

A COMPREENSÃO DOS ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL I SOBRE ESTRUTURA E FUNCIONALIDADE VEGETAL

The understanding of Elementary School Students I about plant structure and functionality

Darcy Ribeiro de Castro [dcastro@uneb.br]

Professor da Universidade do Estado da Bahia - UNEB/ Campus XXIV-Xique-Xique-BA

Doutor 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

O presente trabalho foi desenvolvido na Cooperativa de Ensino de Central-BA- COOPEC, no período de 2010 a 2012. Trata-se de um estudo com crianças na faixa etária entre 7 e 11 anos de idade. Tem como referencial teórico principal a Teoria Histórico-Cultural, especialmente, no que tange a sua contribuição para formação de conceitos científicos. Este trabalho teve como objetivo investigar como ocorre a compreensão dos alunos do Ensino Fundamental I sobre os conceitos de estrutura e funcionalidade de vegetais mediante aulas teórico-práticas ministrados na referida escola. A coleta de dados foi realizada, tendo em vista a pesquisa qualitativa no âmbito geral mediante observação participante. Os registros foram feitos por meio de gravações, anotações e fotografias. Analisamos os dados transcritos e as imagens selecionadas, de forma comparativa, indicando diferentes níveis de compreensão conceitual dos estudantes. Observamos um aumento gradativo nos conhecimentos espontâneos e científicos, envolvendo a estrutura e função de vegetais, enfatizando a importância deles para o ser humano e para a natureza.

Palavras-chave: Conhecimento espontâneo; Conhecimento científico; Vegetais; Ensino Fundamental.

Abstract

The present work was developed in Central Education Cooperative-BA-COOPEC, during the period from 2010 to 2012. This is a study with children aged between 7 and 11 years of age. Has as theoretical main historical-Cultural theory, especially regarding their contribution to formation of scientific concepts. This work aimed to investigate how the understanding of elementary students (I) on the concepts of structure and function of plants by means of theoretical-practical lessons taught in this school. The data were collected, with a view to qualitative research in General through participant observation. The records were made through recordings, notes and photographs. We analyze the data transcribed and the selected images, comparative form, indicating different levels of conceptual understanding of students. We observed a gradual increase in spontaneous and scientific knowledge, involving the structure and function of plants, emphasizing the importance of them for man and nature.

Keywords: Spontaneous knowledge; Scientific knowledge; Vegetables; Elementary School

Introdução

O trabalho intitulado “A Compreensão dos Estudantes do Ensino Fundamental I sobre Estrutura e Funcionalidade de vegetais” 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 faz parte de uma pesquisa de doutorado e envolve crianças com faixa etária de 7 a 11 anos de idade, como base para o ensino destes conceitos na referida escola, no período de 2009-2012.

O presente estudo envolve a relação entre a estrutura e a funcionalidade de plantas. Para tal, consideramos como pressuposto a Teoria Histórico-cultural de Vygotsky, sobre a construção dos conceitos científicos. Contamos no nosso estudo com conceitos comuns na Teoria Histórico-Cultural, como conceito espontâneo, conceito científico, mediação, Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), funções psicológicas elementares e funções psicológicas superiores (Vygotsky, 1991; 2010).

Na perspectiva de análise do conhecimento do aluno, usamos alguns trabalhos realizados voltados para estudo dos conhecimentos espontâneos e/ou conhecimentos escolares (científicos) da criança sobre estrutura e funcionalidade de vegetais e que coadunam com a teoria de Vygotsky, como: Lawson (1988), Giordan e Vecchi (1996), Kawasaki (1998), Bizzo e Kawasaki (2000), Kwen (2005), Tanner e Allen (2005), Charrier, Cañal e Vega (2006), Castro (2010), Sigurjonsdóttir e Thorvaldsdóttir (2010), Yorek, Sahin, Ugulu (2010), Hayashi, Porfirio e Favetta (2011) e Castro e Bejarano (2012b, 2012c, 2013b). Para tanto, investigamos o seguinte problema: "como ocorre a compreensão dos conceitos de estrutura e a funcionalidade de vegetais no Ensino Fundamental I mediante aulas teórico-práticas ministradas na COOPEC"?

Este estudo se propõe a realizar uma investigação que contemple objetivos mais específicos como:

- 1) Identificar os conceitos relativos aos conteúdos de estrutura, tamanho e funções vitais de vegetais;
- 2) Analisar os conceitos relativos aos conteúdos de estrutura e funções vitais de vegetais;
- 3) Compreender os conceitos adquiridos pelas crianças em relação aos conteúdos de estrutura e funções vitais de vegetais.

Com base em Moura (2000) e Castro (2010), os conceitos de ser vivo/vegetal 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.

A nossa investigação envolveu o seguinte pressuposto: Os alunos têm dificuldades em compreender os conceitos relacionados às funções vitais (fotossíntese, respiração, transpiração e crescimento) de vegetais e as estruturas envolvidas no desenvolvimento destas funções.

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 o mencionado pressuposto (Castro, 2010).

Breve Referencial: A mediação e a aprendizagem conceitual

O domínio conceitual das crianças é ampliado quando se observa que elas conseguem encontrar nos objetos/fenômenos dados para responder suas questões, dúvidas ou conseguem os manipular e interagir consigo mesmo, a fim de conseguir suas respostas (Vygotsky, 2010). A

realização de aulas práticas pode facilitar a aprendizagem das crianças, mas para assuntos abstratos ou que elas não apresentam referente concreto (exemplos), o ensino precisa ser efetivamente mediado, a fim de contribuir para a formação dos conceitos científicos a partir dos espontâneos. Consideramos, para isto, algumas diferenças entre os conhecimentos espontâneos e científicos. Os conceitos espontâneos estão ligados à vivência, são assistemáticos, 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).

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. Tal posição envolve também formas de pensamento típicas que podem estar associadas ao egocentrismo infantil: o finalismo e o vitalismo. Para Delizoicov e Angotti (1994), o finalismo está voltado para atender às necessidades próprias dos seres vivos e para dar aos objetos características visíveis e não visíveis; o vitalismo 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.

As aulas teórico-práticas realizadas no espaço escolar ou fora dele, se for o caso, podem possibilitar a reconstrução do curso do desenvolvimento do comportamento e da consciência dos alunos, desde que a escola ofereça condições para esse fim. Este é um processo mediado sucessivamente e que deve perpassar várias etapas e níveis de aplicação em que uma atividade é rememorada na outra, propiciando a intervenção seguinte com a realização de novas aulas teórico-práticas. Neste sentido, 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.

Este autor indica a mediação como base para a transição entre os processos psicológicos elementares¹ para os superiores² 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 psicológicas elementares, enquanto a atenção voluntária, a memória, o pensamento 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,

¹As funções elementares têm como característica fundamental o fato de serem total e diretamente determinadas pela estimulação ambiental (Vygotsky, 2008, p.33).

² 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).

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.

Leontiev, citado por Vygotsky (2008), demonstrou claramente o papel dos signos no desenvolvimento da atenção e da memória voluntárias. 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.

A pesquisa de Leontiev com os cartões³ esclarecem que as crianças com faixa etária entre 8-9 e 10-12 anos erram, proporcionalmente, menos as tarefas e questões com a ajuda de signos externos do que as com 5-6 anos de idade. Isto evidencia que é a partir do período escolar que as crianças começam a internalizar os signos externos e a mediação pedagógica⁴ é indispensável para essa função.

A mediação pedagógica está vinculada ao uso de instrumentos (microscópio, balança, reagentes...) e signos, bem como às suas inter-relações como parte de um mesmo processo, conforme esclarece 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 o 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

³ 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 tardiamente na terceira situação. Antes e depois de cada tarefa fazíamos perguntas com o objetivo de determinar se as crianças se lembravam das instruções e se as tinham entendido" (Vygotsky, 2008, p.34-35).

⁴ 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).

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. Para Vygotsky esse é 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 mediante a internalização da atividade externa.

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 (Inter psicológica), e, depois, no interior da criança (intrapicológica);
- 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 e destes com natureza. A criança, especialmente, desenvolve melhor essas funções, se assim a experiência escolar contribuir com aumento do significado dado para elas aos objetos/eventos ao longo do processo, inicialmente social.

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 propicia meios que auxiliam os alunos a pensarem com base em parâmetros científicos, tampouco contribui para uma melhor compreensão do seu meio (Sforni, 2004).

A participação da criança em atividades práticas cujos resultados se aproximam da experiência coletiva apropriada pela comunidade científica e se refletem na ampliação do significado dos fenômenos observados e que fazem parte da sua cultura⁵ pode possibilitar novos conteúdos e formas de abordagem para o ensino. Com base em Sforni (2004), o ensino que tem em vista o desenvolvimento de conceitos e formas gradativas de compreensão destes conceitos deve considerar a percepção dos alunos acerca dos referidos conceitos, a representação e os conceitos e proposições. Para ela, o trabalho deve contemplar três (3) momentos:

- 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 anos.

⁵ 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).

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 (do abstrato para o concreto). 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. Esse ensino avança sobre o uso do conceito nos limites empíricos, em que o aluno o usa apenas para apresentação dos fatos (Sforni, 2004). Com base em Vygotsky (2008), uma maneira eficiente para auxiliar nesse processo é o desenvolvimento das aulas, 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, ainda que parcialmente, e pode realizar com apoio do professor ou adulto que conhece os conceitos a serem ensinados para chegar ao novo patamar de conhecimento ou Zona de Desenvolvimento Real (ZDR). A ZDP fundamenta-se essencialmente na capacidade que a criança em resolver problemas, compreender e/ou aplicar os novos conhecimentos adquiridos a partir do ensino, tendo como ponto de partida o seu estado atual de conhecimento (ZDR), que denota o nível do aprendizado alcançado a cada ciclo do desenvolvimento. Para esse autor, o bom ensino é aquele que se antecipa ao desenvolvimento da criança e contribui para que ela faça sozinha amanhã (ZDR) o que fazia ontem com ajuda de um adulto ou professor (ZDP).

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 liberado por ela é comum entre crianças de 10 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. As crianças mais velhas não relacionam a nutrição das plantas com a sintetização de carboidratos, proteínas e lipídios, tampouco com a respiração, crescimento, reprodução, entre outras funções vitais delas (Sigurjonsdóttir & Thorvaldsdóttir, 2010).

Quando 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, mas sim nas suas vivências diárias.

Para Castro (2010), 31% dos alunos da escola primária têm a concepção de que as plantas recebem água do solo como alimento; 15% dos alunos acreditam que as plantas usam os diferentes componentes do solo como: areia, húmus, ar, argila etc. para compor o seu alimento e apenas 3% deles relacionam os sais minerais à referida função. Para esses alunos, as plantas crescem através da decomposição de diferentes organismos (plantas, 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, gases, trocas gasosas se faz necessário, tendo em vista o que eles pensam sobre estas questões. Quanto à respiração, esses autores 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. Contudo, reconhecemos que essa aquisição de visão geral pode ser limitada as crianças pela dificuldade que eles têm sobre a compreensão da célula como organismo independente em que se relacionam as estruturas às funções realizadas, como decorrente da não diferenciação entre estrutura e tamanho de células,

moléculas ou mesmo entre organismos microscópicos e macroscópicos pequenos (Castro, 2010; Yorek; Sahin; Ugulu, 2010).

Os autores Castro (2010) e Castro e Bejarano (2012c, 2013b) acrescentam que a visão sistêmica é ampliada em cada série do ensino fundamental I, conforme as necessidades de aprendizagem dos alunos. 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)⁶, 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 implica reciprocamente no desenvolvimento um do outro, como atesta Vygotsky (1991, 2010).

A visão sistêmica acima mencionada pode ser ampliada mediante a realização de experimentos simples, a exemplo da demonstração da existência do gás carbônico. Giordan e Vecchi (1996) relatam que para esse experimento, os alunos da escola primária inferem que uma pequena planta colocada 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; já para o experimento realizado durante o dia, sem o papel escuro cobrindo a campânula, os alunos percebem que 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 a interação dos alunos com 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 forem ensinados com experimentos em que eles participam efetivamente do processo, como naqueles discutidos por Giordan e Vecchi (1996), eles poderão 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.

O Caminho Metodológico

O trabalho interventivo na COOPEC

⁶ 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 4 turmas.

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.

A intervenção envolveu, em geral, 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 24 horas/aula a partir de 2010, sendo usadas para Elaboração de Miniprojetos (4h), atividades práticas (3h), reunião/professor as para avaliação de miniprojetos (1h), a cada ano.

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 estrutura e funções vitais de 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.

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 auto realização. Esta escola atende geralmente a crianças filhas de funcionários públicos municipais da sede e povoados, com dificuldades financeiras, na sua maioria. Por isso, acreditamos que as aulas práticas podem contribuir com a ampliação do propósito de formação de seus alunos, mediante construção de formas de pensamento mais elaboradas.

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 e funcionalidade vegetal, bem como no apoio ao desenvolvimento de várias atividades durante a realização da pesquisa, tais como: registros fotográficos, filmagem das aulas práticas 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 (a partir de 2010) 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 participou das aulas práticas igualmente (sem distinção) àqueles com quem iniciamos a pesquisa.

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 (Castro, 2010, p.83).

Iniciamos o trabalho investigativo no nível de desenvolvimento atual ou Zona de Desenvolvimento Real (ZDR) dos alunos (conhecimentos espontâneos), com base numa 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 (2010-2012), sendo que tomamos como ponto de partida, a cada ano, a nova Zona Desenvolvimento Real dos alunos para as novas atividades/experimentos desenvolvidos com eles (Castro, 2010). Visamos, com isto, a atender aos questionamentos elaborados por eles e pesquisador em relação às aulas práticas anteriormente realizadas.

A partir da pesquisa realizada em 2009, descrevemos a prática inicial dos conteúdos proposta por Castro (2010). 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.

A 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 das aulas práticas 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 apresentados pelos alunos e pesquisador no período de 2010-2012, tendo como base as aulas práticas realizadas em 2009 (tecido vegetal/respiração órgãos reprodutivos) e 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 em vegetais. 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.

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, conforme descrito abaixo:

QUADRO 1– Aulas práticas realizadas na COOPEC com alunos do Ensino Fundamental I

Estrutura/Função	2010	2011	2012
Plantas	Experimento luz e vida	Experiência com copo de leite	Estrutura microscópica do sistema de transporte/reserva

Fonte: COOPEC, Central-BA– Período 2010-2012

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 professoras⁷. 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 (Sforni, 2004). Por isso, indicar a ampliação no uso e compreensão dos conceitos de seres vivos, envolvendo estrutura e funcionalidade de plantas 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.

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.

A pesquisa qualitativa

Usamos pesquisa qualitativa vinculada ao método de observação participante no levantamento de dados acerca do problema de investigação “como ocorre a compreensão dos conceitos de estrutura e funcionalidade de vegetais 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).

⁷ 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 a estrutura e a funcionalidade vegetal.

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 2010 a 2012. A coleta de dados ocorreu com a observação das Aulas Práticas P2 a P4 (09h), sendo 1h disponibilizada para o levantamento de conhecimento acerca dos conteúdos de cada prática. Essas aulas envolveram os seguintes aspectos de conteúdos:

- 1) P2- Luz e crescimento vegetal, fatores envolvidos na fotossíntese, trocas gasosas e nutrição vegetal
- 2) P3- Estrutura macroscópica e transporte de substâncias no corpo vegetal;
- 3) P4- Estruturas macro/microscópicas dos sistemas de transporte, células e tecido de reserva vegetal.

Optamos pelo uso da observação estruturada/participante para descrever essas 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 significativamente 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 contribuir para que sejam visíveis os aspectos abstratos dos conteúdos. Porém, as falas dos alunos, sobremaneira, têm a contribuir para ampliação da representação dos conceitos a serem apropriados por eles, principalmente para aqueles em que os desenhos não conseguem retratá-los.

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.

Elaboramos relatórios sobre estas práticas, a fim de sistematizar os conhecimentos adquiridos pelos alunos no período de 2010-2012.

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 dos vegetais pesquisados. Os momentos individuais fizeram parte das demonstrações práticas feitas pelo pesquisador em que os estudantes apenas registram as primeiras impressões sobre o conteúdo ensinado. Os depoimentos dos estudantes foram gravados em áudio e vídeo, enquanto os registros feitos por eles em quadro de giz, folha de caderno ou papel ofício (desenhos, esquemas e frases) foram fotografados com apoio das professoras regentes.

Usamos as denominações “A1”, “A2”, “A3” e “A4” para representar nomes dos alunos (as) 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) ou 4 (quatro) alunos para fins de realização da recolha de dados. Assim, contamos com a participação da

turma completa, sendo que apenas três (3) ou quatro (4) respostas foram selecionadas, conforme atender aos itens de pesquisa correlatos com a Zona de Desenvolvimento Proximal dos alunos.

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. Outrossim, intencionamos analisar quais conceitos e formas de pensamento (espontâneo ou científico) 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 mediante método comparativo para fins de busca dos graus de generalização conceitual dos estudantes. Este método permite a investigação de indivíduos, classes, fenômenos ou fatos, com vistas a ressaltar as diferenças e similaridades entre eles (Gil, 2007).

Os registros originados das observações dos alunos nas aulas práticas sobre vegetais sem ou com auxílio do microscópio, tais como desenhos, fotografias e depoimentos foram selecionados, conforme sua capacidade de representar os conteúdos e formas de compreensão acerca das estruturas e funções vitais destes organismos, principalmente no que tange ao esclarecimento das questões levantadas pelo pesquisador ou por eles mesmos. Em seguida, organizamos e analisamos os registros de acordo com a ordem crescente das turmas (3º ao 5º ano) a partir dos referenciais apresentados.

Buscamos com isto viabilizar a análise dos resultados da intervenção para fins de se refletir sobre a contribuição desta prática para aprendizagem dos alunos e suas implicações para a formação de professores do Ensino Fundamental I e para ampliação da pesquisa na área.

O conhecimento biológico dos alunos da COOPEC: Estrutura e funções vitais de vegetais

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 de lírio (*Lilium sp*) 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 ciclo 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 1a, b, c, d).



Figura 1a– Montagem do experimento
Fonte: COOPEC, Central-BA, 2010



Figura 1b– Crescimento vegetal – Caixa fechada



Figura 1c– Crescimento vegetal – Fora da caixa
Fonte: COOPEC, Central-BA, 2010



Figura 1d– Aula do pesquisador

Previamente, questionamos sobre como deveria ocorrer o crescimento das plantas dentro de alguns dias; em seguida, instigamos-lhes (fig.1a, 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 iguais àsquelas 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 da COOPEC, 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 crescimento vegetal, como resultante de uma interdependência funcional entre os 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 iniciassem uma melhor compreensão para os conceitos de fotossíntese, sais minerais, clorofila, absorção da luz e na importância da interação destes fatores. Isto evidencia que crianças com idade abaixo de 10 anos podem iniciar a elaboração dos conceitos ora referidos para além da experiência do dia a dia ao contrário do que afirmam autores como Lawson (1988) e Castro e Bejarano (2013b), porém sem desconsiderar a sua importância para a formação conceitual.

O papel da luz tem implicação principal para articulação inicial das respostas dos alunos para os itens questionados por eles e retomados em síntese pelo pesquisador após a realização das aulas práticas, 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"*; 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"*. Neste sentido, os conceitos como luz, sobrevivência, força, tamanho, dureza ou resistência, desenvolvimento, crescimento e nutriente representam um sistema conceitual em que os dois últimos como científicos em formação, ao mesmo tempo em que precisam dos primeiros como base para sua edificação mediante trabalho prático realizado, podem também contribuir com elevação do nível de compreensão dos alunos para tais conceitos, se assim o ensino for destinado para este fim (Castro, 2010).

Os alunos do 3ºano sabem que os materiais orgânicos e inorgânicos estão relacionados ao crescimento vegetal. Para autores como Castro (2010) e Castro e Bejarano (2012c, 2013b) esse conhecimento é assimilado dentro de uma visão sistêmica mais geral ou macroscópica, a qual pode ser ampliada com a realização de aulas práticas. Contudo, estes estudantes não conseguem relacionar tais materiais em nível de seus elementos mais específicos como vitaminas, sais, carbono, entre outros, numa percepção mais intrínseca ou microscópica. Isto sinaliza que o processo de análise ou decomposição dos fenômenos, como parte da formação de conceitos, foi iniciado com essas crianças, mas a síntese que faz parte do mesmo processo, para estes assuntos, não foi evidenciada. Podemos inferir que essa é uma questão decorrente da maior especificidade dos conteúdos para os quais as crianças com faixa etária de 8/9 anos de idade não estão aptas para internalizá-los, em seus aspectos de interação, numa escala microscópica (Vygotsky, 2008).

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 (2a, b):



Figura 2a– Plantas - Caixa fechada com abertura no meio
Fonte: COOPEC, Central-BA, 2010.

Figura 2b – Plantas – Fora da caixa

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 estiolação⁸. Outra questão que podemos inferir é que, embora o vegetal cresça mais sob essas condições, ocorre uma redução temporária na fotossíntese. As crianças iniciaram uma associação entre luz, fotossíntese, hormônios e crescimento, sinalizando que novos conceitos podem ser internalizados dentro de um sistema a partir da atividade prática realizada.

Na verdade, este trabalho prático envolve diferentes variáveis (tamanho, massa, espessura, tipo de ambiente, luz, plastos...) as quais os alunos começaram a tecer relações para iniciar a compreensão de eventos biológicos como fotossíntese, crescimento, dentre outros correlacionados. Assim, o ensino é direcionado de forma indutiva inicialmente, passa a ganhar elementos com a atividade prática para fins de favorecer a dedução sobre o fenômeno estudado, ainda que realizada com crianças pequenas. Essas crianças começam a desenvolver generalizações teóricas para assuntos específicos desde cedo, mediante representações (desenhos, falas...) voltadas para as propriedades internas dos objetos/eventos que são mais perceptíveis ou comuns para crianças maiores (Sforni, 2004).

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

⁸Estiolação. (Do fr. *étioler*, '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).

Sublinhamos, pelo exposto, a influência do experimento/aulas práticas para o esclarecimento aos alunos acerca do desenvolvimento vegetal (Giordan & Vecchi, 1996). 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. Percebemos que a base para o desenvolvimento conceitual da criança pode ser possibilitada desde cedo a partir do ensino que envolva a transição de um evento concreto para abstrato (vice-versa), como parte de um mesmo sistema (Vygotsky, 1991; 2000; 2010).

Apesar da relutância dos alunos em relacionar as 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, Cañal 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. Para perguntas relacionadas relação ao crescimento vegetal, por exemplo, 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?, como ilustrado, a seguir:

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 formas de pensamento articulam dentro de um sistema, os conceitos de crescimento vegetal, trocas gasosas, respiração, fotossíntese, transporte de seiva bruta e elaborada e síntese de matéria orgânica. É a atividade prática que possibilita essa aproximação de visões espontâneas e científicas dos alunos da COOPEC, ainda que preliminares por conta da idade das crianças e da pouca experiência com eventos biológicos desta natureza nos anos anteriores (Giordan & Vecchi, 1996).

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 realizadas em 2010, ministramos aulas sobre a estrutura e transporte de substâncias no corpo vegetal na COOPEC, em 2011 (4º ano). Estas tarefas tiveram como base as observações macroscópicas feitas pelos alunos no ano anterior, 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*) 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 vasos⁹; 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)¹⁰ 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. 3a, b, c):



Figura 3a– Observação ao microscópio– Alunos do 4º ano– COOPEC
Fonte: COOPEC, Central-BA, 2011



Figura 3b– Experiência com o copo de leite
Fonte: COOPEC, Central-BA, 2011



Figura 3c– Desenhos dos alunos do 4º ano– COOPEC

1) Por que o uso do anil na experiência da flor colocada no copo com água?

⁹ 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.

¹⁰ 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).

- 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?
- 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 P3) 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.4a, b). O pesquisador ampliou essa discussão ao responder os itens questionados (10) pelas crianças da COOPEC.



Figura 4a– Desenhos dos vasos- tecidos de copo de leite– 4º ano– 2011
Fonte: COOPEC, Central-BA, 2011

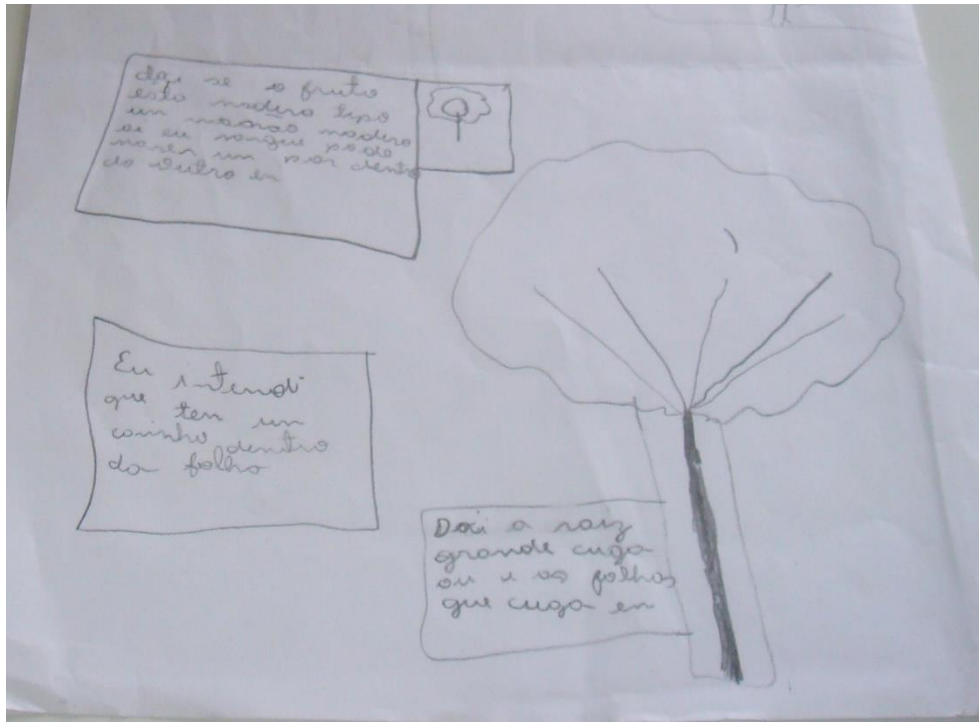


Figura 4b– Desenhos dos vasos- tecidos de copo de leite– 4º ano– 2011
Fonte: COOPEC, Central-BA, 2011

Isto favoreceu um aumento na conexão dos conteúdos escolares em relação aos assuntos do cotidiano, com operações envolvendo mais raciocínio lógico, memória e atenção voluntárias do que no ano anterior. Isto evidencia a contribuição das aulas práticas para o aumento da objetividade, da concretude e da relação causal e sistêmica na representação de eventos abstratos pelos alunos sob a forma de desenhos e da escrita, conforme asseguram os autores Castro (2010) e Castro e Bejarano (2012c, 2013b).

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 à funcionalidade vegetal. Inferimos que, para estes autores, as crianças não conseguem (ou o fazem escassamente ou pobremente) associar trocas gasosas, fotossíntese, respiração, sistema de transporte e crescimento de plantas.

Por outro lado, apoiados na concepção de Kawasaky 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.4a, 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 recebe 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:

A1- A seiva bruta é filtrada na folha e se transforma em seiva elaborada [...] A2- Os sais servem para dar cor na clorofila [...] A3- 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 [...] [...] A4- 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. Para esses últimos aspectos conceituais, os alunos encontram mais dificuldades de compreensão por se tratar de estruturas novas e específicas (vasos) e interação de materiais envolvidos na fotossíntese (água, minerais...). Esta dificuldade também foi encontrada por eles nas aulas práticas realizadas em 2010.

Assinalamos ainda que o predomínio do pensamento espontâneo desses alunos é reflexo da visão egocêntrica (finalista) que têm sobre mundo a qual, para superação, é dependente do ensino escolar. É comum, então eles afirmarem que água serve para formar os frutos, os frutos servem para a planta se nutrir e as plantas criam proteínas para a gente comer etc. (Delizoicov & Angotti, 1994). Isto evidencia que o ensino escolar precisa ser direcionado para atender às necessidades de aprendizagem dos alunos para que estes possam desenvolver formas de pensamento mais elaboradas.

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 autores como Giordan e Vecchi (1996), 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 do Ensino Fundamental I 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. Além disto, o ensino potencializa a ampliação de conhecimentos espontâneos, como relatado anteriormente, a partir dos quais o ensino dos conceitos científicos correspondentes pode ser efetivado, conforme 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”*.

Com base em Delizoicov e Angotti (1994), notamos nos depoimentos acima mencionados uma visão egocêntrica dos alunos do 4º ano (A1/A2) sobre os objetos/eventos em que os conceitos de força, quantidade (vitalismo), permanência/composição de nutrientes (finalismo). Essas formas de pensamento podem servir de base para o ensino dos conceitos científicos relacionados ao transporte, nutriente e absorção de água.

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

No 4º Bimestre de 2012, realizamos aulas práticas acerca de estruturas de transporte e reserva vegetal com alunos do 5º ano (faixa etária de 10/11 anos de idade), envolvendo uma comparação entre as dimensões macro e micro celular, enfatizando este último aspecto estrutural. Esta atividade foi desenvolvida com a amostragem de lâminas microscópicas prontas sobre os tecidos de transporte (xilema/vasos lenhosos e floema/vasos liberianos) e de figuras de tecido de reserva vegetal contidas em livros de biologia, a exemplo de Amabis e Martho (2004).

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 livros didáticos referidos anteriormente. 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 que ao fazer essas inferências e comparações mais específicas, os estudantes do 5º ano começam a desenvolver as funções psicológicas superiores a partir das funções elementares (percepção limitada, imaginação...). Acrescentamos que os meios utilizados pelo pesquisador (lâminas prontas e figuras de livro didático) nas aulas teórico-práticas foram determinantes para aumento da compreensão destes alunos sobre as estruturas de transporte (xilema e floema) e a circulação da seiva nos vegetais (Vygotsky, 1991; 2000; 2008; 2010).

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.5) que realizam as referidas funções vitais.

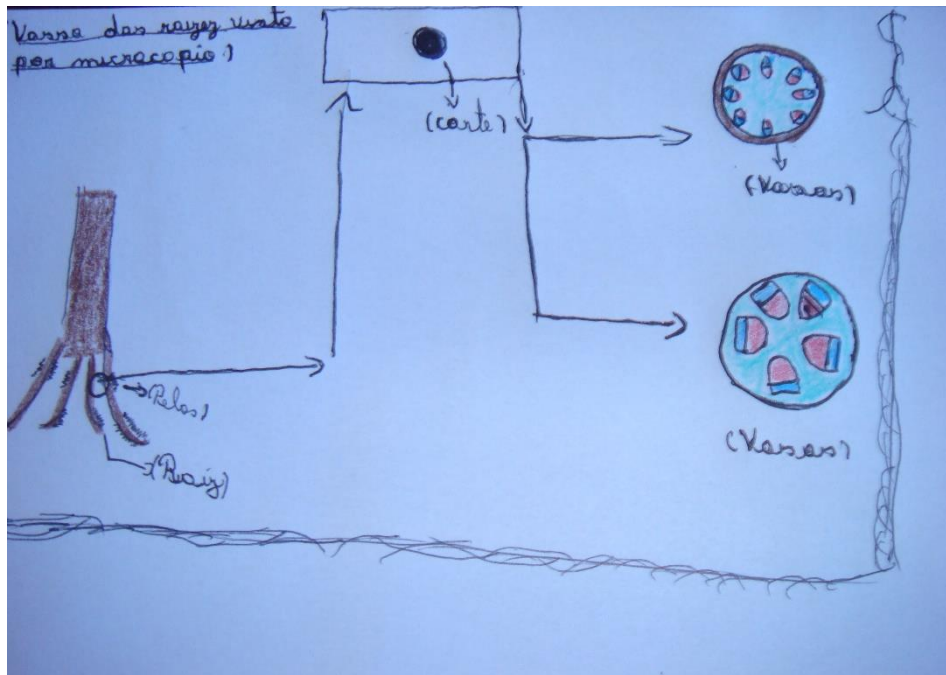


Figura 5– Demonstração prática do xilema e floema- Aluno do 5º ano– COOPEC
 Fonte: COOPEC, Central-BA, 2012

Os alunos observaram os cortes ao microscópio com auxílio de figuras de livros, e com base nas explicações do pesquisador, fizeram desenhos relacionados à absorção de seiva bruta pela zona pilosa da raiz, o deslocamento dela 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 por este através da fotossíntese. Os vasos que constam na parte superior direito da figura 5 são resultantes da observação da lâmina microscópica (corte), enquanto os que estão na parte inferior desta figura, 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 que, após a finalização das aulas práticas sobre o transporte de nutrientes em vegetais, os alunos do 5º ano ainda apresentam aspectos de pensamento típicos do egocentrismo infantil: o vitalismo e o finalismo, ambos seguidos de comparações estrutural e funcional associadas que são abstrações básicas que podem ser usadas para a construção de conceitos científicos na área de estrutura e função vegetal. Para tais 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. Eles usam ainda o termo "peneirinhas" em lugar de placas crivadas, associando também o processo de filtração da seiva (distribuição) com a função de nutrição vegetal.

Ressalvamos, porém, que a compreensão conceitual das crianças da COOPEC sobre o funcionamento integrado de estruturas celulares, considerando suas especificidades, extrapola o limite do Ensino Fundamental I. Isto foi evidenciado a partir do momento em que os alunos iniciaram suas observações sobre as células/tecidos que fazem parte da função de transporte de substâncias nos vegetais (xilema, floema, entre outros).

Inferimos, com base no excerto anterior, a conformação de uma rede conceitual 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 pelos alunos, ainda que parcialmente, tendo como base os aspectos microscópicos, significa que os conceitos escolares estão sendo elaborados por eles. Inicia-se um esclarecimento abstrato para um evento concreto (espontâneo), bem como uma explicação concreta para algo abstrato, a exemplo da funcionalidade vegetal em nível microscópico, qual não seria possível sem a realização das aulas.

Se os alunos da COOPEC já conseguem pensar nos eventos biológicos em termos microscópicos é porque eles, para esses assuntos, começam a se desprender mais do auxílio do professor (mediação pedagógica) em relação ao início da experiência escolar com o microscópico. Neste sentido, a sensação, a imaginação, a atenção e a memória involuntárias sobre o assunto começam a ser substituídas por atos de pensamento de maior generalização e consciência, compreensão lógica, memória e atenção voluntárias para os conteúdos/conceitos de estrutura e função vital das plantas (Vygotsky, 2008; Sforne, 2004).

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 Castro (2010) e 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 ultraestruturas 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 vegetal 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 (traços externos ou básicos) 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. Assim, estaremos propiciando um ensino para além dos limites empíricos, como recomenda Sforzi (2004), o qual possibilita aos alunos iniciarem a percepção sistêmica ou análise mental de traços sobre os objetos/fenômenos, quer sejam mais básicos, quer sejam essenciais mediante o uso respectivo dos raciocínios indutivo e dedutivo na decomposição e síntese dos referidos traços para a compreensão da realidade.

Perscrutar nos alunos as suas formas de pensamento sobre os conceitos de estrutura e funções vitais de vegetais, especialmente sobre tecido de transporte e órgãos de reserva, é uma estratégia diferencial para a verificação do estado de generalização conceitual, ou seja, em relação aos aspectos externos dos referidos organismos (macroscópicos) como ponto de partida para a realização das tarefas práticas. Neste sentido, como exemplo, mostramos aos alunos da COOPEC as nervuras de uma folha, caules (batata inglesa) e raízes tuberosas (batata doce) e indagamos sobre as suas estruturas, tipologias e funções em nível macroscópico e depois microscópico (xilema, floema, vacúolos...). Com isto, verificamos um crescente domínio de assimilação dos conteúdos pelos alunos quanto à integração funcional entre diferentes sistemas orgânicos vegetais com reflexos da extensão da função social dos conteúdos para a vida dos alunos, no seu dia a dia. Os alunos passaram a conhecer as propriedades do corpo das plantas (incluindo suas funções) e, a partir delas, tecer relações entre as espécies vivas nos diversos ambientes e ecossistemas (entre seres produtores, consumidores e decompositores), a classificá-las quanto ao ambiente onde elas vivem e a compreender melhor a sua utilização para variados fins (equilíbrio da natureza, alimentação, saúde...). Isto só foi possível porque aumentamos gradativamente o nível de instrução à medida que as crianças iam apresentando seus conceitos nas atividades práticas realizadas. Consideramos, para isto, a importância de se ensinar os conteúdos referentes ao corpo 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 (Giordan & Vecchi, 1996; Castro, 2010), bem como de conhecer a relação entre aprendizado espontâneo e as dificuldades de correspondência deste com os conceitos científicos ensinados na escola.

A abordagem acima mencionada merece atenção especial para o ensino de conceitos para crianças, pois as estruturas de um ser vivo, no caso, vegetal precisa ser ensinado na sua superfície inicialmente, seja ela macro ou microscópica, na sua relação com a composição do organismo. Outrossim, o ensino poderá avançar para os aspectos intrínsecos de vegetais, no sentido de associar a sua forma, a sua função observada aos mecanismos internos responsáveis por tais aspectos em nível celular. Em outras palavras, os aspectos micro e macroscópicos de plantas podem ser ensinados em suas propriedades gerais e também nas mais específicas, dentro de um sistema, como contribuição para o desenvolvimento das formas de pensamento elementares dos alunos ou para aprendizagem inicial de assuntos antes não conhecidos por eles, como asseguram os Autores Castro (2010) e Castro e Bejarano (2012c, 2013b). Esse é um desafio que extrapola as aulas de ciências do Ensino Fundamental geralmente voltadas para a descrição básica de vegetais, mas que não avançam para a compreensão de ser vivo em sua totalidade. Para os autores Castro (2010) e Castro e Bejarano (2012b), essa uma questão que precisa ser enfrentada para que favoreça a aprendizagem dos alunos no Ensino Fundamental II, no sentido de que a escola reconheça e que os professoram compreendam que é possível iniciar com as crianças a formação de conceitos científicos para assuntos específicos, como ora relatado, ainda no início da idade escolar (a partir de 7 anos de idade).

Pelo exposto, além do envolvimento ativo e constante dos alunos nas aulas práticas sobre tecido de transporte e órgãos de reserva das plantas, quanto a busca de respostas para as questões levantadas por eles e pelo pesquisador, vislumbrar o ponto de chegada ou de alcance do

conhecimento deles a ser obtido com a realização das práticas (função social dos conteúdos), foi também uma estratégia diferencial para ampliação da aprendizagem conceitual. Para tal, foi necessário reconhecimento do que eles (des) conhecem sobre o assunto e poderão atingir em nível de compreensão sobre os objetos/eventos biológicos, bem como o ajuste das atividades práticas para fins de suprir a limitação ou falta de conhecimentos prévios deles para os conceitos de estrutura e funcionalidade vegetal. Esse foi um procedimento comum para as aulas práticas realizadas no período de 2010-2012 na COOPEC.

Conclusão

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 vegetais nas suas ações diárias como cuidados com o corpo da planta e com a sua utilização, com o ambiente, 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 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.

Com base no referencial de Vygotsky (1991, 2010) sobre diferenciação dos conhecimentos espontâneos e científicos, em relação à estrutura e funcionalidade de vegetais, evidenciamos uma evolução nos níveis destes saberes dos alunos da COOPEC. Isto foi possibilitado pelas aulas práticas realizadas nesta escola no período de 2010 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 de complexidade destas aulas.

Os alunos começam a dominar, primeiramente, os traços externos dos vegetais (trocas gasosas com o meio, crescimento...), seguindo com associação dessas propriedades em nível das estruturas microscópicas (absorção, circulação...) destes organismos, o que contribui para melhor aquisição de outros conceitos a estes relacionados (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, autocríticos e interativos com a realidade.

No início da experiência escolar (primeiras aulas práticas realizadas em 2010), os estudantes da COOPEC apresentaram um predomínio de ideias sincréticas, principalmente para representação (signo) e compreensão de conceitos abstratos (células, tecidos etc.). Nos anos seguintes, eles passaram a usar e compreender as figuras e desenhos elaborados por eles e mostradas pelo pesquisador, como resultante da assimilação conceitual propiciada por um ensino mediado e efetivado para além dos limites de compreensão empírica, ou seja, voltado para uma maior generalização conceitual ou formação do pensamento teórico dos estudantes. O uso do microscópio (mediação instrumental) contribui para a ampliação da representação do objeto

(célula), o que implica (criação do signo) e este, por sua vez (mediação semiótica), contribui para a alteração do ponto de vista dos alunos em relação a objetos macroscópicos (vegetal) e suas partes microscópicas e funcionais (célula).

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. Contudo, convém assinalarmos que as formas de pensamento elaboradas pelas crianças da COOPEC não são uniformes, pois podem ora avançar na compreensão estrutural e/ou funcional em alguns aspectos mais específicos, ora pode apresentar limitações para os aspectos conceituais mais básicos (vice-versa). Isto denota ser a formação de conceitos uma atividade complexa dentro da Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky, em que os meios ou processos envolvidos são mais importantes e merecem destaque para o trabalho educacional, principalmente quando se trata de um ensino voltado para aprendizagem conceitual de crianças do Ensino Fundamental I.

Cabe assinalar ainda que os alunos a partir do 4º ano começaram a perceber as suas potencialidades e as suas limitações em relação aos conteúdos de estrutura e funcionalidade vegetal. Isto foi diferencial para o direcionamento das aulas práticas a fim de atender as necessidades de aprendizagem dos alunos, considerando a zona de desenvolvimento proximal deles.

Assim, chegamos a uma compreensão preliminar de que os conhecimentos adquiridos pelos alunos da COOPEC nas aulas efetuadas nessa escola pelo pesquisador se apresentam como alternativa viável para superação dos obstáculos de aprendizagem conceitual decorrente de um ensino que era desenvolvido por definição (caso COOPEC), ao invés 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.

A investigação realizada na COOPEC, por fim, 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, reflexiva...) 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. Contudo, ressalvamos que a abordagem sistêmica aqui proposta para o ensino de estrutura e funcionalidade vegetal mediante aulas práticas representa um início de um longo caminho que pode ser melhorado e trilhado pelos professores acreditam na possibilidade de se ensinar para crianças os conteúdos ora expostos em seus aspectos micro e macroscópicos.

Referências

Amabis, J.M.; & Martho, G.R. (2004). *Biologia dos Organismos*. 2 ed., 2v. São Paulo: Moderna.

- Alvez-Mazzotti, A. J., & Gewandsznajder, F. (1999). *O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa*. 2 ed. São Paulo: Pioneira.
- Batschke, M.R., & Dos Passos, M.S. (2007). *Criar e aprender: um projeto pedagógico*. São Paulo: FTD.
- Bogdan, R.C., & Biklen, S. K. (1994). *A investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Portugal: Porto Editora LDA.
- CASTRO, D. R. (2010). Estudo de Conceitos de Seres Vivos nas Séries Iniciais. 274f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2010.
- CASTRO, D. R.; BEJARANO, N. R. R. 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 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.
- Charrier, M. M., Cañál, P., & Vega, R. M. (2006). 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*, 24 (3), 401-410.
- Delizoicov, D., & Angotti, J.A.P. (1994). *Metodologia do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez Editora.
- Gil, A.C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4ª ed. São Paulo. Atlas, 2007.
- Giordan, A., & Vecchi, G. *As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos*. 2ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- Hayashi, A. M., Porfirio, N. L. S., & Favetta, L. R. A. (2006). *A importância da experimentação na construção do conhecimento científico nas séries iniciais do Ensino Fundamental*. In. 4ª Mostra Acadêmica da UNIMEP, 2006, Piracicaba-SP, Anais... Piracicaba-SP, UNIMEP, 2006. p. 1-4.
- Kawasaki, C. S., & Bizzo, N. M. V. (2000). Fotossíntese, um tema para o ensino de ciências? *Química Nova na Escola*, 12 (11), 24-29.
- Kawasaki, C. S. (1998). 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.
- Kwen, B. H. (2005). *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.
- Lawson, A.E. (1998). The acquisition of biological knowledge during childhood: cognitive conflict or Tabula rasa? *Journal of research in science teaching*, 25 (3), 185-199.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis*. 2nd ed. London: SAGE Publications.

Moura, M. P. (2000). 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.

Sigurjonsdóttir, H., & Lóa Thorvaldsdóttir, H. (2010). How well do pupils understand photosynthesis? Disponível em: <http://mennta.hi.is/malthing_radstefnur/symposium9/synopsis/nfsun9_submission_111.doc>. Acesso em: 15 abr. 2010.

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

Sforni, M.S.F. (2004). *Aprendizagem conceitual e organização do ensino: contribuições da teoria da atividade*. Araraquara: Junqueira & Marin.

Tanner, K., & Allen, D. (2005). Approaches to biology teaching and learning: understanding the wrong answers - teaching toward conceptual change. *Cell Biology Education*, 4(2), 112–117.

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

_____. (2000). *A Construção do Pensamento e da Linguagem*. 1 ed., São Paulo: Martins Fontes.

_____. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

_____. (2010). *A Construção do Pensamento e da Linguagem*. 2ed., São Paulo: Martins Fontes.

Yorek, N., Sahin, M., & Ugulu, I. (2010). Students' representations of the cell concept from 6 to 11 grades: Persistence of the "fried-egg model". *International Journal of Physical Sciences*, 5 (1), 15-24. Available online at <<http://www.academicjournals.org/IJPS>>. Acesso em: 20 mar. 2013.