/CÉLULAS

1) A1- Certo- Há diferenças entre micróbios e macroscópicos pequenos e macro grande... A1- Acho que milhares. P- Se for uma bactéria? Poucas... Uma só se for uma bactéria... Mosquito, mais... 10 ou mais a depender do tamanho.

2) A2- Idem; A1- A planta de diferencia da alga porque é grande e é cheia de galhos...A2- A planta maior traz a modificação na célula- A1- A maior quantidade de célula faz o organismo maior e que sustenta a árvore... A2- são os nutrientes que fazem elas serem maiores... P- Mas se você pegar uma planta com 10 células e outra com 100, a que tem 100 células vai ter mais nutrientes. A1- as duas são iguais... P- Então, o Anão X Gigante; as Células de um Velhinho X Criança, como é que fica? A1- As células tem umas que servem e outras que não servem. P- E as que não servem? A1- Elas ficam se decompondo como uma bactéria. P- Por quê? A3- As formigas vivem debaixo da terra onde estão certas bactérias e outras que não são formigas por exemplo.

QUESTÕES ESPECÍFICAS III– MICRO-ORGANISMOS/CÉLULAS (ALUNOS)

1) A2- São pequeninas, mas depende da parte do corpo... Se nascer sem o rabo há menor quantidade de células... As da cabeça é igual às do pé... P- Mas a sua cabeça é igual ao pé? A2- Então, a cabeça tem mais células porque precisa ajudar os olhos enxergar? P- Se a cabeça é diferente dos pés, das mãos, e a células como serão? Devem ser diferentes então, mas não sei explicar... A1- A pessoa adulta tem mais células porque é maior e precisa de mais células... IDEM A2/A3

2) A2- Não sendo diferentes não implica ser mais forte... A1- Porque espécies diferentes pode ter forma diferentes... Milho X Pessoa. A1- Elas se desenvolvem crescendo, se dividindo... As células ajudam a ficar mais fortes e não prestam... Ficam diminuindo... Ficam mais velhas; A1- Mesma idade 02 cachorrinhos se tiver outro igual é a mesma quantidade de células. P- Se for maior e da mesma idade? A3- O que for maior, tem mais células. A3- E espécies diferentes como Cachorro X Gato? P- Tem que ser da mesma espécie para fazer essa relação. P- Mesma espécie o que muda é o número e não a forma celular, pois se retirarmos as células deles (pequeno corte superficial), as células que se formam no local ficam da

mesma forma e tamanho. Ex.: Planta X Gato A1- Ele pode viver na terra e fazer um monte de coisas;

3- A1- Células ficam mais fracas, indefesas, sem a proteção... A1- As células aumentam porque o corpo precisa de muitas células para se recuperar. As células ficam doentes? P- Elas quando são destruídas, o organismo sadio produz muitas outras células para recuperação do organismo.

4) A1- Comparou uma pessoa velha x nova... Espécies diferentes crescem mais e outras menos, tipo Pastor X Cachorro pequeno... A2- Boi X Cavalo afirmando que não tem a mesma quantidade de células... Por causa da quantidade de células que cada um tem. P- Como é que e isso faz serem diferentes os organismos (Cavalo X Ser Humano)? A1- Acho que o cavalo é maior que o ser humano porque possui mais células.

QUESTÕES ESPECÍFICAS IV– MICRO-ORGANISMOS/CÉLULAS (PESQUISADOR)

- 1) A1- A formiga tem muitas células e a célula só tem o corpo dela.
- 2) A1- Dentro das formigas tem as células e o coração delas... Acho que tem tipo um corpo que tem várias partes, como o intestino que ajuda ela não se decompor e nutrientes? Esses nutrientes vão para o corpo dela... P- E como acontece? A2 Acho que quando se alimenta tem nutrientes para elas. Macro pequeno se refere ao que tem fora dela para saber.... E micro, acho que com uma régua pequena que tem poucos Cm. Alguma pessoa pode saber. Uma célula a gente não vê ao olho nu... A gente vê no microscópio como se fosse com uma régua microscópica que ele faz medida. Com a ajuda do microscópio dá para ver quase as mesmas coisas que o ser humano precisa para sobreviver (nutrientes e materiais). P- Por que você diz isto? A3- As células são muito sensíveis e precisam de mais coisas que não tem no corpo humano .

QUESTÕES ESPECÍFICAS IV– MICRO-ORGANISMOS/CÉLULAS (ALUNO)

- 1) A1- Ela fica igual a nós e começam como uma célula e vai se desenvolvendo... o ciclo vital segue... A formiga é maior milhares de vezes. P- Como assim? A2-???? O Pesquisador comparou o esquema de uma célula X Formiga e perguntou se os pelinhos das pernas da formiga era do tamanho das células mostradas; depois demonstrou pelinhos da pata X células ainda nos esquemas... A2- No "ovinho", a formiga é uma célula... Pelo tamanho... Vendo as partes de uma formiga. P- A parte da formiga é a célula e aí essa célula dentro de uma parte da formiga, como isso é pode acontecer? A2- Alimentando/nutrindo... Microscópicas mais avançadas, mais força as novas e microscópicas comuns são maiores... P- A célula da formiga é maior do que a célula da bactéria...outra maneira de saber é através dos reagentes...a gente não ver, mas se sabe que ela está no lugar? A2- Ah, é como uma espuma de água oxigenada. P- A comida estragada contém bactérias/micróbios diversos; as bactérias ficam entre a "massinha" que fica nos dentes e provoca cárie. A1- E a febre vem de onde? P- O organismo reage ao ataque de vírus, bactérias e fungos causadores de doenças e esforço realizado para combater esses parasitas faz a temperatura do corpo aumentar. Essas questões já passam a exigir provas mais concretas e algumas maneira de se explicá-las pode ser usando a função deles, as gravuras dos livros, a ilustrações dos alunos, analogias... Um aluno comparou a célula com a terra (regiões), sendo que o DNA fica na localizado na

região central e os nutrientes ficam nessa região e demais partes da célula. A1- Comparou uma célula com um amido (grão) até porque um dá para ver e outro não (célula/micro-organismo). A2- Os micro-organismos é medido pela força do microscópio, ou seja, é o microscópio que o torna visível.

2) A1- A terra pode ser comparada com uma célula... temos que botar ela nos microscópio para ser vista; A2- Pegando o conteúdo dela para ver. P- Ver o que, alguma coisa no corpo dela? A2- Resto de alimentos/nutrientes. A2- Dá para ver as partes de uma célula macro como o "gominho" da laranja? P- A "lacerdinha" dá medir com a régua?

QUESTÕES ESPECÍFICAS I– PLANTAS (PESQUISADOR)

1) A1- Se a planta não tiver luz e oxigênio, ela não cresce... Vai se desbotando, murchando, caindo os galhos devagarzinho com o vento (ar)... Troca gás carbônico e oxigênio. A2- Precisa de todas essas coisas para sobreviver... Porque se colocar dentro de uma sacola fechada, ela vai morrer... O ar ajuda ela respirar e a luz dá energia para fazer as outras coisas que ela precisa para sobreviver.

2) A1- Lá dentro tem um "motorzinho" que renova o ar... O gás carbônico entra no "motorzinho" e sai o oxigênio... Assim, por toda a vida. A2- Mas a clorofila não é quem faz isto? P- Mas clorofila é quem segura a luz. A1- O gás tem uma espécie de força que ajuda a planta a se manter viva. A2- Tem "buraquinhos" que facilitam o ar entrar e sair... Eles só podem ser observados com o microscópio e na transpiração quando estamos embaixo de uma árvore, afirma A1. A2- Entra um para sair o outro gás... Acho que a planta respira para manter o ar... E a respiração ajuda a planta a crescer. P- O alimento vem de onde, então? A2- Vem da folha... A folha produz a água, tipo de semente e o fruto é o alimento.

QUESTÕES ESPECÍFICAS I– PLANTAS (ALUNOS)

1) A1- A luz dá energia para ela manter respirando e fazendo a fotossíntese... Tipo nós precisamos de comida para trabalhar... Ela absorve a luz, fica mais forte e faz melhorar a transpiração e o crescimento dela. A2- A luz a trai a planta e ela vai acompanhando a luz e ganha mais energia e termina a fase de crescimento dela... Entra novamente e depois que vai para todas as partes ajudar a realizar as suas funções... É a energia que recebe para crescer... A água vai junto e depois faz uma reviravolta indo para natureza e voltando sobre a forma de chuva.

2) A1/A2/A3- Tudo certo e é a luz do sol que faz a fotossíntese acontecer só de dia.

3) A1- Respiração só quando as folhas estão em movimento. P- E se ela estiver parada? A1- Ah! Ela respira de qualquer jeito, mas em movimento acho que respira mais... Ela não está doente, está boa e com frutos está respirando... Está também fazendo a fotossíntese. A2- Ela pode também estar com as folhas caídas, tipo no inverno e ainda respira, mesmo a gente pensando que ela está morta... P- Como isto ocorre? A3- Entra na terra, vai pela raiz até chegar ao caule ou entra por uns "buraquinhos" que tem no caule que o professor falou na aula.

4) A1- Uma parte abre e facilita o ar entrar e sair da folha do vegetal. A2- Pode viver mesmo as folhas caindo tem o direito de fazer a fotossíntese... A1- Todas devem ter para ficar vivas. A2- Tem clorofila as Plantas não verdes? A3- Idem A1. A1- Elas têm uns "pontinhos" de cores diferentes, como explicou o professor nas nossas aulas. Ex: Ipê rosa, branco, vermelho...

5) A1- Causa que todas tem de respirar mais... São maiores e precisam de mais oxigênio. As menores não são tão fortes. A2- As plantas que não tem folhas precisam respirar mais para poder novas folhas crescerem. Ex.: Vegetal com folhas X Vegetal sem folhas.

QUESTÕES ESPECÍFICAS II– PESQUISADOR

1) A1- Bate na flor... Ajuda a planta a desenvolver e a ficar mais forte. Primeiro: ela vai crescer sozinha que precisa da luz do sol. A2- Dá mais energia... A luz que atrai a planta... Que corre atrás da luz ajudando ela a crescer... A planta puxa a luz até ficar no seu tamanho ideal que ela precisa para viver. A3- A luz dá força para a semente brotar e o vegetal crescer.

2) A1- Absorvendo o calor e fazendo a fotossíntese. A2- Isto ocorre quando a planta está na terra... A luz bate e vai crescendo... Aos poucos, as minhocas também ajudam o "filhinho" a crescer a partir das suas células (pequena planta). A luz joga alguma substância para ela crescer... Essa substância mais energia e clorofila dão todas as coisas que a planta precisa para viver... Vai para todo corpo da planta e faz crescer quando chega na folha... Ela sai e vai para outras plantas para a raiz.

3) A1- A força é mais rápida por conta do sol e dentro tinha poucos "buracos"... A2- Caixa Fechada (em contraste) x Caixa Aberta: a luz é pouca na caixa fechada e ela precisa buscar a luz para sobreviver.

4) A1- Regar.. Usam nutrientes e a terra e depende de si próprio. A2- Deixar num local alto e deixar a parte do fundo para a raiz encontrar os nutrientes...na Natureza com a sua forma própria. A1- Exemplos: plantas embaixo de pés de siriguela... Elas crescem para buscar luz... A2- Se forem áreas coladas umas nas outras, as plantas também ficarão fininhas...P- Elas gostam de pouca luz e recursos, mas se o número delas aumentar, só as mais fortes sobreviverão. A3- Tem plantas que precisam mais dos nossos cuidados [...] As que vivem na Natureza são fortes e precisam de menos cuidados.

QUESTÕES ESPECÍFICAS II– PLANTAS (ALUNOS)

1) A1- Cresceu primeiro dentro caixa com mais sol... Sobreviveu para não morrer... Fora da caixa, elas ficaram menores e mais duras para a chuva forte não derrubar. a presença do pensamento finalista é constante nas crianças da COOPEC.

A2- Dentro da caixa não vai ser forte porque terá menos nutrientes.... Por causa da luz, a de fora já tinha sol e não precisa desenvolver tão rápido. P- Menor e forte, elas ficam? A2- Desde que nasceram já tinham sol e nutrientes.

2) A1- Usou a terra... Sais minerais porque no algodão cresce mais, germina? As raízes pegaram os nutrientes mais a água e tem tipo uma "mangueira" usada para transportar os sais e levar para todos os galhos que estão ligados ao caule... Os galhos ficam mais forte e produzem seu alimento... Tem uma força na raiz que contribui para a reprodução. A2- Comparou o transporte de substâncias no vegetal com um "canudo" fechado.... P- Mas como, se a planta transpira? A2- Se não houvesse abertura no tubo, a água iria ficar no meio do caule

3) A1- Alimenta as células, mas os dois gases ajudam do mesmo jeito... Ela tem que produzir o oxigênio senão, como vai respirar?... O oxigênio serve para bombear o gás carbônico e a água... Faz um impacto... Puxa para cima os sais minerais e ajuda nas energia negativa... Lado composto/oposto e se ficar do mesmo lado vão soltar e água desce no tubo que tem dentro da planta. o gás carbônico serve para produzir o

alimento dos frutos. P- Quais nutrientes fazem parte do fruto? A1- Acho que água, açúcar, sais minerais, proteínas e substâncias que dão energia para ele. A2- Tipo de nutriente que dá força para a planta crescer... O gás carbônico se transforma em alimento e a planta solta o oxigênio... Ela produz o alimento que serve de nutrientes e o oxigênio necessário para ajudar no gasto de nutrientes e ainda limpa o organismo, jogando para fora o gás carbônico. A3- Os mesmos nutrientes que elas precisam para crescer. Elas pegam alimentos da terra e do ar e conseguem fazer a fotossíntese para viver.

4) A1- São adaptadas para crescer 10 m., outras 1m., 2m... Tipo os humanos tendo a mesma idade... Puxando o pai que pequeno como o mesmo ele ou alguém da família... Ou então, Deus já criou assim. A2- Cada uma tem o seu tempo de germinação... Germinam mais rápido, crescem mais rápido, mas a posição que elas nasceram embaixo e tortas procurando o sol... Alguma retira o nutriente de outra planta... Ou então não precisa de tanto sol (A1). A1- Para planta crescer no algodão, a água e sol são as condições. A3- Cada planta tem seu jeito de pegar seu alimento na Natureza... Algumas gostam mais de sol que outras e tem mais força para crescer P- Mas como a planta consegue viver nos próximos dias? A1- Tipo os humanos... Um bebê pequeno só bebe leite... Um bebê na barriga da mãe e que acabou os nutrientes e ele tem que sair, nascer... Então sem água a planta depois de alguns dias tem que ser mudada para a terra que dará para ela os nutrientes. P- Porque nos primeiros dias ela pode viver sem a terra? A1- A plantinha ainda é frágil e depende da semente para se alimentar... É tipo que vai crescendo e quando chega aos 18 anos tem que viver sozinho.

5) A1- Sombra... Mudar o crescimento, buscando o sol. Adaptados... Oxigênio da água... Recebe o sol que bate na água... A luz atravessa e vai até a planta... Dá alimentos aos peixes. P- Até quantos metros? A1- Depende da profundidade... Muito no fundo, não (A2). A2- As algas também são plantas? A3- Depende da planta e do tipo de água.

6) A2- Cada um retira seu alimento de um jeito... Tem sua forma de viver... A2- Adaptados a depender do sol, nutrientes e solo. A2- Ei Professor só dos nutrientes, do mais e aí? Não existe por onde o sol não bate? P- Como é a questão dos pólos nas plantas pequenas, ou seja, que facilita o transporte de substâncias da raiz para as folhas? A1- O gelo cobre e tem pouco sol, por isso ela é pequena... Pouco gelo em cima e o pouco sol vai derretendo... Pouca fotossíntese... Mas quando tem um pouco de sol, temos um pouco de água também porque o gelo vai derretendo.... A2- Isso faz as plantas crescerem mais, por quê? A1- Porque da fotossíntese a planta retira seu alimento e vai crescer ainda mais... A3- Ela não cresce porque o gelo não deixa a raiz absorver as substâncias do solo ...

7) A1-Geram uma verde e outra azul... Reproduz e as folhas e uma puxam mais água e sais. A2- Pode ser diferente porque cada uma tem suas características. P- como é isto? A1- A planta se reproduz e fica com cores diferentes. A2- Roseira reproduz e a folha fica de outra cor. A3- A planta ganha essas cores da natureza; P- Existem outras substâncias que dão cor as plantas, ai eles lembraram da experiência com o anil.

QUESTÕES ESPECÍFICAS III– PESQUISADOR (PLANTAS)

1) A1- As substâncias entram pelas folhas e sobe pelos "tubos" maiores que se dividem em tubos menores que só podem ser vistos no microscópio ("tubinhos" e aberturas no final deles) vegetal.

2) A1- Disse que tem que podar as plantas na hora certa para evitar a perda de água pelos "tubinhos". P- Como funcionam os tubinhos? A poda atrapalha na função deles? Ex.: copo com água e o canudo fechado é igual a planta retirando água do solo após a chuva. "Ao abrir o canudo a água sobe, depois de ter sido pressionado com o dedo"... Ele relembrou da experiência com o copo de leite... anil. O alimento sobe para a copa do vegetal pela força dos "tubinhos"... A3- Eles sugam a água do solo com a força da transpiração, tipo uma pessoa suando e tomando água.

QUESTÕES ESPECÍFICAS III– ALUNOS (PLANTAS)

- 1) A1/A2- Por que não dá para ver ou provar que existem os tubos que levam os nutrientes para as folhas?
- 2) A1/A2- O vermelho se a roseira depende da cor.
- 3) A2- Tubo que sobe e que desce com a ajuda do ar tipo fios negativo e positivo. Há um ligamento fino que desce e outro que sobe nas plantas. A água e os sais minerais da terra sobe pelo canal mais grosso... A fotossíntese produz os alimentos "finos" que desce pelos ligamentos finos para todo o corpo da planta. A2- A falta de mistura é tipo uma pororoca, como no Rio Negro e Solimões... Ondas verticais que vão e voltam no corpo da planta... É como o sangue que anda nas nossas veias.
- 4) A1/A2/A3- Funciona usando o oxigênio e puxando o gás carbônico. Elas entregam o alimento e oxigênio para o meio... O gás carbônico é jogado dentro da folha, entrando pela boca ("aberturinhas" microscópicas) e dentro da folha serve para a fotossíntese.
- 5) A1- Elas vão morrer... Algumas que vi algumas plantas cortadas pelo caule. Ex.: Roseira... A2- A maioria não e as árvores da rua... As pequenas são menos resistentes. P- Por que não falta nutrientes? A3- Depende do solo... Se não plantar no mesmo momento vai murchar. P- Temos 2 situações, envolvendo plantas pequenas: Com muitas folhas, as plantas morreram pela diminuição dos nutrientes; Com poucas folhas, vivem porque precisam de menos nutrientes. Em situação correta, sem água, sais e outros nutrientes teria mais dificuldade de se adaptar... Fincar a raiz no solo, a planta com mais folhas. Se eu tenho mais folhas na copa... Ela vai perder mais água, respirar e fazer a fotossíntese? Então, por que ela morre? A1- Mas a planta grande não morre. A2- A grande já está adaptada e a pequena vai perder muita água. A2- O leite sai de um caminho e quem produz é planta através da fotossíntese... A1- Da seriguela sai um gel, o que é ele? P- É uma forma de defesa... A1- Ele é produzido na folha e vai para o caule... Ah! Algumas plantas espinhosas produzem sua substância no caule... P- No espinho? A1- O espinho não é adequado para a fotossíntese e não é adaptado para proteger e segurar a água. A2- A proteção destes vegetais que a folha são espinho transformados e o caule tem água como reserva... Deve ter alguma coisa lá dentro dele, nas células para segurar tanta água.
- 6) A1- Ele vai receber a água e junto com ela, os nutrientes, tipo a pessoa quando passa dias sem comer...vem a comida e ele não morre. P- Se o vegetal tiver seco, como aqueles que vivem na caatinga? A1- Não porque ele já guardou água quando estava chovendo para aguentar o tempo seco... Tipo um filtro que segura a água e vai dando para a planta um pouco todo dia para que ela não morra de sede. Planta Regada/murchar X Filtro X Pessoa com fome parece compor analogias estrutural e funcional na sequencia. Ex.: apresentado pelo pesquisador: caule do umbu (barril)

chamado de "cuca de umbu". P- Mas se a planta não tiver espinhos? A1- Elas têm que ficar sem filtrar para poder alimentar todas as folhas... É tipo uma proteção para ela não morrer. A2- É a aparência dela! A3- A planta precisa de água e também do alimento que ela guardou no verde.

7) P- Chapeuzinho é feito de quê? É para proteger do sol, mas vive embaixo da terra!? A1- Tipo os vasos para colocar as plantas... Tem um furinho para passar as substâncias. A2- o "Chapeuzinho" tem um "furinho" para poder a água e sais minerais entrarem na planta... P- Mas as substâncias entram na planta por uma região da raiz acima do "chapeuzinho", conforme mostra figura... Sabemos que ele está em contato com o chão duro, quente, cheio de bactérias, fungos e outros parasitas, então para que serve o "chapeuzinho"? Se você for mudar uma planta e retirar os "pelinhos" que ficam na raiz acima do "chapeuzinho", ela vai sobreviver?

8) A2- Pelo caulezinho ligando a planta. A2- Pelos "tubinhos" que existem... nutrientes para formar a semente, a fruta inteira... As partezinhas bem pequeninas através da fotossíntese. P- Se arrancar o "chapeuzinho" (coifa) na muda, ela morrerá ao ser transplantada? A1/A2??

9) A1- Água e nutrientes formam uma "usina" e precisa de água para encher... Precisa encher no tempo de chuva para usar no período de seca... P- E a melancia, como funciona isto nela? A1- A melancia pega água para fazer os nutrientes... A2- Conforme vem se alimentando a planta... Depende: a água passa diretamente um por um "tubo"... A parte do alimento vem da folha... A3- Os "tubinhos" levam para a folha... Próxima, mas a planta não tem coração, ai eles sobem sugados pelo suspiro, aquelas "aberturinhas" que vimos no microscópio, por onde entram e saem os gases para respiração e fotossíntese... Transpiração também...

10) A1/A2- Tipo um "soro" ... A planta absorvem água junto a outras substâncias

QUESTÕES ESPECÍFICAS IV– PLANTAS (PESQUISADOR)

1) A1/A2/- Sim.

2) A1/A2- Serão menores como? P- Se na folha que observamos, você vê as "nervurinhas"? A2- Eles engrossam e afinam... Na raiz, os "tubinhos" são finos; no caule, grossos e na folha, eles afinam.

P- São abertos por conta da suspiro que puxa a água pela pressão e isso permite as trocas gasosas e isso ocorre por qual razão? A1- Para pode absorver os nutrientes na direção raiz e folha onde estão as aberturas dos "tubinhos". A2/A3- Idem.

3) A1/A2- Sim, porque são os estômatos que sugam a água para subir... A2- Eles se abrem como se fossem umas "aberturinhas" microscópicas que são...

QUESTÕES ESPECÍFICAS IV– PLANTAS (ALUNOS)

1) A1/A2- Ela precisa de uma quantidade exata... Muito cheia, ela não vai aguentar o próprio peso e se não receber, fica com sede e morre... Por isso tem que se ter várias plantas num local para absorver a água. A1/A2- Estas estruturas fazem parte do corpo delas. P- São os vacúolos (bolsas microscópicas)? A1- Sim e pode acabar água se o chão ficar seco demais... A2- Então, o vegetal armazena a água nessas "bolsinhas" que fica dentro do fruto? P- O caroço também fica no fruto e como os nutrientes chegam aos frutos?

2) A3- Tipo umas "veinhas" que ficam alguns outros nutrientes que já vem das folhas... fruto? A água busca outros nutrientes quando sobe pela raiz. P- Os nutrientes? A3- Tem haver com a fotossíntese... Acho que sua raiz busca um doce

para dar para fruta... A2- O caule solta sua substância para ajudar o açúcar subir para ao fruto e onde é produzido o açúcar... O leite quando sai deixa o açúcar armazenado no caule. P- Se você bebe várias vezes água durante o dia, você precisa armazenar essa água em algum lugar? No animal essa estrutura é menor? A2- A planta precisa de mais água porque o animal já pode buscar água e a planta não... Por isso ela precisa armazenar mais água... No tempo seco, o vegetal armazena outros nutrientes e água.

3) A1/A2/A3- Porque quando chove, ele absorve a água e o espinho não deixa a água sair... ele se alimenta da água que guardou.

4) A1/A2/A3- No caule tem um "bucado" de vasos apropriados para armazenar a água.

5) A1/A2/A3- Pelos "tubos" que estão nas raízes, caule e folhas.

6) A1/A2/A3- Fica no meio da planta, e vai ficando mais fino como um canudo que chega até as folhas. P- Na hora de os nutrientes de descerem pelos "canos" finos para alimentar o caule e raiz da planta é fácil? A1- Vai jogar alguma substância no caule e desce devagar sem causar danos, uma platinha/peneirinha que vão segurando as substâncias que vi no microscópio e nos desenhos dos livros que o professor mostrou para nós, mas como organiza isto dentro da planta? P- Numa árvore de 100 m., quantas peneirinhas tem? A2- Muitas? Porque são muitas vezes subindo e descendo? P- Quando se realiza um anel (cintamento) numa planta, sendo este completo (ao redor do tronco), mas superficial a planta morre; se este for profundo e incompleto, a planta vive. Que vasos são atingidos? Que seiva a planta perde no caso do anel superficial? A1- Por que ao retirar o produto da seringueira, ela não morre? Como faz para a seiva subir até as folhas de uma árvore tão alta?

QUESTÕES ESPECÍFICAS I– ANIMAIS (PESQUISADOR)

1) A1- Alimentar, encher as células de nutrientes, crescer; A2- Os nutrientes fazem crescer fortalecendo e enchendo as células de mais nutrientes. P- Ela enche de nutrientes, gasta os nutrientes e cresce e depois fica menor, ou cresce e fica de que tamanho? A1- Ela cresce se reproduzindo pelo "pozinho" (filhote); A2- A mesma explicação imediatamente.

2) A1- Vivem sem nutrientes e sem comer não poderão se dividir em duas células para se reproduzir como, a explicação do pesquisador em sala de aula. P- Eles conseguiram os nutrientes como? A1- Pela umidade, restos de animais e uma planta retira os nutrientes do solo... P- A célula consegue o nutriente como? A1- Pelo gás carbônico, água, sais minerais e fotossíntese... P- E célula de um animal, consegue como o seu alimento? A1- A parte boa vai para o resto do corpo quando o animal se alimenta e a ruim para o vaso sanitário. A2- Cresce para poder se reproduzir e se dividir em 02 células.

QUESTÕES ESPECÍFICAS I– ANIMAIS (ALUNOS)

1) A1A2/- As células dependem do alimento...

2) A1/A2- As células do anão e do gigante são do mesmo tamanho, mas o gigante tem mais células porque ele é maior.

3) A1- Cresce para se reproduzir como no catarro e um corte que se fecha; A2- Pelos nutrientes de cada uma.

- 4) A1/A2- Água, sais minerais, açúcar, gordura, proteínas... Quem tem gordura é mais fácil cicatrizar. P- As células do corpo têm a mesma quantidade de nutrientes? A1/A2- Sim porque elas formam o corpo e esta quantidade está no livro em percentagem.
- 5) A1- Algumas morrem... A2- Imune às bactérias e diminuição de células... A1- Não desenvolve porque as células não têm nutrientes suficientes para crescer, ou não se alimentam bem porque comem alguma coisa estragada.
- 6) A1/12- Fica sem força e morre sem os nutrientes.

QUESTÕES ESPECÍFICAS II- ANIMAIS (PESQUISADOR)

- 1) A1- Precisa de alimento de forma normal para que as células continuem trabalhando muito... Se alimenta menos vezes, as células vão ficando fracas... Por isso é que o povo se alimenta 03 vezes por dia... Se a pessoa trabalhar muito tem que voltar a se alimentar bem e isto tem que ser de acordo o trabalho do organismo... Se o corpo ficar fraco, as células ficam fracas, por isso tem que comer direito para ficar sadio. A2- Bem por que as células tem que se alimentar da forma que precisa para ficar sadio... P- O que os nutrientes fazem no seu organismo? A1- Ajuda no crescimento enviando nutrientes para outras células fortalecer; A2- Alimenta das células e deixa a gente mais imune as doenças... P- A gente tem que comer bem, pois se comermos muito poderemos ficar obesos, ou se comermos pouco, poderemos ficar doentes. Precisamos nos alimentar no tempo certo e na quantidade certa, ok? P- Os nutrientes ajudam no crescimento e são distribuídos no corpo para ajudar na funcionalidade de todos os órgãos, todas as células, como respirar, digerir, excretar..., ok?
- 2) A1- As células são pequenas e o alimento tem que chegar bem pequenino... É difícil separar o bom do ruim. P- Isso trará doenças? A1- O ruim leva mais tempo para separar. P- E isso é ruim? A1- Fica mais tempo no estômago; A2- Mais difícil de as células se alimentar e se não se alimentar direito, as células não terão a proporção necessária de nutrientes. P- Não é bom acumular os nutrientes entre as células, ou seja as sobras que as células não precisam porque isto pode engordar ou trazer doenças. A1- Tipo um gesto de pedir ajuda, como o estômago roncando; A2- O organismo com fome, as células vão querer se reproduzir e precisam se alimentar... A1- No caso da planta, ela sente fome e isso é percebido quando as folhas vão caindo... elas ficam fracas, sem nutrientes e não fazem a fotossíntese e por isso ficam doentes, até morrer. A1/A2/A3- As células são pequenas demais... Os nutrientes são muito grandes e cada "partinha" de nutrientes vai para uma célula... Sentimos fome por falta de nutrientes e as células adoecem, reclamam e a gente fica com fome... Uma planta quando sente falta de clorofila ou tipo de nutriente, por exemplo, que ela precisa como a água... Pólen para se desenvolver...

QUESTÕES ESPECÍFICAS II- ANIMAIS (ALUNOS)

- 1) P- Elas não estavam se alimentando direito (pouco), e, por isso, acabavam morrendo? A1/A2- As células adoeceram por terem mais espaço nelas sem os nutrientes. e pegarem vermes. A2- Faltou higiene e o açúcar é o alimento que faz dar vontade de comer... Acaba o organismo pegando do outro, doenças. A1/A2/A3- Precisam de nutrientes dos alimentos e se não consegui, cria doenças como diabetes... Açúcar tanto estraga como ajuda a causar doenças... Açúcar tem seus nutrientes, mas dão vermes no nosso corpo...

- 2) A1/A2- Alimento é o que a gente come e nutriente é o que vai para a célula; alimento tem o nutriente dentro dele. A1/A2 /A3- Alimentos são os nutrientes que eles tem por dentro.
- 3) A1- A urina é amarela porque vem do resto de água e alimentos transformados, mas não entendo porque sai branca e sai também amarela... Acho que precisa comer um pouco de cada alimento para ajudar as células que fazem a urina e também para ajudar o organismo ficar bem. A1/A2/A3- Tem alguma coisa dentro da gente e quando bebe e não ajuda como a água contaminada, sai o resto do que a gente comeu...
- 4) A1/A2/A3- A saliva deu alguma substância para o alimento e fez alguma transformação para ele ficar assim e ajuda na digestão dele.
- 5) P- A saliva digere porque tem enzima, lembram? Veja as 3 situações experimentadas, logo tendo mais saliva, mais amido, teremos melhor digestão? A1/A2/A3?
- 6) A1- O açúcar que adoçamos o café é mais forte (estrutura) do que a massa de trigo, já é mais difícil sentir; A2- É mais fraco na farinha de trigo e no café é mais forte. P- O café adoça e a tapioca não... o grão dá mais gosto. P- E se fosse o mel? A1/A2/A3- Não sei a diferença... P- E se a célula vai ficar mais tempo digerindo? A1/A2/A3- A maior tem mais nutrientes e se o açúcar já foi colocado, mais coisa para ficar assim e açúcar é produzido pela Natureza. P- Há diferenças entre amido e açúcar comum? A1- O açúcar que adoçamos o café é mais forte (estrutura) do que a massa de trigo, já é mais difícil sentir; A2- É mais fraco na farinha de trigo e no café é mais forte. P- O café adoça e a tapioca não? A3- O grão dá mais gosto P- E se fosse o mel? A1/A2/A3- A maior tem mais nutriente e se o açúcar já foi colocado, mais coisa para ficar assim e o açúcar é produzido pela Natureza. P- E o açúcar fino e açúcar grosso, qual chega mais fácil ao organismo/célula (digerido mais fácil)? A1/A2/A3?

QUESTÕES ESPECÍFICAS III– ANIMAIS (PESQUISADOR)

- 1) A1- Sem o coração, os outros órgãos não teriam sangue: o pulmão, mente e todos eles... O cérebro não conseguiria mexer e assim não poderíamos pensar... O sangue passa pela coluna vertebral que passa para outros lugares no corpo. A2- Eles têm as células mortas, como as células que não se reproduzem e morrem... A3- Pelas veias que levam energia para o nosso corpo... O sistema nervoso ajuda as veias a levar o sangue... Eles vão com as veias para levar o sangue para o cérebro. A2 discordou da informação prestada por A3 e A1 concorda com A2. A2- O coração bombeia sangue para o pulmão, tira o gás carbônico, o sangue vai para o cérebro porque quando a pessoa morre, se o coração para, se o cérebro ainda tiver ativo, a pessoa fica viva. A1- Se a pessoa levar uma pancada na cabeça, se não morrer, só não consegue se movimentar, então o coração e o pulmão são mais importantes? A3- O cérebro e o coração. P- Quem controla todas as partes do corpo, é o coração ou é o cérebro? A1- E se a gente ficar em coma, como os órgãos ficarão funcionando? P- A gente fica imobilizado, sem saber das coisas, mas os órgãos ficam funcionando... Isso quer dizer que há uma interdependência (ajuda) entre as partes do corpo, mesmo que não dependa da nossa vontade. Como é o nome dessa parte (órgão/sistema) que controla nosso organismo? P- Eles quem? A1/A2/A3- Os nutrientes. A1- Por meio do cérebro que controla todas as partes do corpo. Vi isso nos livros porque gosto muito de pesquisar. A1- Eles ajudam ao cérebro a controlar

tudo. A2- Alimentos dão nutrientes para contribuir com o crescimento e ajudam a manter os nutrientes no organismo. A3- Porque depende dos nutrientes dos alimentos que a gente come e quando comemos a digestão ajuda no organismo, dando os nutrientes para ele.

QUESTÕES ESPECÍFICAS III- ANIMAIS (ALUNOS)

1) A1/A2/A3- Veias levam sangue.... P- Então posso dizer: as artérias levam o sangue como nutrientes e as veias trazem as impurezas? Mas então, o ar vem do sangue... Em trocas gasosas, um gás entra no lugar do outro... E mal hálito vem de onde? A3- O aumento do número de células porque eles precisam dos nutrientes para crescer... O nutriente chega dentro da célula e ficam implantados e as células se separam e ajudam em alguma parte do corpo. A1- concordo... Já foi dito... Ficava difícil o sangue ser bombeado... Ele sai porque é preciso sair... Ele tóxico para o corpo humano... É feito pelo mesmo jeito que as plantas fazem o oxigênio.

2) A2- Coração...cérebro precisa porque comanda os outros órgãos e também os pulmões e os rins.... A3- Acho que o coração precisa de muito sangue e outros órgão não precisam. A2- Todas as partes depende da alimentação porque tem nutrientes e a gente não fica exposto às doenças porque os nutrientes vão para as células ficarem mais fortes e funcionarem bem. A3- Nem todos... Alguns só precisam da força deles e do coração. A2- Mas eles retiram a força de onde? A3- Outros órgãos têm essa força que espalha para eles. A1/A2- Idem. A1- Umas precisam de mais nutrientes para sobreviver... Tipo o coração, o cérebro e outras precisa de menos nutrientes como as células dos nossos pés. A2- Estas células são iguais e precisam mais de alimentos quando elas estão trabalhando. A3- Nem todas precisa da mesma quantidade de água porque alguma já produziu seus nutrientes.

P- Se eu disser assim: Todas as células têm todos os nutrientes, só que uns são usados a mais por conta da função que eles desenvolvem na célula/organismo, o que vocês me dizem? A1/A2/A3? A1/A2/A3- A gente cresce e o número de células aumenta... Acho que a gente cresce a partir do aumento de células que ajuda a fortalecer o nosso corpo...

3) A1- O suor quando corremos vem da água que bebemos... A gente tem micróbios e precisa das veias para eliminar eles nos rins e com a transpiração saem os sais. A2- Xixi vem da água liberada no corpo... Vem dos rins... Bebemos alguma coisa e libera a urina... As impurezas vem dos nutrientes que a gente come e o gás carbônico vem dos pulmões, coração e do cérebro? A3- O suor vem da pele como a lágrima quando cai no rosto pelo sol. P- Vê se vocês concordam com essa a explicação acerca da origem do suor, lágrima e urina?

4) A1- Andar correr e o coração não. A2- Para algumas funções, a gente tem ordem e para outras não... Elas funcionam por si próprio. A3- As internas não dependem da nossa vontade e as externas, dependem, exceto o nariz. A1/A2/A3- A parte boa... Mais energia... Proteína, vitamina, açúcares, gorduras e sais... Acho que tem na célula os mesmo numero de nutrientes porque uma ajuda a outra.

5) A1- Respiração, acidente... Coração e não comer muitos sais... Não temos alguma coisa: vitaminas, tipos de comida, guloseimas, chocolates, pegar doenças... Feijão, arroz tem outras coisas que ajudam na nutrição... A2- Se não comer bem, não tem sais minerais, ficar sem tomar água... Coração, pulmão, eu não sei! A3- Acho que quando sofre afigem acidente ou tem alguma doença, o coração para... época de verão se não beber muita água, ficará desidratado.... Se não se alimentar bem, não fizer exercícios físicos a gente acumula alimentos. A1/A2/A3- Para

comer... Os nutrientes deixam de ajudar as células... A pessoa fica muito magra e adoece.

QUESTÕES ESPECÍFICAS IV– ANIMAIS (PESQUISADOR)

- 1) A1- Concordo... Já foi dito... Ficava difícil o sangue ser bombeado... Ele sai porque é preciso sair... Ele tóxico para o corpo humano... É feito pelo mesmo jeito que as plantas fazem o oxigênio.
- 2) A2- Todas as partes depende da alimentação porque tem nutrientes e a gente não fica exposto às doenças porque os nutrientes vão para as células ficarem mais fortes e funcionarem bem. A3- Nem todos... Alguns só precisam da força deles e do coração. A2- Mas eles tiraram a força de onde? A3- Outros órgãos têm essa força que espalha para eles.

QUESTÕES ESPECÍFICAS IV– ANIMAIS (ALUNOS)

- 1) A1- Os animais maiores têm mais órgãos e produzem mais gás carbônico... Por isso, precisam mais de oxigênio porque tem mais células; já os pequenos como os tatusinhos, é o contrário. Idem A2/A3. A3- O gás carbônico prejudica tem função nas plantas, mas é como uma espécie de veneno que estraga a célula. O gás carbônico tem varias formas, deixando uma substância mais fina que forma bolhas, como no refrigerante. Ele reage com substâncias e forma outras, por isso sei que ele existe, como na experiência feita na escola: uma camada fina ficou no fundo, que o gás ajudou a formar. No caso da planta "envasada", A3 afirmou jogar água para formar as "bolinhas"... Parece uma bola de assopro... A1- É possível medir a respiração do animal e da planta usando uma bola de assopro? Bola Vazia x Bola que recebeu a respiração. Quem respira mais a planta ou o ser humano? A3- Nós respiramos mais porque gastamos mais energia.
- 2) A2- Coração, células... Eles se alimentam e solta esse gás que serve para o pulmão respirar e sai. A3- Acho que depende dos outros... Gás como oxigênio ajuda a produzir outros materiais.
- 3) A1/A2/A3- Todos dizem que a criança tem mais células porque o corpo é maior ... Se a gente tem mais células, a gente trabalha mais?
- 4) A1- Soltam água, tipo transpirando... A2- Dentro de um saquinho vai expandir as substâncias, mas o que produz um pouquinho, como sabemos a quantidade? Sei que há a mistura de gases e vapor. A3- Teria que ter uma substância na planta.
- 5) A1- Germinado produz menos e quando adulta, produz mais. Ex: Grama X Pé de Laranja germinado. A2- Porque a grama já é adulta, então todas as gramas juntas X Pé de laranja, a grama produz mais... Ela fica maior...
- 6) A3- Sim porque acho que a planta produz junto, produz a mesma quantidade na respiração e na fotossíntese.

Acreditar e agir

**APÊNDICE E - Registro de aulas práticas*- COOPEC****Escola Cooperativista de Central****Mantenedora: Cooperativa Educacional de Central – COOPEC****CNPJ 05.481.143/0001-86****Parecer nº 54/2004 – Resolução CEE – 25/2004, D.O. de 13-04-2004****Educação Básica, etapas Ensino Fundamental e Ensino Médio****Praça Cantídio Pires Maciel, 228 – CEP 44940000 – Central-Ba****PESQUISADOR:** _____**PROFESSOR(A):** _____**DATA:** _____

“Ensinar é crescer e crescer é viver” (Anísio Teixeira)

- 1- Título da Prática:
- 2- Objeto (o que é?)
- 3- Finalidade (para que é?)
- 4- Justificativa (por quê?)
- 5- Método
- 5.1- Como?
- 5.2- Onde?
- 5.3- Quando (período)?
- 5.4- Quantos (quantidade)?
- 6- Recursos
- 6.1- Materiais e Técnicos (com que)?
- 6.2- Humanos (com quem)?
- 7- Resultados:
- 8- Discussão:
- 9- Conclusão
- 10- Referências Bibliográficas

* Roteiro elaborado pela professora do Programa de Mestrado UFBA/UEFS, Rêjane Lira e adaptado pelo pesquisador (doutorando).

APÊNDICE F - Entrevista Estruturada Geral (EEG1)

Acreditar e agir



Escola Cooperativista de Central

Mantenedora: Cooperativa Educacional de central – COOPEC

CNPJ 05.481.143/0001-86

Parecer nº 54/2004 – Resolução CEE – 25/2004, D.O. de 13-04-2004

Educação Básica, etapas Ensino Fundamental e Ensino Médio

Praça Cantídio Pires Maciel, 228 – CEP 44940000 – Central-Ba

Professor (a): _____

aluno (a): _____

data: _____

1- Quais dos seguintes corpos são seres vivos?

Assinala com (X) os itens corretos.

- () pedra () flor () água
- () ar () abacaxi () mosquito
- () prego () coração () planta

2- Como se diferencia um ser vivo de um ser bruto?

3- Existem seres vivos tão pequenos que não podemos ver? Quais? Fale um pouco sobre um deles.

4- Como é o ciclo vital de um ser vivo? Explique.

5- De que forma você diferencia um animal de uma planta?

6- Como se alimenta e cresce?

- a) Uma planta
- b) Um animal
- c) E você

Acreditar e agir



APÊNDICE G - Entrevista Estruturada (EEP1)

Escola Cooperativista de Central

Mantenedora: Cooperativa Educacional de central – COOPEC

CNPJ 05.481.143/0001-86

Parecer nº 54/2004 – Resolução CEE – 25/2004, D.O. de 13-04-2004

Educação Básica, etapas Ensino Fundamental e Ensino Médio

Praça Cantídio Pires Maciel, 228 – CEP 44940000 – Central-Ba

Professor (a): _____

Data: _____

- a) Disciplinas que eles têm mais facilidade ou dificuldade;
- b) Os conteúdos de ciências que eles têm mais curiosidade;
- c) As tarefas de ciências que os alunos gostam mais de realizar;
- d) Ponto de vista dos alunos após a nossa intervenção;
- e) Outras informações.

Acreditar e agir



APÊNDICE H - Entrevista Estruturada (EEP2)

Escola Cooperativista de Central

Mantenedora: Cooperativa Educacional de central – COOPEC

CNPJ 05.481.143/0001-86

Parecer nº 54/2004 – Resolução CEE – 25/2004, D.O. de 13-04-2004

Educação Básica, etapas Ensino Fundamental e Ensino Médio

Praça Cantídio Pires Maciel, 228 – CEP 44940000 – Central-Ba

Professor(a): _____

Data: _____

Sobre a proposta de ensino (miniprojetos) acerca de microorganismos, animais, plantas e a intervenção de pesquisa, responder os itens abaixo:

- a) O que auxiliou no planejamento das aulas de ciências e/ou outras matérias?
- b) Em quais conteúdos/assuntos tiveram contribuição em sala de aula?
- c) O que contribui para a compreensão das crianças nas aulas de ciências e/ou outras matérias?
- d) Em que contribui para a sua formação e/ou para ampliação do ensino em sala de aula?
- e) Que outras atividades/experimentos você considera que precisa ser realizado em sala de aula, a fim de melhorar a compreensão das crianças acerca dos conteúdos e práticas desenvolvidas pelo pesquisador?
- f) Outras informações.

ANEXOS

ANEXO A - Folha de Rosto para Pesquisa envolvendo Seres Humanos - Conselho de Ética



MINISTÉRIO DA SAÚDE
Conselho Nacional de Saúde
Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP

FOLHA DE ROSTO PARA PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS (versão outubro/99)

1. Projeto de Pesquisa:			
ESTUDO DE CONCEITOS DE SERES VIVOS NAS SÉRIES INICIAIS			
2. Área do Conhecimento (Ver relação no verso) CIÊNCIAS BIOLÓGICAS		3. Código: 2	
5. Área(s) Temática(s) Especial (s) (Ver fluxograma no verso) GRUPO III		6. Código(s) / Grupo(s):	
8. Unitermos: (3 opções)		7. Fase: (Só área temática 3) I () II () III () IV ()	
SUJEITOS DA PESQUISA			
9. Número de sujeitos: No Centro: No Brasil: Total no mundo:		10. Grupos Especiais : <18 anos () Portador de Deficiência Mental () Embrião /Feto (X) Relação de Dependência (Estudantes , Militares, Presidiários, etc) () Outros () Não se aplica ()	
PESQUISADOR RESPONSÁVEL			
11. Nome: DARCY RIBEIRO DE CASTRO			
12. Identidade: 0494163402		13. CPF.: 62707671568	
14. Nacionalidade: BRASILEIRA		15. Profissão: BIÓLOGO	
16. Maior Titulação: ESPECIALISTA		17. Cargo: PROFESSOR	
18. Instituição a que pertence: UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA- UNEB		19. Endereço (Rua, nº): RUA JUTAHY MAGALHÃES JÚNIOR- 41	
20. CEP: 44940000		21. Cidade: CENTRAL	
22. U.F.BA		23. Fone: 7436551204	
24. Fax:		25. Email:dcastro@uneb.br	
Termo de Compromisso: Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Res. CNS 196/96 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e a publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto acima.			
Data: <u>14 / 09 / 2009</u> — DARCY RIBEIRO DE CASTRO Assinatura			
INSTITUIÇÃO ONDE SERÁ REALIZADO			
26. Nome: ESCOLA COOPERATIVISTA DE CENTRAL- ECC		29. Endereço (Rua, nº): PRAÇA CANTÍDEO PIRES MACIEL- 228	
27. Unidade/Orgão:COOPERATIVA DE ENSINO DE CENTRAL- COOPEC		30. CEP:44940000	
28. Participação Estrangeira: Sim () Não (X)		31. Cidade: CENTRAL	
32. U.F. BA		33. Fone: 7436551332	
34. Fax:			
35. Projeto Multicêntrico: Sim () Não (X) Nacional () Internacional () (Anexar a lista de todos os Centros Participantes no Brasil)			
Termo de Compromisso (do responsável pela instituição): Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Res. CNS 196/96 e suas complementares e como esta instituição tem condições para o desenvolvimento deste projeto, autorizo sua execução			
Nome: <u>GADIMAN RIBEIRO DE CASTRO</u> Cargo DIRETOR Data: <u>14 / 09 / 2009</u> — <u>Gadiman Ribeiro de Castro</u> Assinatura			
PATROCINADORES Não se aplica (X)			
36. Nome:		39. Endereço:	
37. Responsável:		40. CEP:	
38. Cargo/Função:		41. Cidade:	
42. UF		43. Fone:	
44. Fax:		45. Comitê de Ética em Pesquisa – CEP	
46. Data de Entrada: / /		47. Conclusão: Aprovado () Data: / /	
48. Não Aprovado () Data: / /		49. Relatório(s) do Pesquisador responsável previsto(s) para: Data: / / Data: / /	
50. Encaminho a CONEP: 51. Os dados acima para registro () 52. O projeto para apreciação () 53. Data: / / Assinatura		54. N° Expediente : 55. Processo : 56. Data Recebimento : 57. Registro na CONEP: Anexar o parecer consubstanciado	
COMISSÃO NACIONAL DE ÉTICA EM PESQUISA – CONEP			
58. Observações:			

FLUXOGRAMA PARA PESQUISAS ENVOLVENDO SERES HUMANOS (JAN/99)

ANEXO B – Verso/ Folha de Rosto para Pesquisa envolvendo Seres Humanos - Conselho de Ética

	UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA - UNEB
Protocolo Geral Tel.: 3117-2325/2425	
Data: <u>26/09/09</u> Proc. Nº 0603 <u>090173126</u>	
Requerente: <u>DARCY RIBEIRO DE CASTRO</u>	
Assunto: <u>PROJETO DE PESQUISA</u>	

DATA	DESTINO
21/09/09	COMITE DE ETICA
Nº	ARQUIVADA