

COMPREENSÃO DOS ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL I SOBRE ESTRUTURA E FUNCIONALIDADE MICRO-ORGANISMOS/CÉLULAS

*The understanding of Elementary School Students I about structure and Micro-organisms/cell
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 tamanho, estrutura e funcionalidade de micro-organismos/células mediante aulas teórico-práticas ministradas 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 micro-organismos/células, enfatizando a importância destes seres para o ser humano e para a natureza.

Palavras-chave: Conhecimento espontâneo; Conhecimento científico; Micro-organismos/células; 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 History-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 size, structure and functionality of microorganisms/cells 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 microorganisms/cells, emphasizing the importance of these beings for man and nature.

Keywords: Historic-cultural theory; Spontaneous knowledge; Scientific knowledge; Microorganisms/cells; Elementary school.

Introdução

O trabalho intitulado “A Compreensão dos Estudantes do Ensino Fundamental I sobre Estrutura e Funcionalidade Micro-organismos/células” 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 tamanho, estrutura e funcionalidade de microorganismos/células. Esse é um assunto pouco abordado no Ensino Fundamental e que exige do ensino uma explicação para além das concepções dos alunos que não tem vivência concreta com células e seres microscópicos. 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; 2000; 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 micro-organismos-células e que coadunam com a teoria de Vygotsky, como: Freitas (1989), Jone e Rua (2004), Byrne e Sharp (2006), Sforzi e Galuch (2006), Mayerhofer e Márquez (2009), Castro (2010), Novassate e Gioppo (2010), Yorek, Sahin, Ugulu (2010) e Castro e Bejarano (2011a, 2011b, 2011c, 2012b, 2013a, 2013b, 2013c). Para tanto, investigamos o seguinte problema: "como ocorre a compreensão dos conceitos de micro-organismos/células no Ensino Fundamental I mediante aulas teórico-práticas ministradas na COOPEC"?

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

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

Com base em Moura (2000) e Castro (2010), os conceitos de ser vivo/micro-organismo 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 estruturas, tamanho de micro-organismos, a funcionalidades destes organismos para o ser humano e para a natureza, bem como distingui-los de seres pluricelulares pequenos (macroscópicos), células macroscópicas de organismos pluricelulares grandes (alvéolo do limão, fio de cabelo e fita de algodão) e células microscópicas dos seres macroscópicos pequenos.

Com a finalidade de enfrentar tal impasse, desenvolvemos as aulas teórico-práticas na COOPEC, no período de 2010 a 2012, considerando que se trata de uma continuidade daquelas realizadas em 2009, as quais produziram os mencionados pressupostos (Castro, 2010).

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. A realização de aulas práticas pode facilitar a aprendizagem das crianças, mas para assuntos abstratos ou que elas não apresentam referente concreto, o ensino precisa ser efetivamente mediado, afim 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.

As aulas teórico-práticas 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, desenvolvido e que deve perpassar várias etapas e níveis de aplicação em que uma atividade é rememorada na outra, propiciando a intervenção seguinte. Vygotsky (2008) assegura que a internalização de um sistema de signos (fala, escrita...), produzidos culturalmente, provoca transformações e faz elo entre formas tardias e iniciais de desenvolvimento da criança.

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

¹ As 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).

Vygotsky (1991, p.14) enfatiza que,

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

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

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.

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).

Essas inter-relações acompanham o homem em sua história de vida, em que o uso e aprimoramento de instrumentos o habilitam no controle do meio ambiente. Consequentemente, tal interferência sobre o meio cria novas condições que são incorporadas no indivíduo que reflete na sua própria atividade social sob a forma de funções psicológicas superiores. 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.5758).

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;

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).

- 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.

A generalização da criança na escola primária é operada no plano das representações, enquanto na adolescência, ela é efetuada a partir da análise mental e sistêmica das relações e conexões com os objetos/fenômenos. Neste momento de estudo, a criança já é capaz de desvincular-se das percepções e representações que fazem parte das características externas dos objetos e fenômenos, e operar com suas qualidades e relações internas. Segundo Sforni (2004, p. 57), é “*a chamada generalização teórica, que se constitui no nível de pensamento adequado e necessário ao pensamento científico, já que, nesse nível, ele se atém apenas ao confronto e à comparação, mas vai ao uso dessas ações em um sistema investigativo, de análise múltipla*”.

Pelo exposto, no final do ensino fundamental I, acreditamos que o aluno seja capaz de distinguir atributos, usando deduções que lhes permitem explorar as qualidades internas dos objetos e fenômenos, num movimento do geral para o particular. Entretanto, consideramos aqui como ponto de partida para o ensino, a observação direta dos fenômenos/objetos possibilitada pelo método intuitivo (indutivo) ou método direto de ensino que oferece informações de base sensorial, como imagens claras das percepções e representações. Este método permite às crianças destacarem oralmente traços afins e comuns dos objetos, num movimento particular para o geral, auxiliando-os na transição do pensamento concreto ao abstrato. 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 (intervenção do pesquisador), atendendo à Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) da criança, também chamada de Zona de Desenvolvimento Imediato (ZDI). É valorizada nessa perspectiva, a relação entre o que a criança sabe e pode realizar com apoio do professor para chegar ao novo patamar de conhecimento ou Zona de Desenvolvimento Real (ZDR).

Estrutura e funcionalidade de seres vivos: Os Micro-organismos e as Células

O tamanho e a forma de micro-organismos/células são um aspecto conceitual estudado por Byrne e Sharp (2006) e Castro e Bejarano (2011b, 2011c, 2012b). Eles afirmam que as crianças maiores já diferenciam os aspectos de células individualizadas e múltiplas células, mas elas ainda não avançam na descrição dos conceitos relacionados ao tamanho de células e micro-organismos, no sentido de aproximá-la dos conceitos presentes nos livros de ciências e/ou compartilhados pela comunidade científica. Eles acrescentam que essas crianças confundem os conceitos de tamanho de seres vivos macroscópicos pequenos com os seres microscópicos e suas funções, bem como de células macroscópicas que fazem parte do corpo de organismos pluricelulares grandes (fibra de algodão, ovo de galinha, alvéolo da laranja). Contudo, esses autores ressaltam que essas crianças ao serem ensinadas mediante aulas práticas com o microscópio ampliam sua aprendizagem sobre os micro-organismo/célula.

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

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

Os alunos associam geralmente o tamanho dos micro-organismos à intensidade da doença. As concepções errôneas são comuns em jovens e crianças no início da vida escolar, pois há dificuldade de conceituar organismos que só podem ser observados ao microscópio, ou através de fotografias do livro didático. Contudo, já é possível no ensino fundamental, as crianças compreenderem sobre a existência de micro-organismos/células de forma mais complexa e indireta, a saber (função): resfriados, uso de antibióticos, resistência a vacinas, resposta imunes, considerando a destruição das suas moléculas pelo organismo humano, a formação da íngua etc. A forma direta de conhecimento é possibilitada por meio de experiências demonstrativas em meios concentrados (meio de cultura), espalhados no ambiente e através da observação do microscópio (Jones & Rua, 2004).

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

Em relação ao papel funcional dos micro-organismos (fungos e bactérias), Novassate e Gioppo (2010) e Zômpero e Laburú (2010) afirmam que os alunos do ensino fundamental (acima de 11 anos) associam estes seres vivos à decomposição dos alimentos. Segundo estes autores, as crianças não conseguem relacionar causa a efeito, o mau cheiro que há no processo de putrefação, ou seja, a transformação dos alimentos à ação microbiana, mas entendem que é necessária a decomposição para não haver mau cheiro. Por outro lado, as crianças apresentam uma visão ecológica mais resistente acerca da decomposição dos alimentos, pois são influenciados pela inferência sensorial/empírica que têm sobre a funcionalidade de micro-organismos (Trivellato, 1995). Eles associam a ação decompositora destes seres vivos, com base em seus conhecimentos do cotidiano acerca do hábito de vida das formigas e minhocas, por exemplo, os quais consideram, muitas vezes, como organismos microscópicos.

Os trabalhos de Cunha (1993), Zômpero (2009) e Castro e Bejarano (2013b) acrescentam que as crianças não são capazes de relacionar claramente os aspectos epidemiológicos básicos acerca das doenças causadas por micro-organismos. Elas não conseguem abstrair a relação entre causa, transmissão e sintomas das enfermidades. Esta questão envolve um sistema morfofuncional que se apresenta entre os "mundos" micro e macro celular de duas vezes; uma do nível micro para o ser humano, incluindo órgãos e sistemas; outra do ser humano para as células humanas diretamente onde ocorre o desenvolvimento da doença; outra ainda relação sistêmica com o meio externo. Tal interação se coloca como obstáculo para a apropriação dos aspectos conceituais em rede, uma vez que as crianças ainda são limitadas na compreensão das estruturas e função dos micro-organismos e células, até mesmo nas suas formas individualizadas.

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

Em acordo com o exposto, os trabalhos de Castro (2010, p.123) e de Castro e Bejarano (2011a, p.6) acerca de estruturas celulares funcionais (incluindo o tamanho) básicas do paramécio mostraram que é possível e necessário iniciar com as crianças o estudo de células/micro-organismo com exemplos concretos possibilitados pelo uso do microscópio. Essa questão é evidenciada nos itens que seguem: Como estes seres tão pequenos nasceram ou chegaram ali? Para este item, tivemos como resposta o seguinte: “[...] *Eu vi que as bolinhas têm três fases: a primeira que eles são muito pequenos; a segunda que eles começam a crescer e nadar e a terceira que eles são cheios de pelos e já sabem nadar*” (alunos do 2º ano). Esta é uma questão que obedece à perspectiva conceitual de Vygotsky em que se afirma que é possível iniciar a formação de conceitos com as crianças na mais tenra idade.

As crianças nesta fase de vida estão muito presas ao objeto/fenômeno e à funcionalidade que eles apresentam para elas. Essas observações preliminares possibilitaram iniciar um entendimento complexo para a idade dos alunos do Ensino Fundamental I (2º ano): *“a relação entre organismos unicelulares grandes ou pequenos em que o indivíduo é própria célula; organismo pluricelular pequeno (pulga) em que se precisa individualizar a célula para visualização ao microscópio”* (Castro, 2010, p.124; Castro e Bejarano, 2011b, p. 6).

As formas de pensamento das crianças evidenciadas no trabalho prático realizado por Castro (2010) simultaneamente com quatro (4) turmas de Ensino Fundamental I (crianças com 7 a 11 anos de idade) em relação à estrutura e tamanho de micro-organismos se apresentam como aspecto mais elevado do pensamento, pois elas não tiveram experiências escolares anteriores com o uso do microscópio. A descrição que eles fizeram durante as aulas não se limita à reprodução de imagens externas via intuição, mas avança através da observação factual ou concreta mediante uso do microscópio em relação às macro células e aos organismos pequenos observados no cotidiano. Isto significa que há indícios de ampliação na generalização e apropriação do conceito de estrutura e tamanho de seres vivos, embora a compreensão que eles têm acerca destes conceitos ainda esteja muito vinculada à questão da forma destes organismos (Castro, 2010).

Por outro lado, cabe assinalar que há uma dificuldade de compreensão da célula como organismo independente (unidade básica da vida) em que se relacionam as estruturas às funções realizadas em diferentes níveis de escolaridade, assim como acerca do tamanho e forma. Isto pode ser resultante da limitação dos alunos em relacionar a estrutura e tamanho de células, moléculas ou mesmo organismos pequenos observados a olho nu com aqueles que são microscópicos (Yorek, Sahin & Ugulu, 2010).

Segundo estes autores, as pesquisas sinalizam que a partir de 11 anos as crianças compreendem os conceitos relacionados às estruturas da célula e que elas já podem iniciar a explicação sobre a funcionalidade celular (organelas e núcleo). Para eles, isto ocorre à medida que mais observações microscópicas forem sendo realizadas com estes alunos, somadas à exploração de figuras com ultraestruturas celulares dos livros didáticos e internet, principalmente contextualizando o papel desempenhado por diferentes elementos das células com questões do cotidiano deles, tais como: digestão, energia, produção e armazenamento de alimento, doenças. Estes conceitos podem ser

assimilados em rede conceitual pelos estudantes quando eles tiverem sedimentado o papel da interação entre os órgãos e sistemas de organismos pluricelulares.

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

Autores como Freitas (1989), Castro (2010) e Castro e Bejarano (2013a) afirmam que o domínio do conceito de ser vivo é fundamental para que a criança desenvolva os conceitos de micro-organismos, célula, órgãos, sistemas orgânicos e função vital. Para Freitas (1989), o ensino do conceito de ser vivo é superficialmente ministrado para crianças do Ensino Fundamental I, pois considera apenas as características do ciclo vital dos organismos (nascer, crescer, respirar, alimentar-se, reproduzir e morrer). Para esse autor, é no Ensino Fundamental II é que se inicia o estudo de conceito de ser vivo, tendo como base a organização celular (teoria celular).

O Caminho Metodológico

A pesquisa qualitativa

A pesquisa qualitativa veiculada aos métodos de observação participante, entrevista estruturada e semiestruturada utilizada de forma convergente no levantamento de dados acerca do problema de investigação “como ocorre a compreensão dos conceitos de micro-organismos/células 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).

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 (AB) a P4 (12h), sendo 1h disponibilizada para o levantamento de conhecimento acerca dos conteúdos de cada prática. Essas aulas envolveram os seguintes aspectos de conteúdos:

- 1) P2A- diferentes micro-organismos/células (algas) nas referidas amostras de água;
- 2) P2B- aspectos macro e microscópicos de células/ seres microscópicos e os organismos macroscópicos pequenos;
- 3) P3- as estruturas macro (pluricelulares pequenos) e microscópicas das células;
- 4) P4- células/micro-organismos, células de organismos pluricelulares pequenos e do ser humano.

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 & Gewandszajder, 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 a partir das observações microscópicas, 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 simbólica 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 de seres vivos 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 para fins de busca dos graus de generalização conceitual dos estudantes.

Os registros originados das observações dos alunos ao microscópio sobre microorganismos/células, tais como desenhos e fotografias foram selecionados, conforme a importância simbólica de representar os conteúdos e formas de compreensão acerca do tamanho, estrutura e

funções vitais destes organismos. Em seguida, organizamos e analisamos os desenhos e fotografias de acordo com a ordem crescente das turmas (3º ao 5º ano).

Buscamos com isto viabilizar a análise dos resultados da intervenção para fins de se refletir sobre a contribuição desta prática, no que tange aos avanços da pesquisa na área e suas implicações para a formação de professores do Ensino Fundamental I.

O conhecimento biológico dos alunos da COOPEC: Os Micro-organismos e as Células

Aulas Práticas (P2A) sobre algas

No 2º bimestre de 2010, realizamos aulas práticas na Cooperativa de Ensino de Central (COOPEC) com os alunos do 3º ano do Ensino Fundamental I, com faixa etária de 8-9 anos de idade. Para tal, usamos amostras de água tratada e filtrada, água de chuva– tanque e água de uma lagoa (fig.1a, 1b). Essas aulas tiveram a finalidade de identificar diferentes microorganismos/células (algas) nas referidas amostras.

Coletamos previamente a água em tanque de armazenamento de água da chuva; água em tanque que recebeu tratamento e água da lagoa (poluída). Usamos os seguintes materiais nessas práticas: Amostras de água (3); lâminas, lamínulas, conta gotas e microscópio. Preparamos lâminas sobre as três amostras de água (3) e observamo-la ao microscópio (40x). Na água filtrada (amostra 1, fig. 1a), não encontramos indício de micro-organismo; na água de chuva, alguns cistos foram identificados (amostra 2– Figura 1b) e na água de uma lagoa, houve uma alta frequência de seres vivos microscópicos: larvas de invertebrados, algas e protozoários, conforme desenhos dos alunos do 3º ano (amostra 3– Figura 1b).

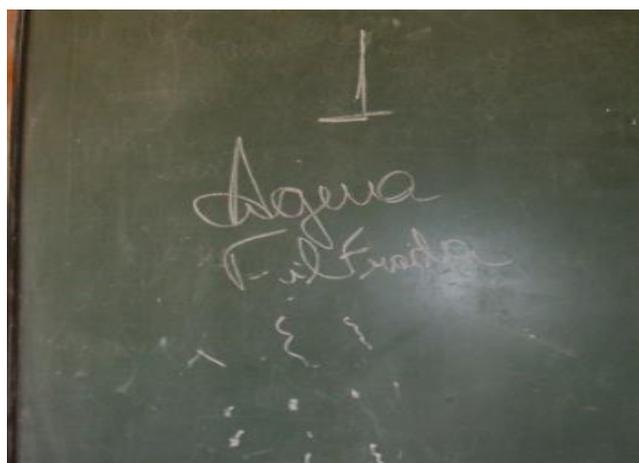


Figura 1a– Desenhos dos alunos

Fonte: COOPEC, Central-BA, 2010



Figura 1b– Desenhos dos alunos

Nas amostras de água, encontramos várias espécies de algas unicelulares de água doce. Propiciamos uma compreensão inicial dos alunos acerca de estrutura, tamanho e função de seres vivos microscópicos/células. Usamos para isto ampliação no microscópio de 4x, 10x e 40x sobre o tamanho dos organismos/células contidos nas amostras.

Os alunos do 3º ano da escola COOPEC desenharam as figuras observadas no quadro de giz, e, com auxílio do pesquisador (p), conseguiram compreender melhor as ideias que faziam parte apenas da sua imaginação, como afirmam autores como Castro (2010) e Castro e Bejarano (2011a, 2011b, 2011c, 2012b). Assim, foi possível eles reformularem o entendimento sobre a estrutura e tamanho de um micro-organismo/célula, como elementos representativos para a formação de seus próprios conceitos a ele relacionados.

Estes alunos mediante a realização das aulas práticas foram capazes de iniciar uma diferenciação entre seres microscópicos e macroscópicos, habitat de hábito ou forma de vida, seus benefícios e prejuízos para o ser humano e para a Natureza. Com isto, suscitaram novas questões para trabalho pedagógico e de pesquisa em sala de aula, conforme exposto abaixo:

<p>Aluno A1– Bactérias - só podem ser visíveis através do microscópio- tem bactérias úteis como as usadas para fazer iogurte e queijo; as nocivas que causam doenças ao ser humano como: tétano, tuberculose etc. É possível observar bactérias em ambientes poluídos? Fungos são células que causam apodrecimento nos alimentos, de madeira, micose [...] Algas realizam a fotossíntese e ocorrem no mar.</p> <p>Aluno A2– Aprendi que as bactérias só poderão ser visíveis com ajuda de um microscópio mais potente [...]. Entendi que as bactérias têm funções dependendo da sua espécie; algumas são encontradas na água e podem causar doenças; algumas são grandes e outras pequenas. Existem bactérias que podem ser vistas ao olho nu?</p> <p>Aluno A3– Aprendi sobre a água filtrada [...] é uma água boa para nos bebermos [...] é uma água que não tem sujeira e nem bactérias [...] é uma água muito limpa.</p> <p>Aluno A4– [...] aprendi que não podemos ver micróbios, algas, fungos sem o microscópio e outros objetos pequenos [...] as águas em que tomamos banho, a gente acha que é limpa, mas pelo microscópio podemos ver fungos e outros objetos naturais.</p>

Com base em Castro (2010) e Castro e Bejarano (2011a, 2011b, 2011c), as aulas práticas acerca dos organismos microscópicos (algas, fungos...) oportunizaram a ampliação dos conhecimentos espontâneos e escolares dos alunos da COOPEC, conforme os exemplos expostos anteriormente. Essas aulas contribuíram para o desenvolvimento da compreensão dos alunos sobre causa e efeito para os fenômenos biológicos relacionados a assuntos para os quais eles não possuem referente concreto no dia a dia (Castro e Bejarano, 2011b). Embora autores como Cunha (1993), Zômpero (2009) e Castro e Bejarano (2013b) advoguem que as crianças não sejam capazes de abstrair sobre os aspectos epidemiológicos básicos acerca das doenças causadas por microorganismos (causa, transmissão e sintomas das enfermidades), o nosso trabalho mostrou que eles entendem preliminarmente sobre os cuidados que se deve ter em relação às bactérias, aos protozoários e ainda acerca da necessidade de manter equilibrado o ambiente onde vivem. Eles sabem que os micróbios que causam doenças aos seres humanos podem ser encontrados no ar, na água, nos alimentos, no solo e até mesmo em utensílios manipulados por pessoas contaminadas.

Eles mudaram ainda a percepção de que as algas são apenas encontradas no mar, como geralmente é ensinado nas aulas de ciências. É evidente a formação de uma base sistêmica conceitual ainda com crianças, em que o conceito de micro-organismo como ser vivo deriva uma compreensão funcional delas acerca de causador de doença, importância, habitat e profilaxia. Para Yorek, Sahin e Ugulu (2010), estes conceitos são geralmente assimilados pelas crianças após 11 anos de idade, mas as crianças da COOPEC (3º ano, faixa etária de 8/9 anos), todavia, mostraram avançar em relação a tal ponto de vista, pois explicam que seres tão pequenos realizam funções e/ou tem necessidade de sobrevivência, tanto quanto os organismos macroscópicos.

Apesar de os alunos do 3º ano adquirirem novos conhecimentos sobre micro-organismoscélulas, eles ainda não conseguem ter uma ideia concreta acerca destes organismos, devido à dissonância entre as figuras do livro didático e àquelas observadas ao microscópio. Uma bactéria e

protozoário (paramécio e alga⁶) parecem ser organismos grandes, quando observados no livro didático ou na internet. Além disso, eles usam a funcionalidade dos conteúdos para explicar eventos concretos, a exemplo dos micro-organismos evidenciados nas amostras de água da lagoa. Podemos sublinhar ainda que devido também a pouca idade dos estudantes da COOPEC e a pouca experiência com os organismos microscópicos, eles usam as formas de pensamento típicas do egocentrismo infantil (vitalismo e finalismo). Para eles, é o microscópio que dá força para ampliar o tamanho de uma bactéria e também é responsável por garantir sua importância para o ser humano e para a natureza.

Para Yorek, Sahin e Ugulu, (2010) e Castro (2010), esta limitação na compreensão concreta desses organismos pode estar atrelada a dificuldade de compreensão da célula como organismo independente (unidade básica da vida), de relacionar a estrutura e tamanho de células ou organismos pequenos observados a olho nu com aqueles que são microscópicos e da visão ecológica deles sobre o assunto (Trivellato, 1995). Nesse caso, a funcionalidade dos conteúdos, atrelada ao pensamento funcional espontâneo destes alunos, deve ser usada em soma como a observação microscópica para que possa facilitar a construção inicial do referente concreto sobre o assunto, bem como para edificação dos conceitos abstratos correspondentes ou relacionados (célula, estrutura, função...). Assim, a base para o desenvolvimento conceitual da criança é possibilitada desde cedo a partir da relação entre do evento concreto para o abstrato (vice-versa), como parte de um mesmo sistema (Vygotsky, 1991; 2000; 2010).

Aulas Práticas (P2B) sobre fungos

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

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

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

⁶ Os pontos verdes são os cloroplastos que podem ser vistos através da membrana que delimita a célula.

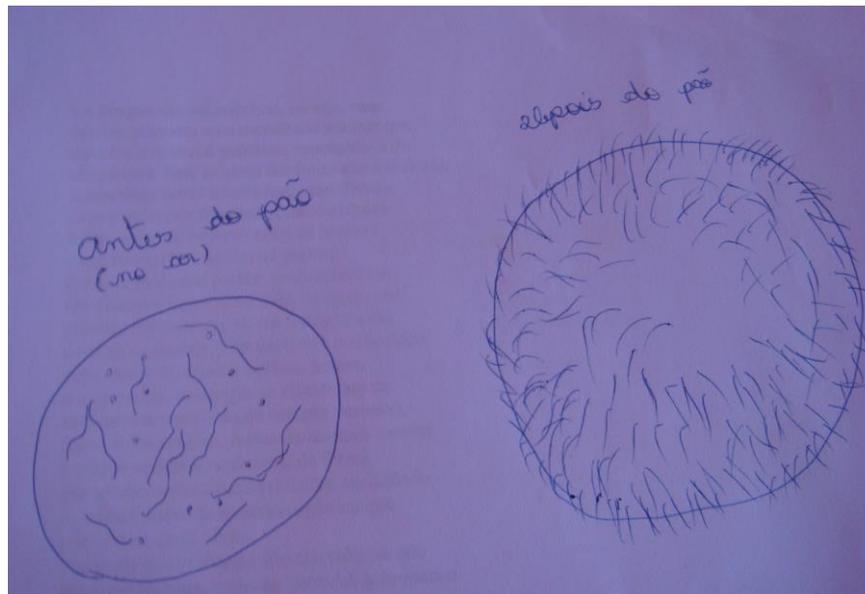


Figura 2– Aulas práticas sobre fungos (Bolor de pão)

Fonte: Aluno do 3º ano, COOPEC, 2010

Os alunos do 3º ano da COOPEC observaram o desenvolvimento dos fungos no pão, bem como refletiram acerca dos conteúdos ensinados em sala de aula pela professora e pesquisador. Eles notaram que há uma forma de vida destes organismos que é microscópica e que aparecem com o suprimento das condições necessárias para a reprodução deles (umidade, pouca luz...), mas não compreendem sobre a causa desse processo, bem como a despeito do papel do fermento utilizado na produção de pães, bolos etc. ao mesmo tempo em que muitos deles estragam os alimentos, a exemplo de pães e frutas.

O ensino do papel biológico dos fungos, incluindo sua importância para a natureza e para o ser humano, é fundamental para auxiliar os alunos do curso fundamental na aprendizagem dos aspectos microscópicos destes organismos. Sendo assim, a escola pode ensinar a funcionalidade de organismos e esta, além de contribuir para a formação do conceito científico acerca da estrutura e tamanho de fungos, potencializa a formação de novos conhecimentos espontâneos na área (Mayerhofer & Márquez, 2009). Assim, estaremos desenvolvendo um ensino voltado para a causa dos fenômenos, como nos recomenda Vygotsky (2010).

Embora autores como Novassate e Gioppo (2010) e Zômpero e Laburú (2010) afirmem que somente os alunos do ensino fundamental (acima de 11 anos) associam estes seres vivos microscópicos à decomposição dos alimentos, ou seja, os alimentos são transformados pelos micróbios (compreensão da relação causa e efeito), os alunos da COOPEC com 7-8 anos de idade já iniciam essa compreensão acerca da estrutura/tamanho de um fungo “(bolor de pão), considerando seus aspectos biológicos básicos (alimentação, reprodução...). No caso do fungo, o pensamento funcional foi possibilitado pelas observações microscópicas do fungo. Para o ciclo de vida do fungo bolor de pão, a fase microscópica é entendida, por exemplo, pelos alunos como os esporos que passam a ser visualizados olho nu, quando germinados e crescidos sobre o pão (fase macroscópica). Para a bactéria, a compressão sobre a sua estrutura/ tamanho foi viabilizada pelo pensamento funcional derivado das explicações teóricas sobre bactérias feitas em sala de aula.

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

A partir dos registros de aulas práticas sobre algas de água doce e fungos realizados em 2010 foram planejadas e desenvolvidas, em 2011, na turma de 4º ano da referida escola (alunos com faixa etária de 9-10 anos de idade), aulas sobre estrutura e tamanho de organismos pluricelulares pequenos e grandes. Teve como objetivo diferenciar as estruturas macro (pluricelulares pequenos) e microscópicas das células.

Este trabalho envolveu diferenças entre seres vivos unicelulares (microscópicos) e pluricelulares pequenos (macroscópicos), células macroscópicas de organismos pluricelulares grandes (alvéolo do limão, fio de cabelo e fita de algodão) e células microscópicas dos seres macroscópicos pequenos.

Inicialmente, coletamos formigas de diferentes tamanhos em formigueiros localizados próximos à sala de experiências da COOPEC (Laboratório Básico). Em seguida, preparamos lâminas com tecidos de formigas pequenas, como referência principal. Estes insetos foram tratados com álcool antes do preparo das lâminas microscópicas e os cortes foram feitos na região do abdômen e membros dos insetos. Estes organismos/células foram colocados na ordem crescente sobre a bancada do laboratório, para fins de estudo: fita de algodão, fio de cabelo, formiga pequena, média e grande, mosquito, besouro pequeno e alvéolo de limão (fig.3).

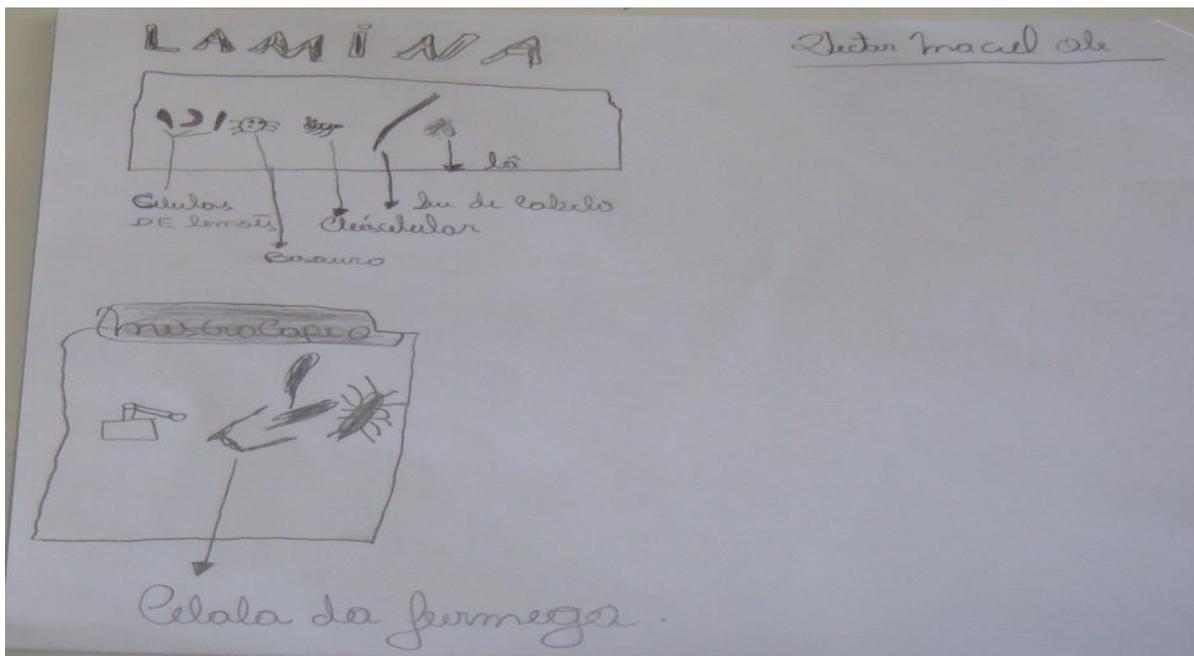


Figura 3– Aula realizada com crianças do 4º ano– COOPEC
Fonte: Alunos da COOPEC, Central-BA, 2011

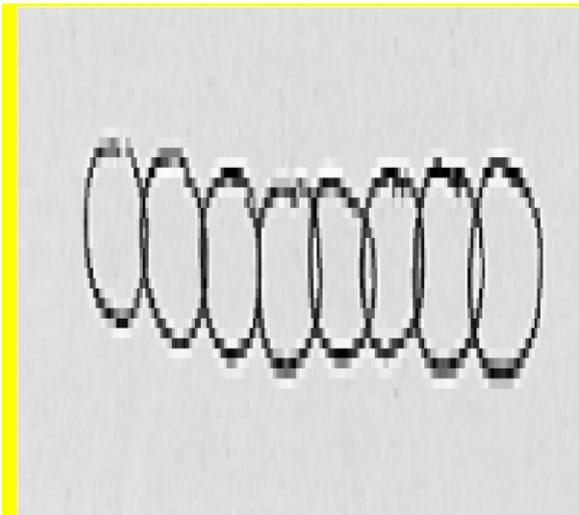
Os alunos inferiram que o número de células de um ser vivo é que faz a diferença de tamanho e não o tamanho delas, a exemplo de um besouro é maior do que uma formiga porque tem mais células. A tarefa de comparar as estruturas de um ser vivo em seus aspectos unicelular e pluricelular pode contribuir para a superação da dificuldade conceitual nessa área que reside na falta de aulas com auxílio do microscópio, de domínio do conceito de ser vivo, do reconhecimento de um micro-organismo como ser vivo e da compreensão da célula como unidade da vida pelo aluno, como asseguram autores como Freitas (1989), Jone e Rua (2004), Mayerhofer e Márquez (2009), Castro (2010), Novassate e Gioppo (2010).

Para Castro (2010), a caracterização de organismos pluricelulares é problemática quando se trata de organismos pequenos como pulga, mosquito, formiga porque as crianças associam o tamanho pequeno do corpo com a questão microscópica. Um organismo pluricelular para as crianças tem que ser grande e para unicelular, ele precisa ser pequeno ou mesmo invisível ao microscópio. Mostrar para as crianças que os organismos pequenos têm várias células é um desafio e o uso do microscópio é um instrumento capaz de ajudar as crianças a fazerem esta distinção. Houve avanços conceituais em relação a tal situação, pois os alunos perceberam, por exemplo, que uma única célula do limão é maior do que uma formiga pequena (organismo pluricelular) e que esta, embora seja um minúsculo animal, pode ter uma enorme quantidade de células. Há indícios de aquisição de pensamento deliberado e da consciência lógica nesses alunos para os conceitos de estrutura e tamanho celular (Vygotsky, 1991; 2000; 2010).

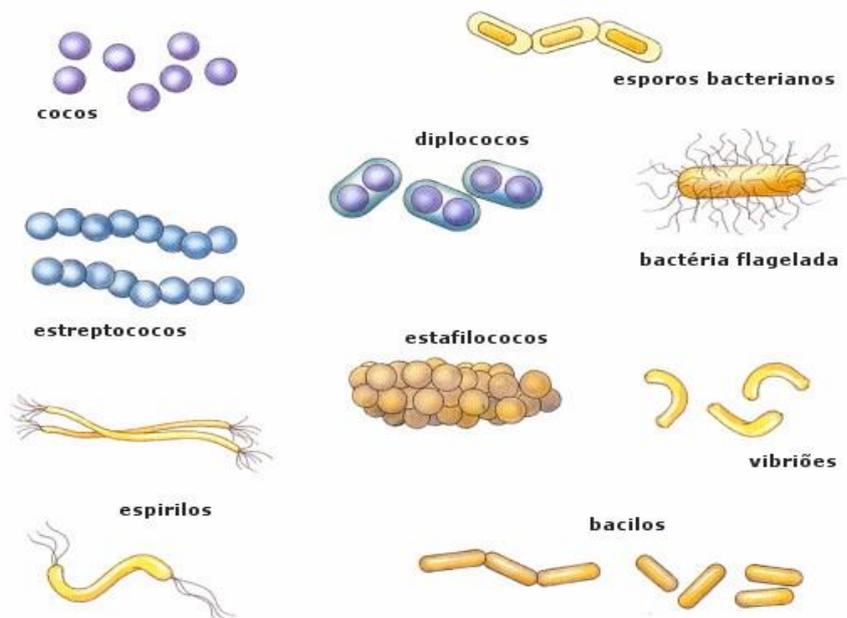
Para Vygotsky (1991, 2000, 2010), o conceito formado é o traço comum a ser compartilhado. Uma ideia comum foi percebida na elaboração dos esquemas, desenhos e nas explicações dos alunos (A1 a A4) acerca dos conceitos envolvidos nas aulas práticas (estrutura, tamanho e função de micro-organismos), ou seja, esses alunos ilustraram e/ou falaram praticamente a mesma coisa sobre os referidos conceitos. Assim, os vínculos subjetivos completamente inconscientes aos poucos foram sendo substituídos por conexões objetivas, ao passo que em que foi mediada a relação dos alunos com objeto (lâminas microscópicas). A mediação, neste caso, propiciou a atenção dos alunos para o objeto/fenômeno, tornado possível o uso do significado dos conceitos em sala de aula por eles, principalmente, quando eles passarem a dar uma explicação nova para os questionamentos trazidos do seu meio ou surgidos na escola.

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

No 4º bimestre de 2012, tendo como base os trabalhos realizados nos anos anteriores, realizamos demonstrações práticas com os alunos da turma do 5º ano COOPEC (faixa etária de 10/11 anos de idade) com o objetivo de comparar células/micro-organismos com células de organismos pluricelulares pequenos e do ser humano. Além dos aspectos gerais relacionados à estrutura e ao tamanho celular, destacamos para tal a questão da estrutura (núcleo, algumas organelas, material genético...) e dos componentes químicos. Para isto, mostramos-lhes lâminas microscópicas preparadas sobre a mucosa bucal; usamos ainda figuras de livro didático e desenhos elaborados por eles mesmos com vistas a suprir as limitações do microscópio óptico. A partir das figuras selecionadas abaixo e de depoimentos alunos, comparamos os pontos de vistas deles para fins de observar o nível de discernimento para os itens apresentados (Fig. 4a, b, c, d, e):

**Figura 4a**– Bactéria isolada**Figura 4b**– Colônia de Bactérias

Fonte: Figura (4a, b) - Byrne, J.; Sharp, J. (2006). Children's ideas about microorganisms. *School Science Review*, *School Science Review*, 88 (322). pp 71-79

**Figura 4c**– Tipos de Bactérias

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

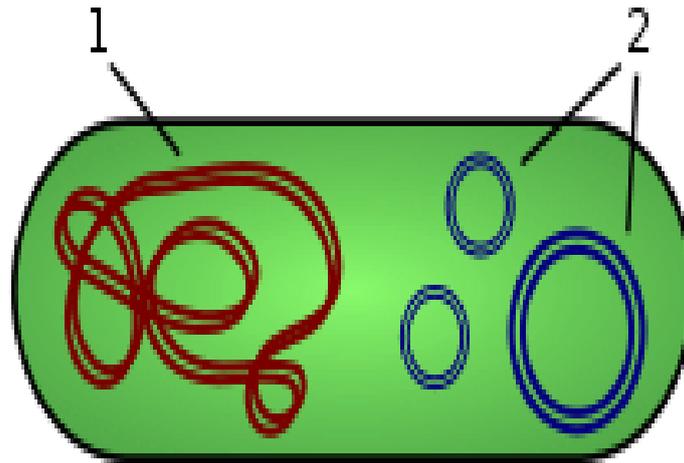


Figura 4d– Bactéria isolada simples

Fonte: pt.wikibooks.org/wiki/Biologia_celular/Bact%C3%A9rias

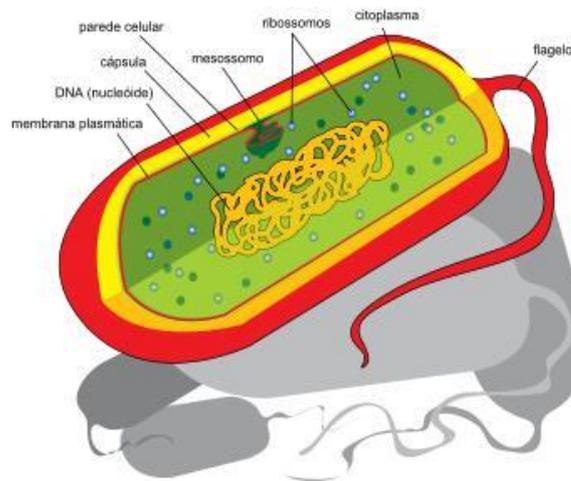


Figura 4e– Bactéria em detalhe

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

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

O estudante A1 afirma que a figura (4a) isolada parece com as figuras separadas (4b) [...], a (4c) tem mais estruturas que (4a e 4b) [...], a figura (4e) é maior e possui mais coisas que as outras todas [...], as figuras (4c, 4d e 4e) foram vistas ao microscópio especializado e vi que tem mais estruturas [...]. A2 afirma que as figuras (4a e 4b) com micro-organismos são específicos e foram desenhadas por alguém que entende o que está desenhando [...], as figuras (4d e 4e) são bactérias diferentes porque o microscópio mais potente dá para ver mais coisa na bactéria. P– Qual o tamanho que dá para ver só no microscópio? A3– *"Olha coisas específicas no microscópio e dá para ver grande [...]"* P– É menor que um pequeno ser vivo (pulga, formiga...), não dar para ver a olho nu. Os alunos A2/A3 concordaram e afirmam que as crianças desenharam o que imaginaram (4a e 4b). Eles não conhecem em termos específicos as estruturas celulares que observaram, mas elaboram novas opiniões acerca dos organismos microscópicos, as quais se aproximam de uma visão concreta em

relação a eles, bem como emitem questionamentos limítrofes, a saber: porque foi possível observar algas e outros pequenos seres nas amostras de Água da Lagoa da Prefeitura e não encontramos bactérias? A forma das células interfere na forma do corpo? Como as substâncias se movimentam dentro da célula? Que tamanho o núcleo de uma célula?

A partir da observação de alguns desenhos (4a– criança de 7anos, 4b– criança de 9 anos), figuras (4c, d, e), lâminas microscópica prontas, ilustrações de livros didáticos usados pela professora e pesquisador nas suas aulas práticas (incluindo os desenhos feitos pela turma), eles puderam lembrar e reconhecer algumas estruturas celulares que foram observadas nas aulas práticas com o microscópio em de 2009, as quais fizeram parte da pesquisa de mestrado realizada pelo pesquisador: macro e macronúcleo no paramécio, estômatos (clorofila), núcleo em células vegetais, o núcleo de células do sangue (glóbulos brancos) e da mucosa da mucosa bucal. Os núcleos das células da mucosa foram observados em lâminas prontas por conta da coloração com azul de metileno, enquanto em 2009, mostramos apenas para o 2º ano o formato dessas células, conforme fig. 5a, b (demonstração prática de células da mucosa bucal).

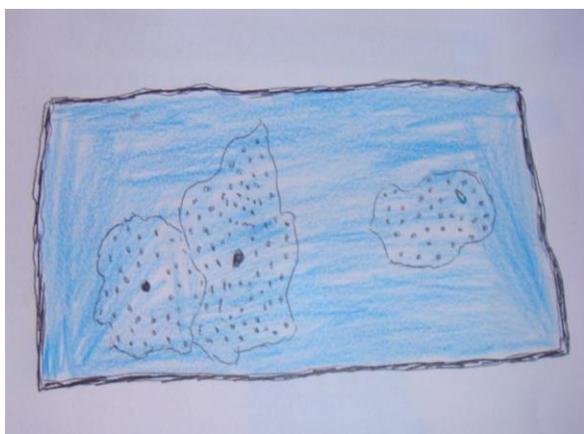


Figura 5a- Desenhos dos alunos
Fonte: Alunos da COOPEC, Central-BA, 2012

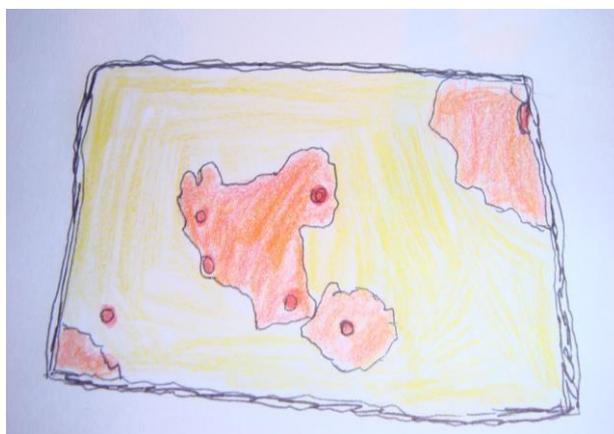


Figura 5b– Desenhos dos alunos

As supramencionadas estruturas celulares foram produzidas pelos alunos, tendo como base o livro didático (fig.5a) e as observações microscópicas (fig.5b), considerando que foram práticas desenvolvidas ao longo da investigação realizada pelo pesquisador. Por isso, não houve necessidade de refazê-las por se tratar de aspectos já contemplados na demonstração prática com as células da mucosa bucal. Os alunos avançaram no reconhecimento da estrutura e tamanho celular (incluindo núcleo, revestimento da célula...), como parte dos organismos pluricelulares e na sua distinção com os micro-organismos. Eles questionaram sobre aspectos externos e internos da célula, ou seja, como era feita a proteção de algo tão pequeno, como era mantida a forma (constituição interna) e se isso teria alguma relação com alimentação deles. As questões limítrofes, como essas, sinalizam a importância da continuidade do planejamento de aulas práticas nos anos que seguem o que pode potencializar uma nova função social dos conteúdos.

Yorek, Sahin e Ugulu (2010) afirmam que parte dos estudantes, com faixa etária de 11 anos, define a célula como organismo portador de núcleo, vacúolos, nucléolos, parede celular e membrana. Eles pouco relacionam a funcionalidade destes e outros elementos menos definidos como estruturantes da célula (mitocôndrias e ribossomos), com exceção do núcleo ao qual atribuem também em grande medida à responsabilidade do funcionamento da célula. A importância dos componentes das células, em nível de estrutura e função, para estas crianças começa a se destacar após a participação deles nas aulas práticas realizadas com auxílio do microscópio, tanto individualmente,

quanto na sua relação com o funcionamento integral de um organismo pluricelular, por exemplo. Neste sentido, evidenciamos que o conceito de unidade celular começa a ser assimilado por esses alunos.

Embora, os estudantes da COOPEC emitissem formas de pensamento típicas do egocentrismo infantil (vitalismo), a exemplo da força que o microscópio fornece para ampliar o tamanho e a essência dos objetos (ver mais coisas), eles avançam com a aquisição de formas de pensamento comum ao conhecimento científico, como a memorização volitiva, a deliberação, a comparação lógica, a generalização e a percepção ampliada.

À medida que os estudantes foram conhecendo as estruturas de micro-organismos/células eles gradualmente elaboravam formas de compreensão mais ricas e mais amplas. Estas são formuladas para assuntos cuja conceitualização exige uma dinâmica que está à mercê das observações microscópicas, a exemplo de estruturas de micro-organismos/células. Isto é possível quando o ensino atua na Zona de Desenvolvimento Proximal dos alunos, a partir da qual eles passaram a ser menos dependentes do professor quanto ao uso dos conceitos para compreensão, intervenção e/ou transformação da realidade ou meio onde vive.

Neste aspecto, a atenção do sujeito que estava voltada para o objeto/fenômeno em sua superfície começa a se voltar para a compreensão das propriedades do objeto/fenômeno em suas especificidades. Por isso, é evidente que há um período de transição marcado pelo domínio dos conceitos espontâneos (hábitos involuntários, inconscientes), dando lugar aos voluntários e conscientes que fazem parte do pensamento mais próximo do conceito científico.

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 bactérias e fungos nas suas ações diárias como cuidados com o corpo, com o ambiente e alimentação, entre outros.

Na COOPEC, o uso do microscópio como instrumento foi se tornando mais eficiente à medida que as crianças passaram a desenhar e a esquematizar melhor 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, 2000, 2010) sobre diferenciação dos conhecimentos espontâneos e científicos, em relação à estrutura, tamanho e funcionalidade de micro-organismos/células, 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, o tamanho de seres vivos (microorganismo/célula), incluindo a relação micro macro, seguindo, igualmente com a apropriação da forma, o que contribui para melhor aquisição de outros conceitos nessa área (funções vitais). Isto sinaliza um importante parâmetro para estudos posteriores na área, uma vez que ele pode contribuir como um melhor ponto de partida para o ensino, em que se vislumbra a totalidade do processo educacional, a formação de sujeitos conscientes, autônomos, 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 (ser vivo, micro-organismo etc.). Nos anos seguintes, eles passaram a usar e compreender as figuras e desenhos elaborados por eles e mostrados 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 (corpo humano) 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 (viceversa). Isto denota ser a formação de conceitos uma atividade complexa dentro da Teoria HistóricoCultural 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.

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 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.

Referências

- Alvez-Mazzotti, A. J., & Gewandsznajder, F. (1999). *O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa*. 2 ed. São Paulo: Pioneira.
- Bogdan, R.C., & Biklen, S. K. (1994). *A investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Portugal: Porto Editora LDA.
- Byrne, J., & Sharp, J. (2006). Children's ideas about microorganisms. *School Science Review*, v. 88, n. 322.
- 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. (2013a). Os Conhecimentos Prévios sobre Seres Vivos dos Estudantes das Séries Iniciais da Cooperativa de Ensino de Central - COOPEC- BA. *Revista Brasileira de Ensino e Tecnologia*.
- _____. (2013b). 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.
- _____. (2013c). *O conhecimento dos alunos do Ensino Fundamental I sobre micro-organismos, animais e plantas a partir do uso de analogias*. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC, 9., 2013. Águas de Lindóia-SP. Anais... Águas de Lindóia: ABRAPEC.
- _____. (2012b). 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.
- _____. (2011a) O conhecimento prático dos estudantes do Ensino Fundamental I a partir de observações microscópicas. *Experimentação em Ensino de Ciência*, 6(2), p. 31-49.
- _____. (2011b). *O conhecimento dos estudantes do Ensino Fundamental I sobre microorganismos: antes das aulas práticas com o microscópio*. In: Encontro Nacional de Pesquisa e Ensino de Ciências, 8., 2011. Campinas-SP. Anais ... Campinas: ABRAPEC.
- _____. (2011c). *O conhecimento dos estudantes do Ensino Fundamental I sobre microorganismos: depois das aulas práticas com o microscópio 2*. In: Encontro Nacional de Pesquisa e Ensino de Ciências, 8., 2011. Campinas-SP. Anais ... Campinas: ABRAPEC.
- Cunha, A. M. O. (1993). Educação para saúde: um estudo das explicações das crianças, adolescentes e adultos para as doenças infecciosas. 295 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.
- Freitas, M. (1989). A Distinção Entre Ser Vivo E Ser Inanimado: Uma Evolução Por Estádio Sou Um Problema de concepções alternativas? *Revista Portuguesa de Educação*, C.E.E.D.C, Universidade do Minho, v. 2, n. 1, p.33-51.

Jone, M. G., & Rua, M. J. (2004). Conceptions of Germs: Expert to Novice Understandings of Microorganisms. *Electronic Journal of Science Education*, v. 9, n. 1, sep.

Mayerhofer, N., & Márquez, C. (2009). *Representações iniciais sobre micróbios desde o ponto de vista de alunos de primaria da região de Cerdanyola Del Vallès*. XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências – Castelo Branco, Portugal.

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.

Novossate, S. Gioppo, C. (2010). Por fora bela viola, por dentro pão bolorento! Em <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p263.pdf>>.

Nuñez, I. B. (2009). *Vygotsky, Leontiev e Galperin: formação de Conceitos e princípios didáticos*. Brasília: Liber Livro.

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

Sforni, M. S. F., & Galuch, M. T. B. (2006). Aprendizagem Conceitual nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental. *Educar em revista*. Curitiba, n. 28, jul-dez.

Trivellato J. Jr.. (1995). Concepções de alunos sobre Fungos e Bactérias (subsídio para o ensino). Dissertação (mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, 1995.

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.

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

_____. (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 to11 grades: Persistence of the "fried-egg model". *International Journal of Physical Sciences*, v. 5 (01), p. 15-24. At <<http://www.academicjournals.org/IJPS>>.

Zômpero, A. F. (2009). Concepções de alunos do ensino fundamental sobre microorganismos em aspectos que envolvem saúde: implicações para o ensino aprendizagem. *Experiências em Ensino de Ciências*, Cuiabá, v. 4, n. 3, p. 31-42.

Zômpero, A. F., & Laburú, C.E. (2010). A decomposição da matéria orgânica nas concepções de alunos do ensino fundamental: aspectos relativos à educação ambiental. *Experiências em Ensino de Ciências* – v. 5(1), p. 67-75.