

O CONHECIMENTO PRÁTICO DOS ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL I A PARTIR DE OBSERVAÇÕES MICROSCÓPICAS
(Practical knowledge of elementary school I students from microscopic observations)

Darcy Ribeiro de Castro [dcastro@uneb.br]

Professor da Universidade do Estado da Bahia - UNEB/ Campus XVI/ Irecê

Mestre em Ensino, Filosofia e História das Ciências

Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana

Nelson Rui Ribas Bejarano [bejarano@ufba.br]

Professor do Instituto de Química da UFBA

Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da UFBA/UEFS

Doutor em educação pela Universidade de São Paulo

Resumo

Esse texto trata dos aspectos práticos na formação de conceitos com crianças em faixa etária entre 7 e 11 anos de idade, na área de Ciências Naturais. Deriva de uma dissertação de mestrado que estudou a formação de conceitos de tamanho e funções vitais de seres vivos numa escola cooperativista da cidade de Central (COOPEC), região Noroeste do estado da Bahia, em 2009-2010. Em tal estudo, objetivamos identificar os conhecimentos dos alunos acerca de microorganismos, micro e macro células e respiração nos vegetais, bem como descrever os processos que eles usam para compreendê-los após o desenvolvimento de aulas práticas com o auxílio do microscópio. Preparamos o material microscópico sobre os referidos conteúdos e observamo-lo em todas as turmas das Séries Iniciais. Fizemos registros fotográficos destas práticas e em áudio e vídeo, incluindo os depoimentos dos estudantes. Em seguida, analisamo-los, segundo método comparativo, na perspectiva de mediação destes saberes para o ensino. Discutimos tais conteúdos com base no conhecimento biológico da criança nos níveis espontâneo e científico.

Palavras-chave: formação de conceitos; microorganismos; micro células; macro células; Ensino.

Abstract

This paper deals with the practical aspects in the formation of concepts in children between the ages of 7 and 11 in the area of Natural Sciences. It derives from a dissertation that studied the formation of concepts of size and vital functions of living beings in a cooperative school in Central City (COOPEC), northwest of the state of Bahia in 2009-2010. This study aimed at identifying students' knowledge about microorganisms, micro and macro cells and respiration in plants and describing the processes they use to understand them after the development of practical lessons with the aid of a microscope. We prepared the material on such microscopic contents and observed them in all classes of Elementary School. We made photographic, audio, and visual records of these practices including a testimony from students. Then, we analyzed them according to the comparative method with a mediation view of knowledge for teaching. We discussed these contents based on biological knowledge of the child at spontaneous and scientific levels.

Keywords: Concept Formation, Microorganisms, Micro cells, Macro cells, Teaching.

Breve introdução

Os estudantes das Séries Iniciais, de uma forma geral, misturam os conceitos de tamanho de seres vivos macroscópicos pequenos com os seres microscópicos e suas funções. Neste sentido, Byrne e Sharp (2006) informam que as crianças maiores já conhecem os aspectos de organização celular (uni e pluricelular), mas não avançam descrição e funcionalidade de microorganismos.

As crianças do Ensino Fundamental I geralmente identificam os órgãos vitais de animais e plantas, entretanto há uma dificuldade maior em associar as estruturas internas de plantas às suas

funções vitais por conta da falta do cotidiano próximo em relação a esses assuntos. Essa questão se torna mais complexa quando se trata da explicação de um fenômeno vital através de estruturas microscópicas, como é o caso da respiração das plantas (estômatos). O conhecimento sobre esse fenômeno fica limitado ao nível teórico ou declarativo dogmático, como assegura Lawson (1988).

Por essas razões desenvolvemos aulas práticas para alunos do Ensino Fundamental I da COOPEC sobre microorganismos (paramecio), células micro e macroscópicas e respiração estomática (Castro, 2010).

Estudo empírico na COOPEC

Usamos a observação estruturada/participante para descrever as aulas práticas realizadas na COOPEC (Alvez-Mazzotti & Gewandsznadger, 1999). Desenvolvemos as aulas práticas nos 4 (quatro) bimestres letivos de 2009, totalizando 24 horas/aula: P1 e P2A/B¹ (Castro, 2010).

Realizamos as aulas práticas a partir da zona atual de conhecimento dos alunos, pois estes não tiveram contatos com o microscópio no período anterior a pesquisa. Desenvolvemos essas práticas segundo a orientação do método dialético proposta por Gasparin (2009) em que consideração o nível prático do conteúdo escolar como atividade que inicia ou finaliza a ação docente.

As aulas práticas e alguns relatos acerca das questões específicas sobre os conceitos de seres vivos foram registrados e fotografados com ajuda das professoras. Elaboramos relatórios sobre estas práticas, a fim de sistematizar os conhecimentos desenvolvidos pelos alunos (Castro, 2010).

Os depoimentos dos alunos (as) durante as aulas práticas contribuíram para a compreensão de tais aspectos de funções vitais dos seres vivos. Estes depoimentos foram registrados em áudio e vídeo e, em seguida, foram transcritos em rascunhos e digitadas em essência no relatório de práticas, conforme a necessidades de atender aos objetivos de pesquisa (Castro, 2010).

As aulas práticas ministradas pelo pesquisador, sobre os conteúdos de microorganismos e vegetais, reforçaram a teorização desses assuntos, a partir dos conceitos e questionamentos descritos nos relatórios de pesquisa elaborados pelo pesquisador. Sistematizamos os conhecimentos dos estudantes depois das aulas práticas, conforme roteiro específico, no sentido de descrever e responder as curiosidades trazidas por eles para escola no tocante à temática de seres vivos. Para isto, elaboramos relatórios sobre as aulas práticas em cada turma, comparando os conceitos e as formas de pensamento dos alunos com base no conhecimento espontâneo e científico dos estudantes na área de microorganismos, micro e macro células e funções vitais de vegetais. Usamos os relatórios como base para elaboração do planejamento de um curso para as professores do Ensino Fundamental I da COOPEC (2010), principalmente no que diz respeito à proposição de tarefas práticas (Castro, 2010).

Os registros originados das observações dos alunos ao microscópio, tais como desenhos e fotografias foram selecionados, conforme a importância simbólica de representar conteúdos e formas de compreensão acerca do tamanho e funções vitais de seres vivos. Organizamos os desenhos e/ou fotografias de acordo com a ordem crescente das turmas, ou seja, do 2º ao 5º ano (Castro, 2010).

¹ P1- Aulas práticas realizadas sobre organismos microscópicos.

P2A- Aulas práticas realizadas sobre estruturas microscópicas anatômicas vegetais (células, tecidos e órgãos).

P2B- Aulas práticas realizadas sobre trocas gasosas (respiração, fotossíntese e transpiração) nos vegetais através das células estomáticas.

Microorganismos - Prática (P1) - os seres vivos microscópicos: a vida do paramécio

Os paramécios ou infusórios pertencem a um grupo de protozoários ciliados de vida livre. Eles são organismos de corpo claro, achatados, e alcançam um tamanho de 200 micra, ou seja, 2 décimos de milímetro (<http://gruposisgmacpm.blogspot.com/2010/04/reino-protista.html>). Eles se reproduzem rapidamente por bipartição, ou seja, eles se dividem em dois organismos. Essas espécies de microorganismos² vivem em poças de água da chuva e em outros locais de água doce.

Com um pequeno microscópio podemos observar como uma pequena célula de forma elipsoidal (esfera alongada) com uma boca na zona mais larga. Sua membrana está recoberta de cílios que servem para movimentar-se. Em sua estrutura celular, podem ser vistos os vacúolos (alimentares, contráteis e excretores), o núcleo, o campo bucal, o tubo digestivo e a própria boca celular e os pequenos cílios.

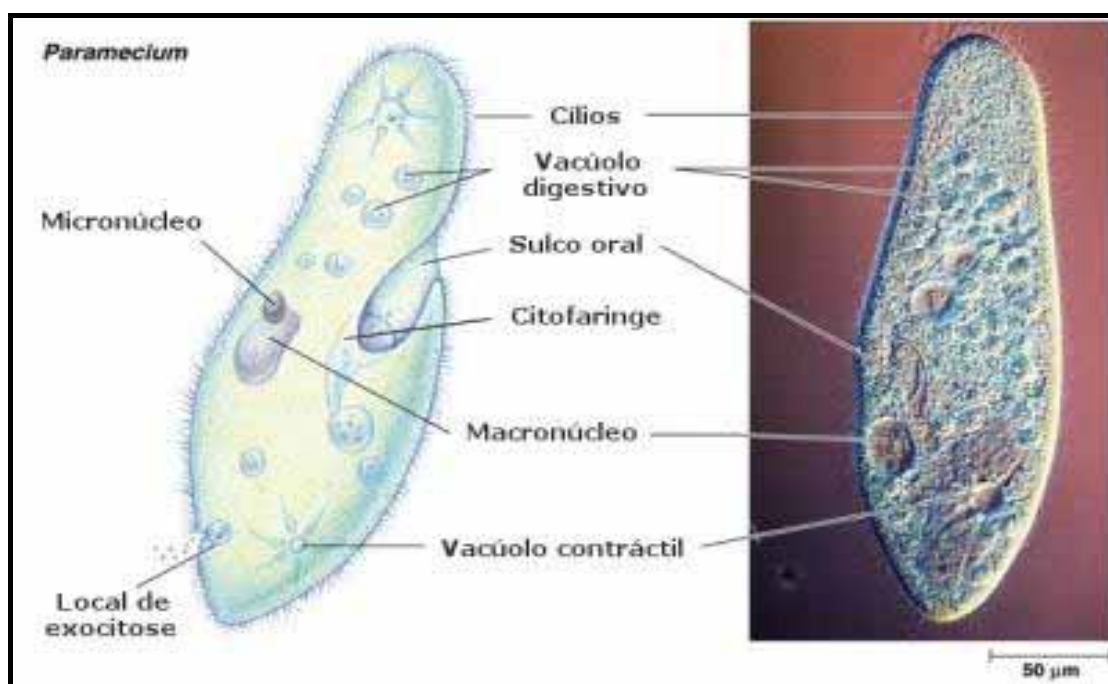


Figura 1- Ilustração (à esquerda) e microscopia eletrônica (à direita) de um paramécio.

Fonte: <http://gruposisgmacpm.blogspot.com/2010/04/reino-protista.html>

Nos dias 10 e 11/09/2009 realizamos essa prática na Cooperativa de Ensino de Central (COOPEC) com a finalidade de demonstrar/ilustrar as estruturas e desenvolvimento do corpo de um paramécio, bem como descrever suas características básicas de vida. Desenvolvemos essa prática com 63 alunos das Séries Iniciais. Para tanto, além de professores e alunos, usamos os seguintes recursos: Microscópio³, lâminas microscópicas, lamínulas, conta-gotas, lâmina de barbear, água da chuva, alface, gaze, liga de dinheiro, máquina fotográfica digital e papel ofício (Castro, 2010).

A partir da dificuldade natural dos alunos em diferenciar seres microscópicos de seres vivos macroscópicos, desenvolvemos a prática sobre o protozoário paramécio com as seguintes etapas: coletamos água de chuva em tanque ou poço; colocamo-la num frasco de Nescafé junto a uma folha de alface; cobrimo-la com uma gaze e fechamos o frasco em suas bordas com uma borracha (liga de dinheiro); levamo-la para um local fresco e iluminado e deixamo-la por 5 (cinco) dias; levamos o

² Microorganismo- (Do gr. Mikro, 'pequeno' +elem. Compos. **organismo**). Qualquer organismo de dimensões muito pequenas, só visíveis com recurso da microscopia (Soares, 1993, p.289).

³ Microscópio - (Do gr. Mickros, 'pequeno'; skopeo, 'examinar'; + suf.ico, 'próprio de'). (Soares, 1993, p.289).

frasco para escola para se fazer observações no 5º, 6º e 7º dia e lá deixamos esse material em lugar fresco e iluminado; fizemos observação ao olho nu do material ainda nos frascos; depois, preparamos lâminas microscópicas (06 por turma); em seguida, observamos o paramécio durante os três dias e fizemos os registros das observações no caderno de anotações e quadro de giz; comparação do material observado com figuras de livros; discussão do assunto e registro das curiosidades dos alunos (investigador). Estas etapas foram fotografadas e/ou gravadas em áudio e/ou vídeo para análises posteriores (Castro, 2010).

Tivemos os seguintes resultados no desenvolvimento desta prática: a observação de estruturas celulares básicas do paramécio, crescimento e movimento, bem como novos questionamentos surgiram com as atividades desenvolvidas, conforme ilustra a figura a seguir (Castro, 2010):



Figura 2- Aula sobre protozoários - 2º ano-COOPEC, Central-BA.

Fonte: COOPEC, Central-BA, 2009.

Descrevemos nessas aulas, além do paramécio, aspectos morfológicos de células macroscópicas (algodão, alvéolos de limão e laranja) e de tecidos epidérmicos de cebola e lírio (continuidade da aula anterior). Os alunos da COOPEC nunca haviam tido contato com o microscópio diretamente, ao não ser através de algum programa televisivo. Cerca de 50% das turmas não demonstraram ter conhecimento sobre distinção de tamanho entre seres microscópicos e macroscópicos, mesmo após as aulas que traziam noções de seres vivos microscópicos. Em todas as séries, especialmente no 2º ano, a curiosidade dos alunos e envolvimento com a prática sobre seres vivos microscópicos foram bastante significativas. A imaginação deles atrelada ao assunto permitiu o levantamento de novos questionamentos, a partir da intervenção pesquisador junto aos alunos (Castro, 2010).

Perguntas do pesquisador:

- 1) na cultura observada (água de chuva+ alface), o que você viu?
- 2) o que você observou ao microscópio com este mesmo material?
- 3) o que são as bolinhas?
- 4) elas são grandes ou pequenas?
- 5) daria para ver as bolinhas sem o microscópio?

Respostas dos alunos (as) para cada questão:

- 1) nada.
- 2) bolinhas.
- 3) as bolinhas são micróbios⁴.
- 4) umas grandes; outras pequenas ou mais “menos grandes” ou pequenas...
- 5) não.

Perguntas dos alunos (as):

- 1) o que são as bolinhas?
- 2) como a célula (as bolinhas) fica grande?
- 3) como elas nascem?
- 4) elas comem o quê?
- 5) o que faz elas crescerem?
- 6) onde elas moram
- 7) de que eles se alimentam?
- 8) como nasceram ou chegaram ali?

Respostas do pesquisador (em bloco):

Quando os paramécios se encontram em condições adversas, por exemplo, sem água, começam a se recobrir de uma capa protetora, formando quistos (cistos)⁵ que os mantêm durante vários anos vivos em estado de letargia, como se eles estivessem adormecidos. Quando os cistos se molham, dissolve-se a capa protetora libertando o paramécio em melhores condições ambientais (Castro, 2010).

Assim, as bolinhas são as células do paramécio que ainda estão se desenvolvendo. As bolinhas são cistos e que estes são estruturas de resistência dos protozoários. Essas estruturas são formadas para fazer a proteção dos protozoários... Eles, quando pequenininhos, ficam adormecidos, descansando (letargia) no ar ou no solo. Quando chove, eles seguem para o ambiente aquático junto às enxurradas onde sofrem o desincistamento. Crescem ao se alimentar das partículas contidas nesses ambientes ou folhas. Por isso, eles são encontrados em locais que contêm água de chuva (tanques e poços).

Essa explicação sobre o que são as bolinhas/como crescem motivou os estudantes a elaborar novos questionamentos (Castro, 2010).

⁴ Micróbio - (Do gr. Mickro, 'pequeno'; bios, 'vida'). Ainda que etimologicamente o termo devesse significar 'vida curta', caracterizando os seres de pequena longevidade, como as borboletas, p.ex., é usado para qualificar todo e qualquer organismo que só pode ser observado através do microscópio (Soares, 1993, p. 287).

⁵ Cisto-Forma de resistência dos protozoários adquirida em face condições adversas do ambiente e/ou para reprodução; forma cística (confr.: protozoários). (Soares, 1993, p. 85).

Perguntas dos alunos (as):

- 1) Quanto tempo eles vivem?
- 2) Eles são diferentes dos vírus e das bactérias?
- 3) Por que uns microorganismos causam doenças e outros não?
- 4) O que tem dentro deles e por que eles são diferentes?
- 5) Se a gente tomar água com eles pega doença?
- 6) O microscópio aumenta o corpo deles quantas vezes?
- 7) Quando eles se partem não morrem?
- 8) Por que eles não nadam quando pequenos?

Respostas do Pesquisador (em bloco):

O paramécio habita principalmente as águas se servem de bebedouro de animais. É comum nessas águas material em decomposição, tanto de origem vegetal como animal. Eles se alimentam desses materiais, e por isso não precisam invadir o corpo dos animais e do homem para viver à custa dos nutrientes que eles conseguem através da alimentação. O protozoário paramécio apresenta na sua célula estrutura responsável pelo armazenamento das substâncias que eles se alimentam do meio (bolsa/vacúolo), bem como para reprodução (o núcleo grande) e controle das funções vitais da célula (o núcleo pequeno). Assim, os paramécios, ou outros microrganismos de vida livre, não causam doenças aos animais. A ingestão de água da chuva poderá transmitir outras doenças, mas não causadas por paramécios. A água não tratada é um forte meio de transmissão de doenças causadas por diferentes microrganismos e vírus, a exemplo da ameba, giárdia, vírus da hepatite e vírus da urina do rato (Castro, 2010).

O paramécio tem ciclo de vida curto (alguns meses). São organismos maiores do que os vírus e as bactérias. Medem mais de 5 (cinco) vezes, em média, o tamanho de uma bactéria e são muito maiores do que os vírus que só podem ser visualizados ao microscópio eletrônico, que amplia sua estrutura corporal para mais de um milhão de vezes. Nós, aqui, só aumentamos a célula do paramécio a uma resolução máxima de 640 vezes (Castro, 2010).

A última questão foi respondida por um aluno da sala (2º ano):

os paramécios não nadam quando pequenos porque eles ainda não formaram os “pelinhos” que fortalecem e fazem eles nadarem... O professor (pesquisador) explicou que os “pelinhos” são os cílios que fazem a função de movimento destes seres vivos e contribuem para alimentação deles... 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”.

Essas observações iniciais possibilitaram iniciar um entendimento complexo para a idade dos alunos dos Anos Iniciais: “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”. Esse é um ponto fundamental para o trabalho sobre tamanho e crescimento de seres vivos, dentro das atividades relacionadas à construção de conceitos de seres vivos. Essa diferenciação, em nível de abstração, teve indícios no 5º ano, pois nessa fase acredita-se que inicia a formação de conceitos verdadeiros, conforme nos informa Vygotsky (1991).

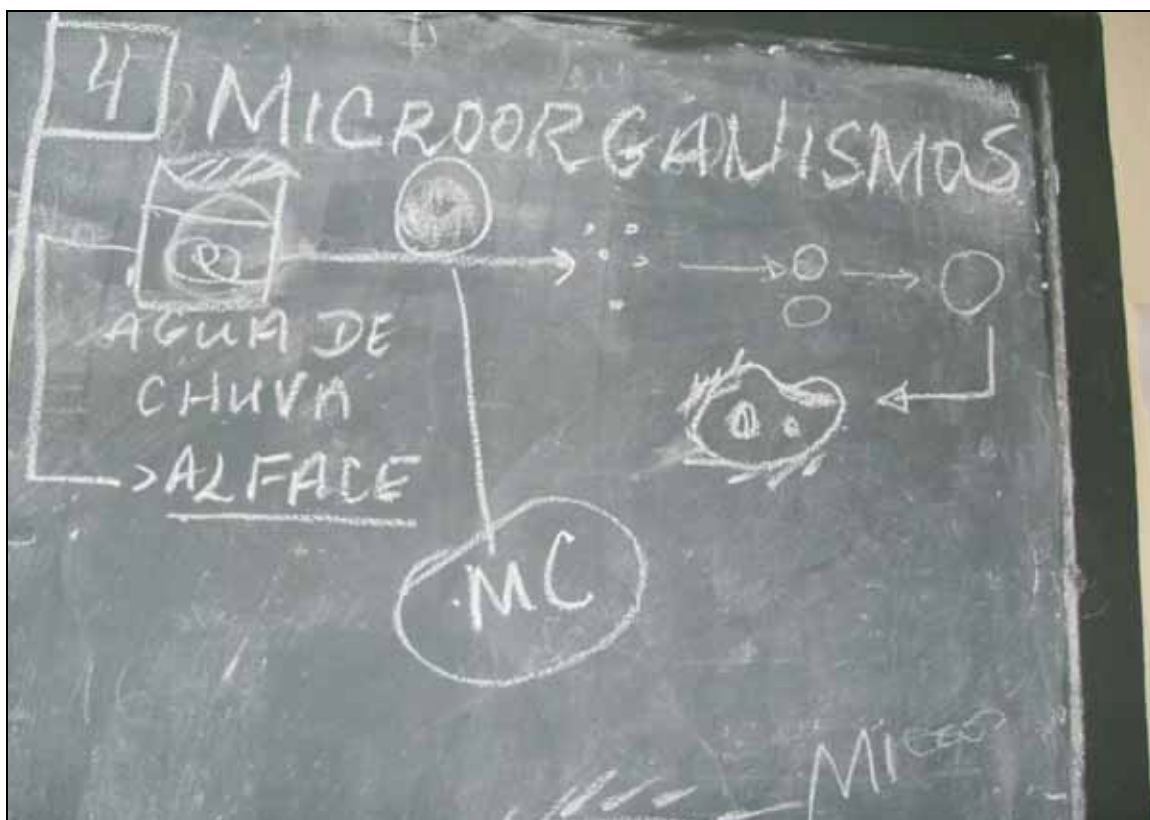


Figura 3 - Fases de vida de um Paramécio- 2º ano- COOPEC- Central-BA (aula do pesquisador)

Fonte: COOPEC, Central-BA, 2009.

Usando as palavras dos alunos, apresentamos a seguinte conclusão para esta prática, a partir da seguinte descrição:

“eu aprendi que os seres que não se pode ver são invisíveis”... “eles só podem ser vistos ao microscópio”... “eles ficam mais altos (maiores) e o microscópio dá um aumento para gente ver”... “no microscópio, pode colocar as coisas pequenas, que a gente não pode ver como as células de algodão e de cebola”; “as bolinhas também”. “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 pequeninha”... “micos”... “microscópio para ver”... “dá para ver tudo que não dar para ver sem ele e a luz é que faz aumentar”...

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... O pesquisador respondeu que são cistos e que estes protegem o protozoário quando eles estão em letargia (adormecidos ou descansando)... A alface e a água disponibilizam condições nutricionais para promover o crescimento do paramecio... O cisto se parte eles continuam crescendo neste meio nutricional. Uma pergunta básica foi como o microscópio faz a célula aumentar... Como a célula fica grande? Isso evidencia a dificuldade a dificuldade de compreensão dos alunos desta série por se considerar que estes conhecimentos são abstratos (Castro, 2010).

As aulas práticas acerca dos microorganismos (paramécio) oportunizaram a ampliação dos conhecimentos espontâneos e escolares dos estudantes da COOPEC, conforme os exemplos expostos anteriormente. Assim, o conhecimento espontâneo relativo ao tamanho dos microorganismos 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 (Castro, 2010).

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 dos protozoários às mudanças do meio, se apresentam como aspecto mais elevado do pensamento imbricado com a compreensão da estrutura e funcionalidade dos seres vivos microscópicos. Assim, a descrição que eles fizeram durante as aulas não se limita à reprodução de imagens externas via imaginação, mas avança através da observação factual ou concreta mediante uso do microscópio (Castro, 2010).

No que tange à funcionalidade de microorganismos, temos, parcialmente, uma situação de aprendizagem do tipo *formal-simbólica/zero-espontânea*, pois existe pouco conhecimento espontâneo para interagir com o conhecimento formal apresentado na escola (Pines & West, 1984). No caso da COOPEC, o livro didático e nem as aulas ministradas pelas professoras têm considerado os aspectos funcionais de seres vivos microscópicos (exceto as doenças), conforme a entrevista realizada com os alunos nesta escola (Castro, 2010).

Plantas - Práticas (P2A/P2B)

Práticas (P2A) - células microscópicas e macroscópicas

Essas práticas foram realizadas nos dias 30 e 31/07/2009. Os organismos unicelulares podem ser microscópicos ou macroscópicos. A fibra de algodão, alvéolos de laranja/limão, a gema do ovo, fio de cabelo (bulbo) são estruturas macroscópicas unicelulares. A película cebola, pequenos cortes de folhas de vegetais formas estruturas microscópicas que representam uma ou varias células. As práticas em questão contribuíram para que os alunos iniciassem a distinção entre seres vivos microscópicos e macroscópicos, a partir da observação do material objeto de investigação (Castro, 2010).

As crianças do Ensino Fundamental I, por não terem noção de escala de grandeza física (micro X macro), não são capazes de relacionar as dimensões de seres macroscópicos pequenos (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 envolve aspectos celulares. Mais difícil ainda é compreender como os seres se desenvolvem e /ou cresce na relação micro e macro, pois exige conhecimentos associados também ao tamanho das células e suas estruturas internas (Castro, 2010).

A partir da dificuldade natural dos alunos em diferenciar seres microscópios de seres vivos macroscópicos, desenvolvemos a prática sobre organismos microscópicos e macroscópicos com as seguintes etapas: Fizemos a observação das células ao olho nu (fibra de algodão, alvéolos de limão e fio de cabelos (células mortas); colocamos uma fibra e um fio de cabelo sobre lâminas microscópicas (02 por turma) e observamo-las; preparamos lâminas microscópicas sobre tecidos vegetais (cortes longitudinais da película de cebola e epiderme de uma folha de lírio (06 por turma); observamos os cortes sobre as lâminas ao olho nu, e depois ao microscópio; comparamo-los em seguida para fins de iniciar com eles a noção de escala; posteriormente, os alunos ilustraram o material observado no quadro de giz e compararam suas estruturas, emitiram compreensão sobre as praticas e fizeram suas indagações acerca das curiosidades surgidas na observação, e, por fim,

comparamos o material observado com desenhos realizados pelo pesquisador no quadro de giz; fizemos discussão do assunto e registro das curiosidades dos alunos (investigador). Estas etapas foram fotografadas e/ou gravadas em áudio e/ou vídeo para análises posteriores (Castro, 2010).

Usamos os seguintes recursos para o desenvolvimento destas práticas: Microscópio, lâminas microscópicas, lamínulas, conta-gotas, lâmina de barbear, água, algodão, limão, folha de lírio, máquina fotográfica digital e papel ofício (Castro, 2010).

Em termos de resultados, conseguimos verificar as estruturas celulares básicas de macrocélulas (algodão, limão) e de microcélulas (cortes de lírio e cebola). Foi possível, verificar também estruturas de transporte (nervuras) e de reprodução (óvulos, polens) na suas dimensões macro e microscópicas. O fio de cabelo foi só observado para fins de estudo comparativos e introdução da noção de escala junto às crianças. As ilustrações dessas estruturas (fotografias e desenhos) indicaram o grau crescente de compreensão conceitual sobre células e tecidos (estudantes do 2º e 5º ano) na sua relação micro e macroscópicas, conforme a figuras (4a, b- Castro, 2010).

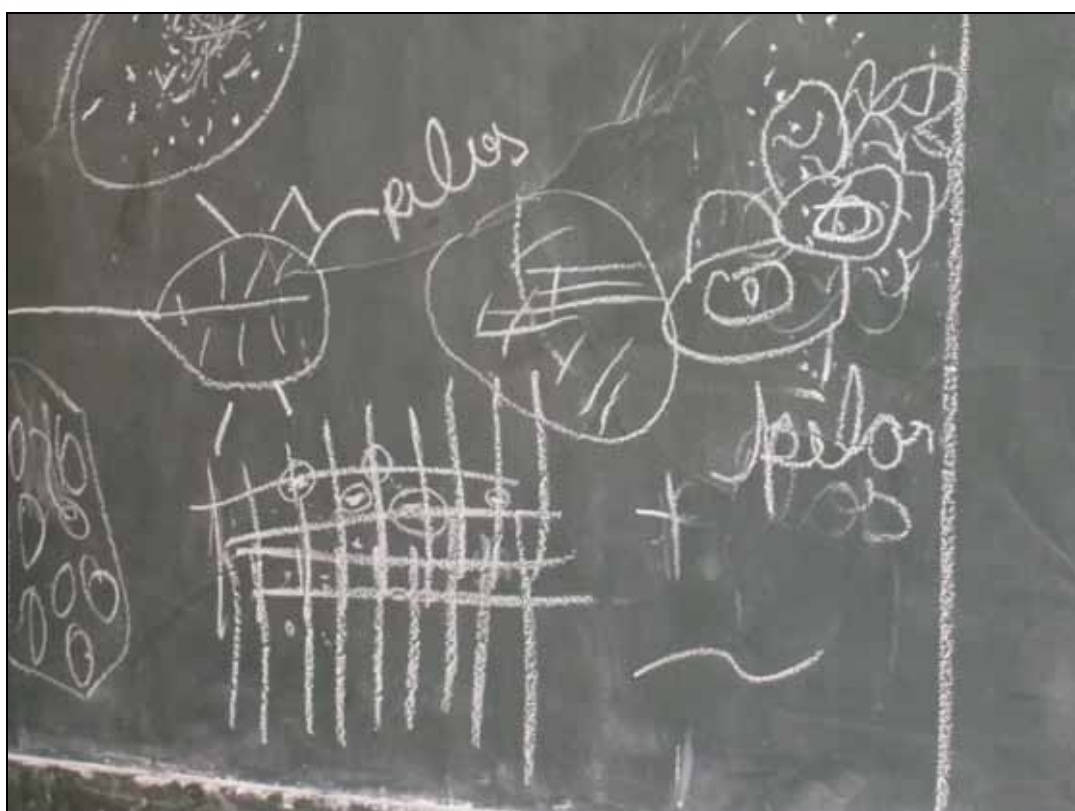


Figura 4a-Tecido vegetal- alunos do 2º ano

Fonte: COOPEC, Central-BA, 2009.

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?

Um estudo genérico sobre conceitos de seres vivos, na 1ª etapa da pesquisa (diagnóstico), evidenciou que o tamanho de seres vivos e o crescimento de animais e plantas são os conteúdos que alunos mostram mais dificuldades conceituais na sua compreensão. Por outro lado, os estudantes mostraram conhecimentos espontâneos suficientes no contexto geral sobre o assunto (70 a 80%), de forma crescente entre as turmas (2º ao 5º ano), conforme (Castro, 2010).



Figura 4b - Pólen, óvulos vegetais - alunos 5º ano

Fonte: COOPEC, Central-BA, 2009.

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 podem ter várias células é um desafio e o uso do microscópio poderá ser um instrumento capaz de ajudar as crianças a fazerem esta distinção. Nos cortes de películas de cebola, foram visualizadas as células individualizadas ao microscópio. Os organismos pequenos como pulga, formiga, ao olho nu, podem ser reconhecidos como pluricelulares. Uma fibra de algodão, um alvéolo de limão ou de laranja são células macroscópicas.

No caso do algodão, cada fita da amostra observada é uma célula que faz parte do fruto do algodão (pluricelular). A partir do material observado, explicamos a composição básica das células (água, proteínas, açúcares, gorduras, sais e vitaminas), a importância destes materiais para vida e a relação de escala com os tipos de organismos de que estas células fazem parte. Para isto, foi necessário descrever as características dos organismos unicelulares microscópico-macroscópicos, pluricelulares macroscópicos pequeno-grandes (tamanho). Os alvéolos da laranja, por exemplo, são macro células que fazem parte do fruto deste vegetal. O fruto é um órgão, e, portanto, uma estrutura pluricelular (Castro, 2010).

No primeiro ciclo escolar (1ª e 2ª série), considera-se a curiosidade, a observação, a relação de tamanho, enquanto no segundo ciclo (3ª e 4ª série), leva-se em conta a comparação, a relação causal das observações (Brasil, 1997). Por isso, é importante iniciar com as crianças, desde cedo a demonstrar os exemplos concretos acerca dos conteúdos biológicos, pois elas terão mais dados para comparar e compreender os conceitos ao longo do período escolar (generalização de conceitos), de acordo com (Castro, 2010).



Figura 5- Aula do pesquisador no 3º ano - COOPEC, Central-BA.

Fonte: COOPEC, Central-BA, 2009.

3.4.2.2 Práticas (P2B) - a respiração das plantas

Essas práticas foram realizadas nos dias 08 e 09/10 de 2009 com a finalidade de demonstrar as estruturas respiratórias dos vegetais e relacionar/discutir a importância delas para realização das funções vitais (respiração, fotossíntese e transpiração) e, assim, ajudar aos estudantes na compreensão das trocas gasosas entre as plantas e Meio Ambiente (Castro, 2010).

As trocas como o gás carbônico, o oxigênio e o vapor de água entre os tecidos vegetais e a atmosfera ocorrem principalmente através dos estômatos. O mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos está diretamente ligado aos processos de transpiração, fotossíntese e respiração, pois a intensidade desses processos depende, principalmente, do grau de abertura dos estômatos (Castro, 2010).

Estômatos são pequenas estruturas epidérmicas existentes principalmente nas folhas, mas podem ser encontrados em frutos, flores e caules jovens. Os estômatos são formados por duas células estomáticas (células guardas), que delimitam uma fenda (ostíolo), duas ou mais células anexas (acessórias ou subsidiárias). Através dos estômatos há uma comunicação direta do interior da planta com o ambiente (Santos, 2009).

O número de estômatos nas folhas varia entre 1000 e 100.000 por centímetro quadrado (em plantas com espinhos e em algumas plantas que perdem as folhas durante o inverno ou verão rigoroso, respectivamente). Os estômatos ocupam em uma folha cerca de 1 a 2% da área foliar total. As células estomáticas, ao contrário do que normalmente acontece com as outras células epidérmicas, possuem cloroplastos sendo capazes de realizar a fotossíntese (Santos, 2009).



Figura 6- Estômatos de Trepadeira (Dicotiledônea). Foto: Fabiana Santos

Fonte: <<http://www.infoescola.com/biologia/transpiracao/>>

A localização dos estômatos nas duas faces das folhas (superior e inferior) pode variar dependendo da espécie. Em espécies de regiões mais áridas, eles ocorrem em ambas as epidermes como adaptação para realização de das trocas gasosas sem prejuízos para o balanço hídrico (Santos, 2005). A seguir, podemos verificar a estrutura de um estômato ou de estômatos de lírio, a partir de observações realizadas pelos estudantes da COOPEC- Central-BA, em 2009:

Esta prática surgiu a partir da curiosidade dos alunos em relação às estruturas pelas quais as plantas respiram. Eles fizeram o seguinte questionamento durante o trabalho de investigação sobre o tamanho e crescimento dos seres vivos: “*os animais respiram pelo nariz, pulmão... então por onde as plantas respiram?*” Amenizar as dificuldades de compreender a dinâmica das trocas gasosas nos vegetais, bem como localizar esse processo no corpo das plantas é desafio para os professores das Séries Iniciais. A relação entre os fenômenos de respiração/fotossíntese e o período do dia em que eles ocorrem, sem evidenciar a estruturas por onde ocorrem tais processos, é bastante problemático porque as crianças não têm informações macroscópicas ou do cotidiano próximo sobre esses assuntos (Castro, 2010).

A partir da pergunta inicial dos alunos (“*por onde as plantas respiram?*”) seguiram as etapas: amostragem de uma folha de lírio para observação ao olho nu; realização de cortes e preparo de lâminas microscópicas; observação das lâminas pelos alunos e professoras; registro das observações no caderno de anotações e quadro de giz; comparação do material observado com figuras de livros; discussão do assunto e registro das curiosidades dos alunos (investigador). Estas etapas foram gravadas em áudio e/ou vídeo para análises posteriores (Castro, 2010).

Usamos como materiais nessas atividades o Microscópio, lâminas microscópicas, lamínulas, conta-gotas, lâmina de barbear, folha de lírio, máquina fotográfica e papel ofício (Castro, 2010).



Figura 7a – Estômatos 160x- alunos do 2º ano
Fonte: COOPEC, Central-BA, 2009.

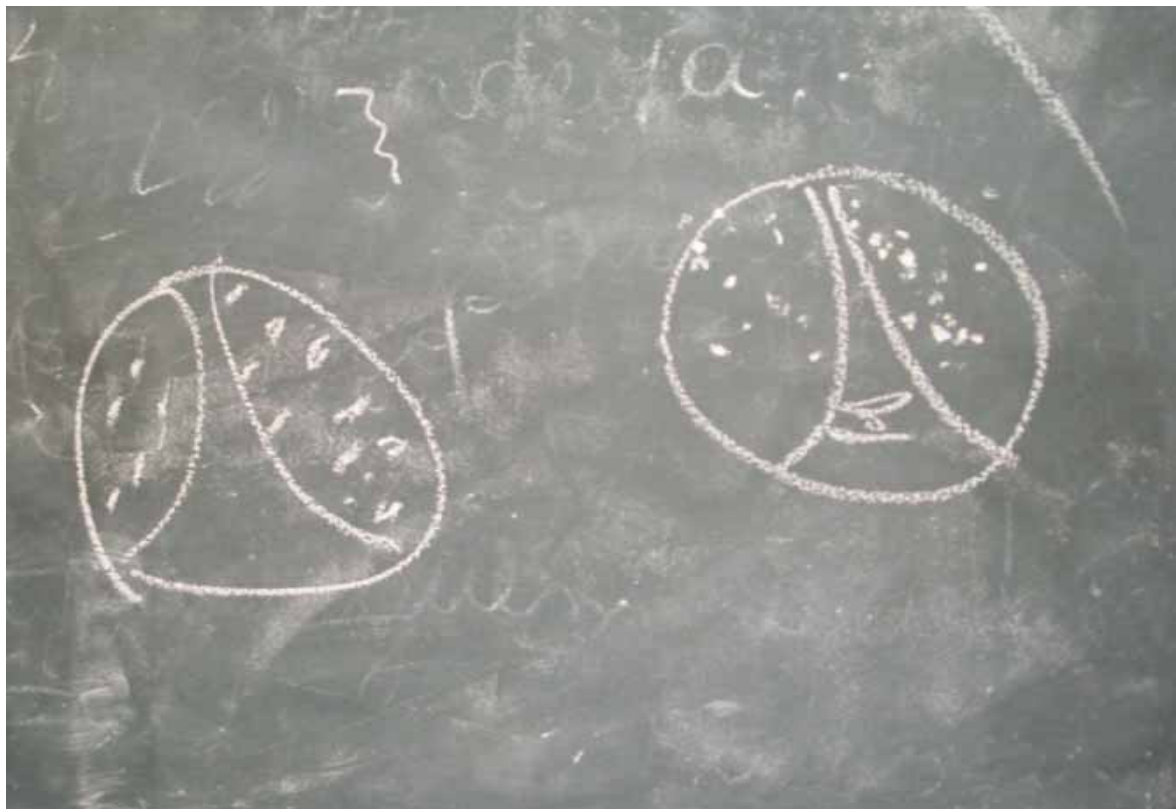


Figura 7b- Estômatos - 640x-aluno do 3º ano
Fonte: COOPEC, Central-BA, 2009.



Figura 7c - Estômatos 400x- alunos do 4º ano
Fonte: COOPEC, Central-BA, 2009.



Figura 7d - Estômato- 640x- aluna do 5º ano
Fonte: COOPEC, Central-BA, 2009.

Após as aulas ministradas pelos professores sobre esses conteúdos, a partir de perguntas específicas (questionário eee2), percebemos que os alunos (as) tinham conhecimento teórico satisfatório, considerando alguns erros conceituais sobre as trocas gasosas, mas ficou evidente o desconhecimento do fenômeno quanto à localização do mesmo no vegetal, quanto sua estrutura microscópica. As respostas mais frequentes sobre como as plantas respiram foram as seguintes: “*respiram pelas folhas*”... “*Respiram oxigênio e gás carbônico*” (Castro, 2010).

A aula prática sobre a respiração dos vegetais evidenciou as células da respiração das plantas (estômatos) e sua localização na folha, bem como motivou o surgimento de novas questões que o livro didático de ciências deixa o aluno sem resposta em muitas das suas indagações e/ou novos questionamentos (Castro, 2010):

Pode dormir num quarto fechado com plantas? As plantas que não têm folhas, como respiram (mandacaru)? Quando elas perdem as folhas, como respiram? Quando uma planta chora, a água vem de onde? Como o ar circula no corpo das plantas? Como a água chega às folhas se a chuva cai no solo... Se molharmos a planta, água desce (alunos das Séries Iniciais da COOPEC)?

Os alunos conhecem os órgãos/processo de respiração externa nos animais. Mas, nas plantas, eles chegaram a questionar se elas realmente respiram, tendo em vista que estas estruturas não são visíveis ao olho nu (Castro, 2010).

A partir da observação microscópica dos estômatos e das explicações para questões trazidas pelos alunos, foi possível perceber os limites de compreensão deles em relação à respiração das plantas, quais conceitos e procedimentos poderão ser trabalhados para ajudar o seu desenvolvimento cognitivo e compreensão da realidade estudada. Conceitos como estruturas respiratórias e sua localização na folha, trocas gasosas, absorção, transporte e importância, podem ser trabalhados de forma hierarquizada na relação macro e microscópicas da dinâmica respiratória das plantas (Castro, 2010). De acordo com Moura (2000), neste sentido, podemos desenvolver os conceitos derivados com base nestes conceitos originais, tais como: alimentos, nutrientes, crescimento, respiração interna, fotossíntese, etc.. Este procedimento pode ampliar o objetivo de simplesmente demonstrar/identificar os estômatos como estruturas de trocas gasosas e contribuir para esclarecimento das curiosidades apresentadas pelos alunos (Castro, 2010).

Outras questões relevantes foram colocadas pelos alunos do 3º ano: A respiração das plantas é igual a nossa a noite?; Por que o mandacaru respira pelo caule; Uma planta pode prejudicar outra planta?; Quando a folha seca, ela respira?; Por onde a água entra no vegetal?; Por que algumas folhas saem leite (Castro, 2010)?

Uma explicação necessária levantada em sala de aula (pesquisador) e discutida com alunos ocorreu por volta da importância das plantas na disponibilização e renovação do ar à nossa volta ou se retirar o verde da terra pelos desmatamentos, queimadas e outros meios de destruição dos vegetais, ou ainda por onde as plantas respiram. Essa discussão também envolveu as questões apresentadas pelos alunos. Usamos o termo boca como região da folha por onde ocorrem as trocas gasosas (estômatos) para facilitar a relação entre processos macroscópicos e teoricamente referenciados nos livros didáticos e as estruturas microscópicas da folha. Mas relacionamos também o termo “nariz” para complementar a explicação sobre trocas gasosas para os alunos (Castro, 2010).

Numa região quente, como essa, onde realizamos a pesquisa, as células estomáticas ficam mais tempo fechadas para também evitar a perda de água. A água entra pelas raízes e folhas, através dos seus estômatos, que funcionam como um suspiro o qual permite a circulação dos gases

na plantas e transporte de substâncias no vegetal por uma pressão exercida neste processo (Castro, 2010).

O mandacaru respira pelo caule porque suas folhas foram transformadas em espinhos para se adaptar ao ambiente pobre em água. A planta pode prejudicar outra se ela competir com outra por alimento, água, etc., ou, liberando substâncias tóxicas que evitam o desenvolvimento de outros vegetais. A algaroba, por exemplo, absorve bastante água do solo e não deixa outros vegetais se desenvolverem na área; O aveloz libera toxinas no solo e não deixa outros vegetais se desenvolverem juntos a eles (Castro, 2010).

Uma questão inicial para discussão desta prática, adotada inicialmente no 2º ano, e depois nas demais séries, foi a seguinte: Se sabemos que as plantas respiram e não estamos vendo isto ao olho nu; Se não podemos preparar uma lâmina microscópica com a folha inteira de lírio, então como podemos verificar por onde as plantas respiram? A turma respondeu em peso... *“fazendo um corte e levando ao microscópico”* (Castro, 2010)...

Em relação à respiração das plantas alguns alunos responderam assim: *“eu vi que as plantas respiram pelas folhas e vi as células das folhas e flores... e vi nestas células uns buracinhos por onde elas respiram”*... *“eu vi que as folhas têm pelos, que elas respiram pelos buracinhos que as minhocas fazem no solo e olhei buracinhos nas folhas também por onde elas respiram”*... Os registros dos alunos sobre os estômatos, comparado com a folha de lírio observada ao olho nu e com figuras dos livros didáticos de Biologia e/ou internet, possibilitaram uma melhor compreensão dos alunos sobre o assunto trabalhado, considerando as curiosidades apresentadas (Castro, 2010).

Fizemos inter-relação entre estruturas respiratórias de animais (nariz e boca) com as estruturas respiratórias microscópicas vegetais (estômatos), embora tecendo analogia com a macroestrutura da folha. Mas uma atividade experimental em nível macroscópico foi relatada nas turmas do Ensino Fundamental I, a saber: podemos colocar uma folha ou planta pequena num saco plástico; fechar o saco em seguida para verificar as trocas gasosas no vegetal. Esta prática foi desenvolvida na COOPEC, no III bimestre letivo de 2010, como parte do subprojeto de ensino intitulado “A vida das plantas” (Castro, 2010).

Com base em Duarte (1993; 2001; 2003; 2007), as atividades práticas (P1 e P2A/B) sinalizaram a formação de necessidades cada vez mais elevadas nos estudantes da COOPEC, e, portanto, mais próximas da ciência (não cotidiano). Nesta perspectiva, à medida que os alunos vão ampliando as diferenças entre organismos macroscópicos pequenos e os seres microscópicos, quanto à funcionalidade celular, por exemplo, eles estarão avançando sua compreensão em relação ao senso comum (cotidiano). Reiteramos esse ponto de vista, quando nas aulas práticas sobre trocas gasosas em vegetal, verificamos um aumento da preocupação das crianças no tocante a desertificação do ecossistema local (caatinga) e a emergência da realização de reflorestamento nas áreas degradadas do Município de Central-BA (Castro, 2010).

Ainda que de forma geral, percebemos os diferentes conceitos emitidos pelos estudantes durante a demonstração das aulas com auxílio do microscópio no que tange aos aspectos de tamanho, estruturas celulares e suas funções. Os questionamentos trazidos por um aluno, por exemplo, antes da observação microscópica, durante a prática, e, após a intervenção do pesquisador, apresentaram mudança de significado conceitual (Castro, 2010).

Essa variedade de formas que as crianças utilizam para explicar os aspectos de tamanho e funções vitais de seres vivos se relacionam com a importância que os assuntos apresentam para elas e do desafio requisitado para compreensão de tais aspectos (Castro, 2010). Essas formas envolvem graus de generalidade diversos que se ampliam com o aumento da idade a depender do modo como o ensino é realizado. Vygotsky (1991) assegura que o conhecimento dos procedimentos que a

criança usa para compreender tais conteúdos é fundamental para construção da sua consciência reflexiva.

Durante as aulas e/ou intervenção do pesquisador na COOPEC, os estudantes puderam reproduzir as observações realizadas, tanto microscópicas, quanto àquelas expostas pelos professores e seus colegas de sala de aula (Castro, 2010). Eles reproduziam os experimentos, de forma coletiva, no quadro de giz. Neste sentido, a cooperação e a imitação desenvolvidas auxiliaram na explicação dos conteúdos, como assegura Vygotsky (1991).

Considerações finais

Em analogia ao referencial de Vygotsky (1991) acerca da temática microorganismos, micro e macro células e respiração vegetal, podemos afirmar que embora exista uma base comum referente às concepções alternativas dos estudantes sobre os referidos itens de estudo em diferentes países, como asseguram Driver (1985), Byrne e Sharp (2006), percebemos que as discordâncias são bastante visíveis em relação a esses assuntos. Lawson (1988) e Popov (2010), por exemplo, afirmam que há poucos conhecimentos espontâneos por parte das crianças em relação ao conhecimento científico (funções vitais de plantas).

Os conhecimentos espontâneos dos alunos da COOPEC obtidos durante a observação das aulas práticas avançam em relação às pesquisas de Popov e Lawson, quando estes referenciam a supremacia do conhecimento científico para as temáticas de funções vitais de plantas (Castro, 2010).

A nossa pesquisa evidencia uma grande quantidade de conhecimentos espontâneos e científicos acerca de microorganismos e funções vitais de plantas em nível de conceitos em geral, mas na interação/processos referentes às funções vitais (respiração) destes organismos (plantas), a compreensão dos estudantes ainda fica, no geral, restrita ao plano das concepções espontâneas. No tocante a respiração, evidenciamos indícios de interações sistêmicas/processos em proporção ao aumento da idade das crianças (Castro, 2010).

Antes da realização das aulas práticas (início) pelo pesquisador na COOPEC, observamos a presença do conhecimento escolar isolado (científicos), a grande quantidade de conhecimentos prévios dos alunos acerca destes conceitos isolados, bem com a ampliação destes, sob a forma de questionamentos. Estes questionamentos foram ampliados após o desenvolvimento das atividades práticas sobre microorganismos e plantas, de forma proporcional a idade dos alunos, ou seja, os mais novos emitiram um maior número e diversidade de questões, embora as mais velhas aprofundassem no nível de questionamento para os itens relacionados (Castro, 2010).

Assim, as aulas do pesquisador contribuíram para o avanço do conhecimento dos estudantes no que diz respeito aos conhecimentos espontâneos e escolares sobre os conceitos de microorganismos e respiração nos vegetais. Essas aulas possibilitaram a observação factual de estruturas microscópicas, a descrição básica das mesmas (aumento) e ajudou na compreensão das funções desempenhadas por elas, ou ao menos, suscitou a formulação de novas perguntas, outras necessidades de estudo, bem o alargamento de atitudes por parte dos estudantes, em relação às respostas aos problemas cotidianos. Esse tipo de intervenção propicia uma correlação e reflexão dos conteúdos escolares e suas respectivas práticas e extensão destas para o plano social da vida da sala de aula (Castro, 2010).

Pelo exposto, notamos então, um hiato entre os dois “mundos” de conhecimento (cotidiano e escolar), entre os quais discorreremos a nossa discussão neste trabalho. Por isso, entendemos a necessidade de incluir, no planejamento escolar, os conhecimentos espontâneos dos estudantes da COOPEC, experimentos e/ou atividades de ensino capazes de aprimorá-los e contribuir para o desenvolvimento conceitual da criança, numa relação mútua entre as influências dos saberes

cotidianos e escolares para tal desenvolvimento. Assim, estaremos buscando uma forma de conduzir o ensino para uma compreensão conceitual, ao invés de apenas mobilizá-lo com vistas à memorização ou conhecimento de conceitos que não contribuem para a evolução do saber científico e funcional da criança (Castro, 2010).

Referências

- Alvez-Mazzotti, A. J.; Gewandsznajder, F. (1999). O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa. 2. ed. São Paulo: Pioneira.
- Byrne, J.; Sharp, J. (2006). Children's ideas about micro-organisms. *School Science Review*, v. 88, n. 322, september
- Brasil. Ministério da Educação e do Desporto. (1997). Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais. Brasília: SEF.
- Castro, D.R. (2010). Estudo de Conceitos de Seres Vivos nas Séries Iniciais. 2010. Dissertação (mestrado)- Universidade Federal da Bahia. Salvador.
- Driver, R. (1985). *Children's ideas in science*. Milton Keynes, UK: Open University Press
- Duarte, N. (2003). Conhecimento tácito e conhecimento escolar na formação do professor por que Donald Shon Não compreendeu Lúria. *Educação e sociedade*, v. 24, n. 83, ago.
- Duarte, N. (2001). *Educação escolar, teoria do cotidiano e a escola de Vigotsky*. Campinas: Autores Associados.
- Duarte, N. (2007). *Educação escolar, teoria do cotidiano e a escola de Vigotsky*. Campinas: Autores Associados.
- Duarte, N. (1993). *A individualidade para-si: contribuições a uma teoria histórico-social da formação do indivíduo*. Campinas: Autores Associados.
- Gasparin, J.L. (2009). 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.
- Lawson, A.E. (1988). 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.
- Moura, M. P. (2000). *Desenvolvimento do pensamento: um estudo sobre formação de conceitos com jovens e adultos em processo de escolarização*. 2000. Dissertação (mestrado) - Universidade de São Paulo. São Paulo.
- Pines, L., West, L. (1984, Mimeografado). *Compreensão conceitual e aprendizado da ciência: uma interpretação da pesquisa dentro de um arcabouço teórico de fontes do conhecimento*.
- Popov, O. (2010). 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.

Santos, D. M. M. (2009). Disciplina de fisiologia vegetal. Jaboticabal: Unesp, 2005. Disponível em: <<http://www.ciagri.usp.br/~lazaropp/FisioVegGrad/RelacoesHidricasII.html> 1>. Acesso em: 11 ago.

Soares, J. L. (1993). Dicionário etimológico e circunstanciado de biologia. São Paulo: Scipione.

Vygotsky, L. S. (1991). Pensamento e linguagem. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes.

Recebido em: 17.02.2011

Aceito em: 04.11.2011