

NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO CONCEITUAL DOS ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL I SOBRE MICRO-ORGANISMOS/CÉLULAS

Levels of conceptual development of Elementary School students on microorganisms/cells

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

Recebido em: 25/01/2021

Aceito em: 25/07/2021

Resumo

O uso de aulas práticas investigativas para crianças e jovens estudantes no Brasil e no mundo, mediante microscópio e contextualizadas com questões do dia a dia, tem sido uma necessidade sinalizada cada vez mais pela pesquisa em Educação Científica. É comum a falta de conhecimento dos alunos sobre célula e micro-organismos, e quando presente, encontra-se, muitas vezes, fortemente arraigado em idéias equivocadas sobre o assunto. Este trabalho teve como objetivo investigar sobre o desenvolvimento conceitual adquirido pelos alunos dos Anos Iniciais sobre o tamanho, a estrutura e a funcionalidade de micro-organismos/células mediante aulas teórico-práticas ministradas na Cooperativa de Ensino de Central-BA- COOPEC. Realizamos a coleta de dados mediante pesquisa qualitativa associada ao método da entrevista semiestruturada. Analisamos os dados transcritos, de forma comparativa, indicando quatro níveis de desenvolvimento conceitual dos estudantes. Observamos um aumento gradativo nos conhecimentos científicos, envolvendo a estrutura e a função de micro-organismos/células, enfatizando a importância destes seres para o ser humano e para a Natureza.

Palavras-chave: Conhecimento espontâneo, Conhecimento científico, Analogias.

Abstract

The use of practical investigative classes for children and young students in Brazil and worldwide, through a microscope and contextualized with everyday issues, has been a need increasingly signaled by research in Scientific Education. It is common the lack of knowledge by students about cell and microorganisms, and when present, is often strongly rooted in misguided ideas about the subject. This work aimed to investigate the conceptual development acquired by students in the Early Years on the size, structure and functionality of microorganisms/cells through theoretical-practical classes taught at the Central-BA-COOPEC Teaching Cooperative. Data collection was performed through qualitative research associated with the semi-structured interview method. We analyzed the transcribed data in a comparative way, indicating four levels of conceptual development of the students. We observed a gradual increase in scientific knowledge, involving the structure and function of microorganisms/cells, emphasizing the importance of these beings for humans and for nature.

Keywords: Spontaneous knowledge, Scientific knowledge, Analogies.

Introdução

O uso de aulas práticas investigativas para crianças e jovens estudantes no Brasil e no mundo, mediante microscópio e contextualizadas com questões do dia a dia, tem sido uma necessidade sinalizada cada vez mais pela pesquisa em Educação Científica (Silveira, Oliveros & Araújo 2011; Castro et al., 2021). É comum a falta de conhecimento pelos alunos sobre célula e micro-organismos, e quando presente, encontra-se, muitas vezes, fortemente arraigado em idéias equivocadas sobre o assunto. Assinala-se que tal dificuldade esteja vinculada ao um ensino teórico voltado para memorização dos conteúdos em detrimento da sua contextualização, compreensão e desenvolvimento conceitual (Moresco, Barbosa & Rocha, 2017; Bernardi et al., 2019).

Autores como Castro e Bejarano (2011a, 2011b, 2011c, 2012b, 2013a, 2013b, 2013c, 2017) tem relatado que um ensino que envolve a relação entre tamanho, estrutura e funcionalidade de micro-organismos/células¹ tende a contribuir com o desenvolvimento conceitual dos estudantes. Estes conceitos, ao se relacionam entre si e com outros conceitos a partir da contextualização feita na sala de aula, pode constituir um sistema conceitual hierarquizado, o qual favorece a articulação e a assimilação dos conteúdos apresentados.

No sentido exposto, o presente estudo se propôs investigar o seguinte problema: "como um ensino teórico-prático sobre micro-organismos/células pode contribuir para o desenvolvimento conceitual de alunos do Ensino Fundamental I?"

Trata-se de trabalho empírico realizado numa Cooperativa de Ensino de Central-BA-COOPEC, ao longo dos quatro anos (2009-2012), cuja intenção mais ampla esteve voltada para demarcar os conhecimentos recuperados pelos alunos em relação aos conceitos iniciais apresentados por eles sumarizados na sucessão de experimentos/atividades executadas pelo pesquisador (CI, C1, C2, C3, C4, CF), sendo que CI= Conhecimento Inicial; C1, C2, C3, C4= Conhecimento Intermediário e CF= Conhecimento Final. O nível CI faz parte de um diagnóstico elaborado sobre estrutura, tamanho e funções vitais de animais e plantas para fins de pesquisa de mestrado efetuada em 2009, enquanto os demais níveis estão vinculados a uma pesquisa de doutorado. Neste sentido, pode-se tomar com pressuposto de que os dados e as evidências produzidas tendam a ser incorporados como elementos do processo que busca de respostas para as questões suscitadas na prática de sala aula ou selecionadas pelo pesquisador.

Este trabalho teve como objetivo investigar sobre o desenvolvimento conceitual adquirido pelos alunos dos Anos Iniciais sobre o tamanho, a estrutura e a funcionalidade de micro-organismos/células mediante aulas teórico-práticas ministradas na Cooperativa de Ensino de Central-BA-COOPEC.

Referencial teórico:

A abordagem conceitual na infância

Os conhecimentos conceituais (espontâneos e científicos) relacionados ao tamanho, estrutura e funcionalidade de micro-organismos, células macro e microscópicas aumentam com a idade da criança, fato percebido gradativamente no Ensino Fundamental I com a ampliação da descrição do objeto/fenômeno evidenciada na fala e escrita, nos desenhos e gravuras desenvolvidas

¹ O uso deste termo associado tem sido proposto pelo autor em função de contribuir quanto ao reconhecimento da unidade celular no ser vivo, ou seja, a composição do micro-organismo por uma única célula, tendo em vista a dificuldade do uso da teoria celular para o reconhecimento de organismos microscópicos.

em sala de aula pelos alunos (Castro, 2010). Mas, no geral, este autor afirma que, independentemente da maior quantidade de experiências espontâneas e escolares, as crianças ainda apresentam dificuldades no emprego destes últimos conceitos. É nesta relação que percebemos o limite entre as formas de pensamento espontâneo e conceituais evidenciadas pelas crianças às quais nos referimos anteriormente.

O limite entre as formas de pensamento espontâneo e conceitual pode ser melhor compreendido a partir de algumas diferenças entre os conhecimentos espontâneos e científicos apresentadas pela teoria vygotskiana sobre a formação de conceitos. 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, p. 265-269).

Outro aspecto importante é o de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) elaborado por Vygotsky (2000). Este autor esclarece que a ZDP é a distância entre as práticas que uma criança já domina e as atividades nas quais ela ainda depende de ajuda. Para este autor, a interação e a troca de experiências sob orientação de um adulto ou em colaboração com outra pessoa (ex: um adolescente com mais experiência) favorece o domínio para as atividades para as quais a criança tem necessidade de aprendizagem. Envolve uma série de informações que a criança tem a potencialidade de aprender, mas ainda não completou o processo de desenvolvimento, as quais podem ser obtidas com o levantamento de seus conhecimentos prévios. O alcance da ZDP pelo aluno pode indicar ao professor sobre a sua habilidade e capacidade de resolver problemas determinados e também problemas semelhantes.

Uma compreensão sobre o egocentrismo da criança parece contribuir quanto ao esclarecimento da ZDP ao indicar as diferentes formas do pensamento infantil. Segundo Vygotsky (2010), o egocentrismo em criança menor de oito anos de idade está vinculado à percepção que ela tem acerca do meio em que vive. Entre oito e doze anos de idade, o egocentrismo se apresenta no campo do pensamento abstrato. No desenvolvimento infantil, as formas de pensamento vinculadas ao egocentrismo da criança (finalismo, vitalismo, animismo, artificialismo e realismo) vão sendo substituídas pelo pensamento lógico e racional à medida que suas experiências concretas com o mundo vão sendo desenvolvidas (Delizoicov & Angotti, 1994; Teixeira, 2004).

Para os autores acima mencionados, 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; no artificialismo, a criança considera que os fatos e fenômenos que fazem parte do seu meio são provocados da mesma maneira que ela realiza; no animismo, a criança percebe o mundo como uma extensão à sua imagem, animado da mesma forma que ela mesma (um ser bruto é valente) e no realismo infantil, a criança concebe o seu meio de maneira muito particular. Um traço do realismo infantil é percebido quando a criança desenha sua professora atrás da escrivaninha, dispendo o corpo inteiro, como se ele fosse visível através do móvel.

As Células e os Micro-organismos

Autores como Byrne e Sharp (2006), Souza e Rumjanek (2009), Kimura et al. (2013), Azevedo e Sodré (2014), Castro e Bejarano (2011a, 2011b, 2011c, 2012b, 2017) e Bernardi et al. (2019) mostram que aspectos estruturais de micro-organismos/células (tamanho, forma e composi o) são pouco dominados por alunos do Ensino Fundamental I. Para estes autores, apenas as crianças maiores reconhecem as células individualizadas e múltiplas células, mas ainda confundem os aspectos de organismos macroscópicos pequenos com os seres microscópicos e suas fun es, bem como de células macroscópicas que integram ao corpo de organismos pluricelulares grandes (fibras de algodão, ovo de galinha, alvéolo da laranja).

Para Castro (2010) e Castro e Bejarano (2011a, 2011b, 2011c, 2012b, 2017), muitas crianças têm pouco ou nenhum conceito acerca de seres microscópicos, a não ser a partir da intui o ou experiências diárias. Estes autores destacam que a falta do referente concreto sobre estruturas vivas microscópicas funciona como empecilho para aprendizagem dos estudantes. Neste sentido, considera que a importância de se apresentar um conflito cognitivo para o estudante em que suas formas de pensamento intuitivas podem ser colocadas lado a lado ao referente concreto, de modo que ela seja estimulada a abstrair sobre objeto/evento biológico (Castro, 2010, 2014).

O ensino escolar que preza pelos saberes prévios dos alunos como ponto de partida para a realiza o das aulas, e procura apresentar o referente concreto para os conteúdos relacionados a micro-organismos/células, para os quais não há estes conhecimentos, tende a possibilitar melhores resultados para aprendizado destes estudantes.   grande o desconhecimento também por parte de jovens e adultos sobre como funciona a célula e/ou como agem os microorganismos nos seres humanos, em outros organismos ou no meio ambiente (Silveira, Oliveros & Araújo, 2011; Bernardi et al., 2019). Neste sentido,   preciso que seja disponibilizado, desde cedo para as crianças, no plano social da sala de aula, situa es de aprendizagem que possam contribuir com o saber científico sobre o mundo vivo microscópico, e, conseqüentemente, para vida, como jovens e adultos mais aut nomos e capazes de pensar sobre os eventos biológicos microscópicos. Para isto   necessário a aplica o de programas de educa o científica para o Ensino Fundamental I que aproximem as crianças da experiência de laboratório com o microscópio (bactérias, células e micróbios) em que seja conectado com o dia a dia da ciência a partir dos meios de comunica o (Jones & Rua, 2004; Castro, 2010, 2014).

Segundo autores como Moura (2000), Mayerhofer e Márquez (2009), Castro (2014) e Castro e Bejarano (2017), a deriva o conceitual para o termo micro-organismo (conceito central) a partir do uso da funcionalidade (conceitos funcionais) para os termos nutri o, reprodu o e a sua inter-rela o com o meio ambiente possibilita de assimila o de conceitos mais amplos dentro de um sistema, ou seja, a compreensão do estudante para os termos micro-organismos, nutri o, reprodu o, trocas com o meio, entre outros   ampliada. Neste sentido, não basta o aluno memorizar a defini o do ser vivo, mas sim dominar a explica o para os diferentes termos que a este são associados. Autores como Freitas (1989), Castro (2010) e Castro e Bejarano (2013a) asseguram que o domínio do conceito de ser vivo (central)   fundamental para que a criança desenvolva os conceitos de micro-organismos/células (centrais/derivados) e vice-versa.

A compreensão de estudantes do Ensino Fundamental I (acima de 11 anos) para a funcionalidade de micro-organismos como fungos e bactérias, por exemplo,   ainda limitada por conta da dificuldade deles em relacionar a causa e efeito que envolve os objetos/eventos biológicos, de analogias err neas destes seres com organismos macroscópicos e de uma visão ecológica resistente influenciada pela evidencia sensorial/empírica sobre o referido assunto. Eles não conseguem atribuir a transforma o dos alimentos   a o microbiana, acham que   necessária a

decomposição para evitar mau cheiro e associa tal fenômeno a ação digestória de invertebrados como formigas e minhocas ou a insetos/invertebrados em geral (Costa Neto & Carvalho, 2000; Trivellato, 2005; Novassate & Gioppo, 2010; Zômpero & Laburú, 2010).

A limitação das crianças e jovens estudantes para compreensão do “mundo microscópico” parece ter influência direta do ensino que receberam em que a atividade da ciência é apresentada para eles de forma reducionista, quando apresentada sobre o assunto, e contrária ao desenvolvimento da abstração ou pensamento conceitual (Bernardi et al., 2019). Assim, por conseguinte, torna-se difícil que o aluno consiga abstrair a relação entre causa, transmissão, sintomas, prevenção das enfermidades, bem como sobre a distribuição deles no planeta, como enfatizam os autores Cunha (1993), Zômpero (2009), Albuquerque, Braga e Gomes (2012) e Castro e Bejarano (2013b). Percebe-se que propor um ensino de viés sistêmico/ holístico acerca da funcionalidade micro-organismos, em que se associam termos como água, ar, temperatura à proliferação destes seres vivos, bem como à mudança de cor, cheiro, gosto e forma dos alimentos, tende-se a elevar a ampliação da assimilação dos conteúdos ensinados (Sforni & Galuch, 2006).

A proposição acima mencionada pode ser direcionada para o ensino dos aspectos estruturais de seres vivos microscópicos (ex: tamanho e forma celular, moléculas, organismos pequenos observados etc.), uma vez que a limitação na compreensão de crianças e jovens estudantes para o conceito de célula como organismo independente (unidade básica da vida) e em reconhecer os micro-organismos como seres vivos se colocam como obstáculo para o aprendizado das funções da vida (Yorek, Sahin & Ugulu, 2010; Novassate & Gioppo, 2010; Gómez, 2011). Neste sentido, observa-se a importância de se apresentar para o aluno o referente concreto, que pode se estabelecer com auxílio do microscópio, mas também de exemplos práticos funcionais do cotidiano (Castro, 2014). Autores como Moresco, Barbosa e Rocha (2017), Bernardi et al. (2019) acrescentam sobre a necessidade de se contextualizar o papel desempenhado pelo micro-organismo com questões do cotidiano dos alunos, a fim de contribuir para a formação de novos conhecimentos (inclusive espontâneos) como meio para ampliação na alfabetização sobre o “mundo microscópico”.

Analogias

Uma analogia é definida como uma comparação baseada em similaridades entre estruturas de dois domínios diferentes (Duit, 1991). As analogias constituem-se de um domínio conhecido, familiar ao aluno (análogo) e de um domínio pouco familiar (alvo). É a partir do análogo que o aluno vai identificando os atributos que permitem caracterizar o alvo e as relações analógicas entre os distintos conceitos. Isto é, analogias são comparações e semelhanças existentes entre análogo e alvo, que possibilitam conhecer e compreender o alvo (Reigeluth, 1983).

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

Lawson (1993), Cunha e Justi (2008) e Castro (2010) consideram a analogia estrutural como descritiva e a funcional como teórica. Para clarear a distinção entre analogia estrutural e funcional, Castro e Bejarano (2013b) explicitam que a primeira descreve ou compara a estrutura de um objeto/ser vivo conhecido com outra desconhecida. Como exemplo desta, eles recomendam o uso do conhecimento sobre as características da esponja do mar (poríferos) para explicar o que é uma pedra pomes, destacando que esta possui poros como as esponjas. Para eles, a segunda

descreve ou compara a função de uma estrutura conhecida com outra desconhecida, a exemplo da fornalha que fornece calor, assim como o Sol o produz. Assim, a criança, ao fazer analogia da fornalha com o sol, está confrontando a função sendo que uma é mais conhecida que a outra, ou seja, a geração de calor pela fornalha se assemelha com a função do Sol de produzir calor.

A utilização de analogias como recurso didático é comum por professores e autores de livros-texto, no entanto, o modo como são tratadas nos dois casos é desigual. O professor, no decorrer da apresentação analógica, guia o aluno de forma que ele compreenda o laço existente entre os domínios e aprenda o conhecimento novo. Caso perceba que os alunos não entenderam a analogia, o professor pode interferir para explicá-la de forma mais completa ou esclarecer partes não compreendidas. No livro-texto, que representa um caso de linguagem escrita, não apresenta nenhum mecanismo para avaliar o quanto os alunos compreenderam a analogia. Decorre disto, a importância de se antecipar qualquer dificuldade que o aluno possa ter (Curtis & Reigeluth, 1983).

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

Para Teixeira (2004), o uso de analogias poderá facilitar o entendimento de conteúdos de forma a ultrapassar a observação direta dos fenômenos cotidianos visíveis. O nosso trabalho está de acordo com esta questão, no sentido de possibilitar a elaboração de conhecimentos que estão para além da observação dos fenômenos e objetos visíveis (uso do microscópio). Ela sinaliza que os fatores inatos e não inatos podem estar vinculados à construção do conhecimento biológico das crianças.

O caminho metodológico

A pesquisa qualitativa

Usamos para este trabalho a pesquisa qualitativa vinculada ao método entrevista semi estruturada. A abordagem qualitativa poderá permitir ao pesquisador ir além da superfície dos eventos, determinarem 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 trabalho² de coleta de dados foi realizado a partir de aulas teórico-práticas realizadas com alunos do Ensino Fundamental I na COOPEC, município de Central-BA, região Noroeste do estado da Bahia, a 490 km de Salvador, no período de 2009 a 2012. As aulas práticas foram ministradas com a seguinte descrição: as Aulas Práticas (P1) foram realizadas sobre células microscópicas e macroscópicas; as Aulas Práticas (P2A) foram realizadas sobre algas e as Aulas Práticas (P2B) com bolor de pão (fungos); as Aulas Práticas (P3) sobre formigas, besouro, fibra de algodão, fio de cabelo, cortes de insetos, alvéolos etc.; as Aulas Práticas (P4) sobre figuras de células de bactérias, cebola, estômatos, paramécio e tecido sanguíneo (demonstrações práticas). Usamos para coleta de

² 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. Iniciamos os registros com 17 alunos que permaneceram na turma desde 2009, mas como percebemos a uniformidade e/ou repetição nas respostas deles, optamos por escolher aleatoriamente 3 (três) alunos para fins de finalizarmos a coleta de dados em 2012.

dados, o método da entrevista semiestruturada (Ese1, Ese2, Ese3, Ese4) em 2012, com 12 horas de duração.

De acordo com Triviños (1987, p. 146), a entrevista semiestruturada tem como característica questionamentos básicos que são apoiados em teorias e hipóteses que se relacionam ao tema da pesquisa. Os questionamentos dariam frutos a novas hipóteses surgidas a partir das respostas dos informantes. O foco principal seria colocado pelo pesquisador (P), tendo como base questões descritivas (Ex: o que é um micro-organismo? Quais vocês conhecem? etc.) e explicativas (Ex: Como vivem, se alimentam, crescem os micro-organismos? Porque o micro-organismo é uma célula? etc.). Usou-se, quando necessário, as analogias estruturais e funcionais para direcionamento do foco, principalmente para os quesitos explicativos, como meio de possibilitar as respostas dos informantes. Este autor afirma que a entrevista semiestruturada “[...] favorece não só a descrição dos fenômenos sociais, mas também sua explicação e a compreensão de sua totalidade [...]”, além de manter a presença consciente e atuante do pesquisador no processo de coleta de informações (Triviños, 1987, p. 152).

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

As entrevistas semiestruturadas foram realizadas com três alunos do 5º ano em 2012. Esse método foi escolhido com o objetivo acompanhar os diferentes conceitos e proposições elaboradas pelos alunos em situação de especificidade quanto às questões apresentadas nos anos anteriores. As entrevistas foram realizadas após a efetuação das demonstrações práticas pelo pesquisador (P) para fins de verificar as novas ideias e formas de compreensão dos alunos em relação às aulas apresentadas pelas professoras. Essas foram realizadas em turno oposto em relação aos conteúdos ensinados na escola desde 2009 (intervenção do pesquisador e aulas ministradas pelas docentes).

As entrevistas foram realizadas com os alunos após a última etapa da intervenção (2012), ou seja, as demonstrações práticas feitas pelo pesquisador. As respostas orais emitidas pelos alunos foram transcritas e somadas às folhas de respostas das entrevistas.

Usamos as denominações “A1”, “A2”, “A3” para representar nomes dos alunos (as) nas entrevistas, com a finalidade de preservar suas identidades. Os alunos A1, A2 e A3 foram os mesmos nas entrevistas, salvo alguns momentos em que só aparecem A1 e A2 pelos motivos já expostos (nota de rodapé p. 5), conforme atender aos itens de pesquisa correlatos a cada nível de desenvolvimento (C1 a C4), em acordo com a Zona de Desenvolvimento Proximal destes 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. Da mesma forma, intencionamos observar 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.

Em cada série, comparamos as respostas dos alunos em diferentes etapas da pesquisa de acordo com os itens das entrevistas semiestruturadas (Ese1, Ese2, Ese3 e Ese4). Buscamos, com isto, viabilizar a análise dos resultados da intervenção (aulas práticas) para fins de se refletir sobre a contribuição deste trabalho, no que tange aos avanços da pesquisa na área e suas implicações para a formação de professores do Ensino Fundamental I (sistema conceitual). Essa foi uma forma usada para fins de contribuir para a recuperação dos conhecimentos dos alunos, referente às questões levantadas por eles e pesquisador no período 2009-2012.

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

Houve um aumento na assimilação dos conceitos voltadas à identificação de organismos microscópicos, macroscópicos pequenos e células macroscópicas pelos alunos do 5º ano da COOPEC em relação às primeiras aulas práticas realizadas em 2009, em que eles não distinguiam tais conceitos. Eles davam exemplos de mosca, mosquito, piolho, verme, bactéria, micróbios etc. como micro-organismos. Em 2012, eles citaram apenas a formiga como ser microscópico, ou seja, classificaram como micro-organismos: fungos, bactérias, germes, células da formiga e micróbio. Entretanto, não conseguiram avançar na distinção entre seres pluricelulares pequenos e macro células, como no excerto: P– Você conhece organismos pluricelulares pequenos? A2– "Esqueci"; A3– "Formiga, fios de cabelo, alvéolos da laranja, piolho, pulga, pichilinga.

Segundo Castro (2010), Castro e Bejarano (2011a,2011b,2011c, 2012b, 2017), as crianças tendem a classificar todos os seres pequenos (formiga, abelha, mosca, verme etc.) como microscópicos, ou ainda os confundem com macro células. A fim de contribuir para superação e tal dificuldade, sugerimos uma melhor descrição destes organismos após a realização de aulas práticas, principalmente considerando o ensino da funcionalidade acerca dos referidos seres vivos (mais específica).

Percebemos que as aulas ministradas pelo pesquisador na COOPEC contribuíram para a diminuição da visão dos alunos sobre o caráter pejorativo dos micróbios, enfatizado em diferentes trabalhos na área (Bernardi et al., 2019). Neste sentido, os alunos (a exemplo de A1-A2) diferenciaram os seres macroscópicos pequenos dos microscópicos, usando a funcionalidade deles (espontânea), como observamos na questão, a seguir: P–Qual seu habitat e sua importância para o ser humano e para a Natureza?

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

Os alunos emitiram formas de pensamento para as quais exigem um ensino de funcionalidade mais específica atrelada à realização de aulas práticas. Tal exigência é mais bem percebida nas respostas dos alunos para questões mediatas ou explicativas, em que eles confundem o papel e a estrutura de micro-organismos com organismos pluricelulares pequenos, conforme expresso: P- Como vivem, se alimentam, crescem etc.? Como resposta, tivemos: A1– "Se tiver dentro do corpo, eles se alimentam de sangue [...] Os macroscópicos pequenos se alimentam de sangue também". A2– Eles se alimentam de frutas, restos de animais e de vegetais, restos de comida [...]. Confundem ainda com células de defesa do corpo humano, conforme ilustra: P– Além dos micróbios, o que mais ajuda a proteger nosso corpo? A3– "Defesas do corpo? Ah, esqueci [...]" P– São os glóbulos brancos. A3– "Ah, lembrei: os glóbulos brancos são micróbios [...] Os vermelhos dão a cor ao sangue que crescem se alimentando [...] O menor se alimenta mais ou menos [...] O maior tem que ter uma alimentação maior, equilibrada".

Identificamos na relação ao sangue (célula) x defesa (micróbio) e papel de micro-organismos/organismos pluricelulares pequenos uma dificuldade de compreensão conceitual que pode ser suprido por meio de um ensino que enfatize as funções do sangue e destes organismos. Esta é uma questão limite que está dentro da Zona de Desenvolvimento Proximal dos alunos. Contudo, não podemos priorizar a elaboração do conhecimento dos alunos, tendo como base a

funcionalidade em detrimento do ensino voltado para os aspectos estruturais dos organismos micro e macroscópicos pequenos, pois isto pode limitar a apropriação dos conceitos pelos alunos por desconsiderarem os diferentes traços da sua composição. Entendemos, a partir de Vygotsky (1991, 2010), o conceito como uma unidade que agrega propriedades principais dos objetos/fenômenos, tanto de ordem mais geral e simples (funcional) como específica e complexa (estrutural) e vice e versa, ou seja, ora o funcional pode ser mais complexo e o estrutural mais simples.

O uso da funcionalidade como meio que favorece a ascensão do pensamento conceitual dos alunos é defendido por autores como Jone e Rua (2004) e Sforzi e Galuch (2006). Contudo, assinalamos que crianças podem usar a funcionalidade num nível espontâneo, principalmente, para as questões limítrofes para as quais elas têm dificuldades de formular respostas concretas. Para Freitas (1989), Mayerhofer e Márquez (2009), Castro (2010), Castro e Bejarano (2013a) e Castro e Bejarano (2017), a dificuldade de compreensão do aluno sobre a estrutura e funcionalidade do microorganismo-célula pode ser superada a partir do ensino do conceito de ser vivo (conceito primitivo) do qual pode derivar o conceito de micro-organismo/célula. O conceito de ser vivo pode derivar o conceito de microorganismo-célula (também central) num sistema conceitual que envolve o ensino dos conceitos funcionais como habitat, alimentação, ciclo de vida etc.

Os alunos da COOPEC explicam sobre a estrutura do corpo de um micro-organismo/célula, da seguinte forma: Para este item, o aluno A1, por exemplo, informou: "*Cheia de perninha, cabeça, tem comida e resto de alimento que ele comeu; ele tem coração microscópico, sistema em ação em uma pilha [...] Porque amanheceu tem vários corações?*" P– Quais mesmo são as partes de uma célula? A1– "*Quase a mesma coisa que a terra*". A1 desenhou-a com manto crosta e núcleo, definindo cada uma [...] A2– "*Tipo um sol dentro de uma terra bem quente [...]*" P– Porque o micro-organismo é uma célula? A2– "*Eles são parecidos com um grão de açúcar. Eles têm os mesmos nutrientes que tem nos rótulos dos alimentos?*" A3– "*Eles têm várias pernas que ajudam a destruir as coisas*". Eles usam também analogias funcionais para explicar sobre a referida estrutura: "pilha", "alimento que comeu", "pernas que destroem" etc., o que evidencia a interconectividade de entre os conceitos centrais e os derivados funcionais em que o pensamento analógico do aluno pode ser usado como ponto de partida para o ensino (Castro & Bejarano, 2013b, Pádua, 2103).

Observamos um pensamento lógico limitado de uma forma geral e também envolvendo causa e efeito e artificialismo nas respostas dos alunos. Em seguida, eles se serviram da visão funcional para definir os conceitos de forma e composição do corpo do micro-organismo/célula como alternativa para explicar intuitivamente as proposições levantadas por eles e pelo pesquisador(P).

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

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

Notamos que o pensamento espontâneo da criança envolve um caráter egocêntrico relacionado ao vitalismo, finalismo e artificialismo. O pensamento egocêntrico da criança fundamenta, neste nível, a compreensão dela sobre a funcionalidade que usa para diferenciar um ser

vivo microscópico e outro macroscópico (Delizoicov & Angotti, 1994; Teixeira, 2004; Castro, 2010, 2014).

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

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

O sentido das frases carece de complemento, conexão, sendo que a estrutura representa também um limite de compreensão dos alunos. Entretanto, é visível o pensamento lógico em desenvolvimento na relação de causa e efeito envolvidos no fenômeno ou questão investigada (Vygotsky, 1991, 2010).

Percebemos, por outro lado, o aluno explicando o fenômeno por meio de um pensamento espontâneo apoiado numa visão finalista da Natureza acerca da questão inicialmente apresentada. A2, por exemplo, mostra esse primeiro momento: A2—"Por que eles não têm contato com o solo ou ar que são sujos, poluídos; a água filtrada não tem contato com o solo"; enquanto A3 menciona que "a água da chuva é própria para não ter muita sujeira e as bacteriazinhas estão lá para ajudar [...]; água da chuva tem sujeirinha mais bactérias que ajudam nas plantas; a água filtrada já é tratada, mas tem algumas coisas [...] Elas fazem parte do cloro". Nesse item, há uma inversão de causa-efeito, ou seja, uma não deliberação do pensamento, o que é comum no pensamento espontâneo (Vygotsky, 1991, 2010).

Eles associam o desenvolvimento de micro-organismos à sujeira. Na água da Lagoa da Prefeitura, por exemplo, encontramos sujeira porque as pessoas jogam coisas e a água fica "largada" e desenvolve micro-organismos (Bernardi et al., 2019). Temos uma explicação invertida para a última frase em que o aluno usa a água como parte do cloro e não ao contrário. Isso evidencia que o aluno não usa adequadamente a consciência e a deliberação sobre a questão mencionada, conforme nos informa Vygotsky (1991, 2010). Algumas vezes, eles dão um passo atrás no desenvolvimento conceitual, apresentando características psicológicas das crianças menores, conforme as afirmações anteriormente apresentadas.

Nível de Desenvolvimento Conceitual C2– Aulas Práticas (P2B) combolor de pão (fungos)

Pelas razões expostas em C1, realizamos as aulas práticas sobre fungos, a fim de ampliar a relação entre os "mundos" micro e macroscópico porque este grupo de seres vivos tem representantes micros e macroscópicos. Eles podem apresentar formas micro e macroscópicas como parte de um mesmo ciclo celular, como o mofo do pão.

Nessa fase de desenvolvimento, os alunos da COOPEC ainda usam a funcionalidade para diferenciar os fungos quanto ser vivo micro ou macroscópicos. Neste sentido, analisamos as respostas deles para as seguintes proposições:

1) Dá para você observar os micro-organismos que são usados para fabricar o pão e vinho?;

2) Não dá para você observar no pão alguma coisa viva a partir da qual aparecem aqueles pontinhos escuros?;

3) O que acontece para que eles cheguem lá?

Um dos alunos entrevistados respondeu a estas questões: A1– *"Nem todos dão para ver no olho nu porque eles aparecem no pão e nas roupas velhas (pontinhos escuros) guardadas [...] Exemplos de micro-mofo que entra no alimento e se decompõe rápido e não dá para ver; os macros são os dois"*. P– E os macros como a orelha de pau e cogumelo do jardim [...]. A1/A2/A3–? Neste aspecto, o ensino da visão ecológica é imprescindível como passo inicial para o ensino sobre a estrutura de seres vivos (Trivellato, 1995; Costa Neto & Carvalho, 2000, Castro, 2010, 2014).

É preciso reconhecer que o conhecimento espontâneo aparece vinculado aos conceitos ensinados na escola, evidenciando a possibilidade de interferência mútua entre ambos (Vygotsky, 1991, 2010). Quando pedimos para explicar sobre o ciclo de vida do mofo de pão, a aluno A2 disse o seguinte: *"chegando a terra, os fungos ganham força para crescer, reproduzir, precisam da umidade e pouca luz"*. Ele associa a vitalidade dos fungos à finalidade de cumprimento de parte do ciclo vital, seguida da interferência de fatores ambientais. Assim, os conceitos de luz e umidade, por exemplo, podem contribuir para o ensino do conteúdo científico relacionado ao ciclo vital, enquanto a vivência empírica do fenômeno descrito (os fungos chegando a terra) que serve de base para a edificação dos conceitos científicos.

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

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

Algumas questões foram respondidas pelos alunos, sendo que tais respostas implicam na relação do ciclo de vida dos fungos, considerando suas formas micro e macroscópicas. Iniciamos esta seção com a seguinte pergunta: P– Como os fungos ajudam na formação do pão e depois eles estragam o pão? A1– *"No fermento, dentro do fermento[...] Esquentar a massa tem alguns fungos[...]"*. P– E aí, viram num livro? A1– *"Vi numa receita de alimentação[...]"*. P– Mas se o fermento é o fungo, como é a célula do fermento? A1– *"Ela é 'grãozinho', alguma coisa que faz crescer, um alimento ou então botaram eles dentro do fermento[...]"*. O pesquisador pediu aos alunos que relembassem sobre o ciclo de vida de um fungo a partir das aulas ministradas por ele e pelas professoras sobre o assunto na COOPEC. Os alunos usaram uma analogia estrutural para explicar a função de crescimento dos fungos (bolor), sendo que esta funcionalidade também pode ser requisitada para a explicação de questões estrutural microscópica.

Os estudantes do 5º ano da COOPEC percebem que os fungos que estragam o pão são diferentes daqueles (fermento) utilizados no processo de produção do pão. Estes já abstraem numa qualidade melhor em relação ao início da atividade em que não faziam tal distinção. Apesar de os

alunos compreenderem o papel dos fungos na produção de pães e, por conseguinte, dos produtos similares, ainda não foi possível perceberem com clareza que os fungos são desnaturados ao participarem do referido processo. Esta é uma situação é uma questão em que o conteúdo impõe um limite de aprendizagem para os alunos. Eles explicam os fenômenos pela sua funcionalidade e pouco pelas características específicas do conceito, sinalizando uma transição entre formas de pensamento espontâneo e científico, sendo mais predominante a primeira do que a segunda. Com base em autores como Silveira, Oliveros e Araújo (2011) e Bernardi et al. (2019), apresentar para os alunos os aspectos estruturais do micro-organismo, contextualizados com a sua relação com o ambiente e com a utilidade para vida humana, tem a possibilitar um melhor aprendizado para eles sobre assunto em questão.

Podemos assinalar que esta é uma situação de aprendizagem em que os alunos misturam conceitos espontâneos e escolares na explicação para o ciclo vital dos fungos, como no excerto: P– O que acontece com eles depois que se alimentam da massa do pão? A1– "*Fermento[...] os fungos maus tiraram o fermento do pão; eles crescem deixando o pão preto[...]*". P– Atacam só de um lado do pão? A2– "*Crescem na parte mais escura e vai crescendo[...] e o fermento se mistura com o pão e isso faz virar o pão*". P– No caso dos fungos que estragam o pão, como eles apareceram no pão? A3– "*Vem do ar e pega a gente desprevenida e os alimentos não guardados se estragam, dando força aos fungos para se reproduzir[...]*".

Os alunos têm noções espontâneas acerca do ciclo de vida dos fungos (bolor) e do papel biológico do fermento, amparadas no vitalismo (força para se reproduzir) e finalismo típicos do pensamento infantil, como no item primeiramente referido: P– O que acontece com eles depois que se alimentam da massa do pão? A1– "*O pesquisador disse que os fungos dão nutrientes [...]. O fermento é a substância que faz o pão crescer[...]*"; A3– "*Fermento um 'pozinho' que já é misturado com a massa [...], por isso parece um pozinho*". Observamos a repetição de conceitos escolares mediante uso de analogias espontâneas pelos alunos. Isto sinaliza que ambos os conceitos estão em construção (Vygotsky, 1991, 2010).

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

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

Os estudos dos conceitos referentes ao número e forma das células/ser vivo nas aulas práticas (P3) realizadas sobre organismos micro-macroscópicos e células contribuíram para que os alunos ampliassem seus conhecimentos na área em relação à fase C2. Houve um avanço na abstração deles quanto à distinção dos aspectos micro e macro celular, como ilustra o trecho, a seguir: P– Quantas células tem um ser vivo? A1– "*Certo, há diferenças entre micróbios e seres macroscópicos pequenos e macro grande [...]. Acho que milhares*". P– Se for uma bactéria? A1– "*Poucas [...]. Uma só se for uma bactéria [...]. Mosquito, mais[...] 10 ou mais a depender do tamanho*". O aluno A1 inicia a explicação da questão mediante pensamento espontâneo inerente à forma e à função dos organismos/célula, entretanto é influenciado pelo conhecimento escolar ao diferenciar os termos uni e pluricelular, ou seja, a bactéria tem uma única célula, enquanto o mosquito, mais de dez células. Quando este aluno afirma que a bactéria tem poucas células,

podemos inferir que ele está se referindo à colônia destes seres vivos, como geralmente aparecem nos livros didáticos.

Para a questão "como são as células dos seres vivos?", os alunos A1/A2 responderam que as células dos seres vivos são semelhantes à associação de algas e plantas com células grandes que têm funções diferentes: A1—"A planta se diferencia da alga porque é grande e é cheia de galhos [...]". Ele usa uma analogia estrutural para fins de diferenciar os organismos microscópicos (algas em amostras da Lagoa da Prefeitura) e vegetais macroscópicos (plantas terrestres), embora com pouca clareza (pensamento espontâneo), no que se refere à relação entre a estrutura e função das algas e plantas. Eles tentaram explicar que as colônias de algas podem se assemelhar aos aspectos estruturais e funcionais das plantas e que algas isoladas (células) também têm essa relação com as células das plantas. Isso demanda uns domínios conceituais acerca das palavras uni e pluricelular, micro e macroscópico, indicando que estas crianças estão em fase do pensamento conceitual para os referidos assuntos e que é preciso o professor insistir no esclarecimento do assunto em aula (Curtis & Reigeluth, 1983; Cachapuz, 1989; Duit, 1991; Teixeira, 2004), tendo as analogias como uma das ferramentas capazes de facilitar o ensino. Para responder como é uma célula, os alunos A1 e A2 recorrem a um pensamento espontâneo de que os organismos macroscópicos têm células grandes e com mais nutrientes, o que caracteriza o vitalismo imbricado a esta forma de pensamento (Delizoicov & Angotti, 1994; Teixeira, 2004), bem como a necessidade de se ensinar às crianças de tenra idade o conceito de unidade da vida (Gómez, 2011).

Podemos explicitar uma relação mais peculiar entre tamanho, forma e função de células/ser vivo, a partir dos itens que seguem, quando na interrogação de alguns alunos: P— Quem tem mais células, um anão ou uma pessoa adulta? A1—"Devem ser diferentes então, mas não sei explicar [...]A pessoa adulta tem mais células porque é maior e precisa de mais células[...]"; Idem A2/A3; A1—"As duas são iguais [...]". P—Então, o anão x gigante; as células de um idoso x criança, como é que fica? A1—"As células têm umas que servem e outras que não servem". P— E as que não servem? A1—"Elas ficam se decompondo como uma bactéria". P— Por quê? A3—"As formigas vivem debaixo da terra onde estão certas bactérias e outras que não são formigas, por exemplo,". Eles tentaram explicar o assunto pela função, comparando uma célula envelhecida com a de uma bactéria decompositora, ou seja, a bactéria realiza a decomposição porque está se decompondo (analogia funcional). Isto evidencia que a relação entre causa e efeito não está devidamente esclarecida para A1, o que nos leva a admitir que não seja diferente para as demais crianças deste nível de escolaridade da COOPEC, conforme ausência de resposta de A2/A3 para este item.

As crianças nesta fase de desenvolvimento já compreendem que o aumento do tamanho de um ser vivo é proporcional ao número de célula (células do anão x gigante). Eles começaram a relacionar a mudança na forma do organismo com o ciclo vital, exemplificando o envelhecimento como uma transformação que ocorre no ser humano, mas não dominam o conceito celular como causa para os eventos biológicos (diversidade de espécie). Com base em autores como Freitas (1989), Moura (2000), Meyerhof e Márquez (2009), Castro (2010), Castro e Bejarano (2017), podemos evidenciar que, a partir do conteúdo ciclo vital de um ser vivo ou do próprio conceito de ser vivo é possível ensinar mediante derivação conceitual, de um modo simples, conceitos mais específicos como metabolismo, longevidade, renovação celular etc.

Contudo, embora a apropriação destas questões por eles ainda demande respostas espontâneas e/ou tautológicas, as suas formas de pensamento já incluem, em parte, operações lógicas prematuras, que podem ser desenvolvidas na escolaridade posterior. Destacamos aqui a aprendizagem que os alunos recebem no processo, mas que não acrescentam a forma e função das células como elementos que estão relacionados à diferença entre os seres vivos. A forma do corpo (atributo), portanto, é limite maior para aquisição de conceitos a ela correlacionados pelos alunos da

COOPEC. Assinalamos, com base em Vygotsky (1991, 2010), que se o aluno não conseguiu explicar devidamente o fato ou questão é porque o conceito científico ainda não foi formado. Com base em autores como Castro (2010), Yorek, Sahin e Ugulu (2010) e Castro e Bejarano (2011b), asseguramos que para o aluno ampliar a assimilação de tais conceitos é necessário oferecer-lhe uma base de conhecimento em relação à estrutura e função celular, dentro de um sistema ou rede conceitual.

Nível de Desenvolvimento Conceitual C4–Aulas Práticas (P4) sobre figuras de células de bactérias, cebola, estômatos, paramécio e tecido sanguíneo (demonstrações práticas)

Nesta fase da nossa investigação, discutimos uma relação que demonstra a compreensão dos alunos quanto aos aspectos de tamanho e estrutura de ser vivo/célula, a relação entre micro-organismo/célula, ser vivo pluricelular pequeno e macro célula, composição celular e funcionalidade da vida. Envolve, portanto, itens mais específicos de questionamento, os quais demandam uma conexão maior entre a célula, a sua estrutura interna e o tamanho de organismos pluricelulares pequenos. Para tal, consideramos que com um conceito, a criança pode responder a outras questões, ainda que no nível espontâneo, principalmente nos últimos níveis de desenvolvimento. Este é um patamar que ultrapassa aquele estabelecido pela teoria vygotskiana, a qual atribui sistematicidade apenas para o nível do pensamento conceitual da criança. Tal proposição foi perscrutada a partir das seguintes questões, as quais podem permitir ao professor ensinar a noção de escala de medida e a visão de organismos microscópicos como seres vivos:

- 1) Que tamanho você acha que tem uma célula em relação aos seres vivos pequenos que você observa a olho nu?;
- 2) Como identificar o lado de dentro de uma célula e as suas partes?;
- 3) Como saber as medidas exatas dos seres vivos estudados e da célula?

Em relação à primeira pergunta que trata de uma comparação entre o tamanho de uma micro célula e um organismo macroscópico pequeno, tivemos o seguinte: A1– "A formiga tem muitas células e a célula só tem o corpo dela"; quanto à segunda: A2–"*Dentro das formigas tem as células e o coração delas[...] Acho que tem tipo um corpo que tem várias partes, como o intestino que ajuda ela não se decompor em nutrientes? Esses nutrientes vão para o corpo dela [...]*". P– E como acontece? A3–"*Acho que quando se alimenta tem nutrientes para elas [...] Macro pequeno se refere ao que tem fora dela para saber [...] E micro, acho que com uma régua pequena que tem poucos cm. (centímetros) alguma pessoa pode saber*".

Ainda quanto aos aspectos macro x micro celulares, o aluno A1 acrescentou que uma célula não pode ser vista a olho nu e sim observada, como ilustra o trecho: "*ao microscópio como se fosse com uma régua microscópica que ele faz medida*"; Este aluno afirmou ainda que "*com a ajuda do microscópio dê para ver quase as mesmas coisas que o ser humano precisa para sobreviver (nutrientes e materiais)*". O pesquisador perguntou-lhe: P– Por que você diz isto? A1– "*As células são muito sensíveis e precisam de mais coisas que não tem no corpo humano*". Ele quis dizer que o aparelho mostra partes não observáveis dos seres humanos e que eles precisam; é como se, ao mesmo tempo, também fosse um objeto mágico ou imaginário ou capaz de mostrar as coisas que não vemos (nutrientes) e precisamos, mas que são adquiridos pela alimentação. Observamos a presença do pensamento egocêntrico no aluno A1, ainda que as aulas práticas tenham contribuído o seu desenvolvimento conceitual, fato que sinaliza a necessidade de uma atenção para o ensino sobre o "mundo microscópico", mesmo porque se trata de uma característica comum no grupo estudado.

Por outro lado, percebemos o pensamento pouco explicativo (espontâneo) através do qual elas se mostram confusas na explicação sobre a organização estrutural da vida (célula, tecido, órgão e sistema) e sobre a composição química celular. Destacamos que tal dificuldade pode estar relacionada aos componentes macroscópicos que fazem parte dos organismos macroscópicos (tecidos, glândulas etc.), os quais eles concebem como estruturas anexas ao corpo humano. A

estruturação do pensamento lógico-abstrato para assuntos complexos como este é um desafio a ser enfrentado durante a formação escolar do aluno (Moresco, Barbosa & Rocha, 2017; Bernardi et al., 2019). Além disto, a compreensão da célula como unidade morfofuncional do ser vivo ainda não é dominada por estes alunos porque dependem do domínio do conceito de ser vivo, como asseguram Freitas (1989), Moura (2000), Meyerhof e Márquez (2009) e Castro (2010), Gómez, 2011 e Castro e Bejarano (2013a).

Para a segunda questão "Como identificar o lado de dentro de uma célula e as suas partes?", observamos que: A1– "A terra pode ser comparada com uma célula[...]. Temos que botar ela no microscópio para ser vista"; A2– "Pegando o conteúdo dela para ver". P– Ver o quê, alguma coisa no corpo dela? A2– resto de alimentos e nutrientes; A2– "Dá para ver as partes de uma célula macro como o 'gominho' (alvéolo, grifos nossos) da laranja?". Retomamos a ideia do experimento, em que se fizeram comparações entre estruturas micro e macro: P– A "lacerdinha" (inseto) dá para medir com a régua? Observamos a continuidade das respostas egocêntricas dos alunos A1 e A2 (finalismo e vitalismo), as quais demandam um ensino que ultrapassa o seu nível de desenvolvimento conceitual. Contudo, cabe assinalar que a compreensão conceitual dos alunos é decorrente da forma como o ensino foi desenvolvido para eles (fora de uma rede conceitual).

Em relação à segunda questão, os alunos confundem as partes internas pequenas com a questão da célula, mas já evidenciam noção comparativa na relação entre os seres micro e macro pequenos. Eles são influenciados pela compreensão que têm sobre a decomposição realizada por fungos e bactérias, ou seja, dispunham da função destes seres (nutrição) para explicar a questão da estrutura e tamanho celular, como afirmado anteriormente. A concepção de finalismo associada à função dos referidos organismos amplia a necessidade de comparação entre os "mundos" micro (fungo) e macro celular (formiga) pequeno pela analogia estrutural e/ou funcional. Isto significa que houve uma derivação conceitual a partir das proposições conceituais (por parte dos alunos e do investigador) apresentadas nas fases C1 a C4, sendo que tal processo foi evidenciado de forma crescente (Mayerhofer & Márquez, 2009, Castro 2014, Castro & Bejarano, 2017).

Para a terceira questão "Como saber as medidas exatas dos seres vivos estudados e da célula?", tivemos como resposta: A1– "Ela fica igual a nós e começam como uma célula e vai se desenvolvendo[...]. O ciclo vital segue[...]. a formiga é maior milhares de vezes". P– Como assim? A– O pesquisador comparou o esquema de uma célula em geral (padrão) x formiga e perguntou se os "pelinhos" (cerdas) das pernas da formiga eram do tamanho das células deste animal observadas nas aulas práticas. Isto sinaliza um limite de compreensão dos alunos para os conceitos de estrutura e tamanho envolvidos na questão investigada, ou seja, eles distinguiram a formiga da célula, usando o máximo de comparação entre o macro e o microscópico aspecto estrutural, atingindo um limite para esse nível mais específico de compreensão conceitual ou (ZDP), como informa o aluno A2: "No 'ovinho', a formiga é uma célula[...], pelo tamanho[...], vendo as partes de uma formiga". P– A parte da formiga é a célula e aí essa célula dentro de uma parte da formiga, como isso pode acontecer? A2– "Alimentando e nutrindo[...]. Microscópica mais avançada mais força as novas e microscópicas comuns são maiores[...]".

Notamos que uma distinção geral (formiga x célula) foi claramente atingida pelos alunos (A1/A2), mas para questões que envolvem comparações de grandezas menores (célula x cerdas de formiga), eles recorrem ao artificialismo, finalismo e vitalismo para explicá-las, ou respondem-nas com outra pergunta, a exemplo da pergunta feita anteriormente pelo pesquisador: A2– "A célula da formiga é maior do que a célula da bactéria[...]"?

Estas questões já passam a exigir provas mais concretas e podem ser explicadas usando a função de micro-organismos e de células micro e macroscópicas, as gravuras dos livros, as

ilustrações dos alunos, analogias[...]. O aluno A3 comparou a célula com a terra (regiões), sendo que o DNA fica localizado na região central e os nutrientes ficam nesta região e demais partes da célula. O aluno A1 afirma que a célula pode ser observada sem auxílio do microscópio, assim como um grão de amido, enquanto o micro-organismo não pode ser visualizado com apoio deste instrumento. O aluno A2 afirma que os micro-organismos são medidos pela força do microscópio, ou seja, é o microscópio que o torna visível. Os alunos mais perguntaram que responderam ao se tratar de questões referenciadas a tal nível de especificidade, e também voltaram a fazer comparações, utilizando-se das percepções adquiridas espontaneamente, características comuns ao pensamento da criança, com a supramencionada faixa etária.

O aluno A1 usa uma analogia estrutural e A2 reforça a distinção entre os aspectos micro e macroscópicos estudados usando o pensamento vitalista, ambos evidenciando um passo a mais em relação ao pensamento conceitual apresentado por eles nas fases anteriores, no que tange ao momento atual de aprendizagem na área. Identificamos uma ampliação da visão e utilização dos conteúdos escolares após o período em que os conceitos de micro-organismo e células foram estudados em paralelo com a execução do planejamento de ensino, envolvendo conteúdos de outras disciplinas pelas professoras da COOPEC.

Pelo exposto, observamos que os alunos do 5º ano têm mais facilidade de descrever ou citar os conceitos relacionados à estrutura e funcionalidade celular do que explicá-los, pois isto exige deles uma abstração que excede seu nível de desenvolvimento. De acordo com Castro (2010), os aspectos gerais de conteúdo como a forma e o tamanho de ser vivo/célula e a sua funcionalidade são assimilados pelos alunos do Ensino Fundamental I. Por outro lado, uma explicação específica para estes aspectos demanda o domínio de conceitos limítrofes para os alunos como diferenciação celular e papel biológico dos componentes da célula (material genético, organelas, nutrientes, entre outros).

Com base em autores como Freitas (1989), Castro (2010), Novassate e Gioppo (2010), Yorek, Sahin e Ugulu (2010) e Gómez (2011), podemos afirmar que para amenizar as dificuldades conceituais dos alunos, a escola precisa, desde cedo, oferecer a noção de escala de medida e a visão de organismos microscópicos como seres vivos, dentro de um sistema conceitual. O ser vivo, para isto, deve ser concebido como organismo formado por moléculas e células que funcionam de forma independente e que interage com outros seres vivos (micro e macroscópicos).

Considerações finais

Com base no referencial de Vygotsky (1991, 2010) sobre diferenciação dos conhecimentos espontâneos e científicos, em relação à estrutura, ao tamanho e à funcionalidade de micro-organismos/células, evidenciamos uma evolução nos níveis destes saberes dos alunos da COOPEC. Observamos, especialmente, que o êxito na compreensão dos alunos obtido nas aulas práticas está vinculado ao planejamento executado pelo pesquisador em sintonia com as professoras, considerando uma ampliação gradativa no nível destas aulas.

Antes da realização das aulas práticas (fase inicial da pesquisa) pelo pesquisador na COOPEC, observamos conhecimentos isolados (científicos e espontâneos) nos alunos, sendo estes últimos observados também sob a forma de questionamentos. Estes questionamentos foram ampliados com o desenvolvimento das atividades práticas sobre micro-organismos, células micro e macroscópicas, obedecendo à idade dos alunos no período de 2009 a 2012. Destacamos que os alunos mais novos elaboraram e internalizaram um maior número e diversidade de questões, embora os mais velhos aprofundassem nível de questionamento e compreensão para os itens relacionados.

No último ano de pesquisa empírica, inferimos que as respostas apresentadas pelos alunos finalizaram uma fase de compreensão para os objetos/fenômenos estudados, e isso sinalizava aspectos conceituais a serem tratados nos anos posteriores por duas razões: a primeira razão se refere a um limite de cognição para aqueles objetos/fenômenos de aprendizagem (questões e tarefas), ou a falta de conhecimentos correspondentes para tal assunto; a segunda diz respeito ao conteúdo que se mostrou para além daqueles referenciados no livro didático adotado pela COOPEC para o Ensino Fundamental I (5º ano) e no planejamento de ensino desta escola, devido ao nível complexo de entendimento dos alunos.

Observamos, por isto, que as questões/respostas apresentadas pelas crianças, principalmente no último ano de investigação, estão adiante dos conteúdos ensinados nos seus respectivos anos escolares. A explicação para estes quesitos é feita em um nível espontâneo, o qual requisita proposição de um ensino que envolva a formação de conceitos científicos correspondentes às necessidades de aprendizagem dos alunos. Entretanto, os conteúdos contidos nas suas proposições indicaram que pode ser iniciado nos Anos Iniciais, o ensino dos conceitos de micro-organismos/células, considerando seus aspectos abstratos, dentro de uma rede conceitual.

Houve um aumento da relação de causa e efeito com uso da função dos micro-organismos/células (conceitos gerais), sendo que as questões complexas, as crianças tendem a responder com uma funcionalidade espontânea, egocêntrica, ou seja, não fundamentada nos conteúdos, mas na sua vivência no meio, ou pela sua imaginação. No geral, percebemos a redução das respostas egocêntricas nas referidas interfases dos níveis de desenvolvimento (C1 a C4), em detrimento de uma compreensão sistêmica (funcionalidade específica), que são os momentos em que verificamos o aumento do pensamento causal e conceitual.

Os alunos começam a dominar, primeiramente, o tamanho de seres vivos (micro-organismo/célula), 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.

Assim, chegamos a uma compreensão preliminar de que os conhecimentos adquiridos pelos alunos da COOPEC nas aulas efetuadas nessa escola pelo pesquisador (em conteúdo e forma) se apresentam como alternativa viável para superação dos obstáculos de aprendizagem decorrente de um ensino teórico desenvolvido anteriormente (caso COOPEC), ao invés de ser voltado para a formação de conceitos. Tal ponto de vista quicá 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.

Sublinhamos, enfim, que o êxito no crescimento conceitual dos alunos é também decorrente do ensino ministrado pelas professoras da COOPEC, uma vez que elas executaram suas aulas, tendo como base os conteúdos evidenciados pela pesquisa realizada pelo pesquisador. Em outras palavras, o trabalho desenvolvido pelo pesquisador foi parte do planejamento de ensino executado pelas professoras na referida escola, no período de 2009-2012.

Referências Bibliográficas

- Albuquerque, G. G., Braga, R. P. S., & Gomes, V. (2012). Conhecimento dos alunos sobre microrganismos e seu uso no cotidiano. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 58-64.
- Alvez-mazzotti, a. J., & Fewandsznajder, f. (1999). O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa. 2 ed. São Paulo: Pioneira.
- Azevedo, t. M., & Sodré, L. (2014). Conhecimento de estudantes da educação básica sobre bactérias: saber científico e concepções alternativas. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, v. 4, n. 2,
- Bogdan, R.C., & Biklen, S. K. (1994). A investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto Editora LDA.
- Bernardi, G.,Leonardi, A.F., Silveira, M.S., Ferreira, S.A. &Goldschmidt, A.I.(2019). Concepções prévias dos alunos dos anos iniciais sobre microrganismos. *Revista Ciências e Ideias*, v. 10, n. 1, janeiro/abril.
- Byrne, J., & Sharp, J. (2006). Children's ideas about micro-organisms. *School Science Review*, v. 88, n. 322.
- Cachapuz, A. (1989). Linguagem metafórica e o ensino de ciências. In: *Revista Portuguesa de Educação*, v.2, n.3, p.117-129.
- Castro, D. R. (2010). Estudo de Conceitos de Seres Vivos nas Séries Iniciais. Dissertação (mestrado)- Universidade Federal da Bahia. Salvador-BA.
- Castro, D.R., El-Hani, C.N., Santana, C.S., & Silva, R.C. O ensino investigativo de Biologia Celular no Curso de Engenharia de Pesca da Universidade do Estado da Bahia (UNEB) Campus XXIV – Xique-Xique-BA. *Revista de Ensino de Engenharia*, v. 40, p. 82-94, 2021.
- Castro, D. R., & Bejarano, N. R. R. (2017). Compreensão dos Estudantes do Ensino Fundamental I sobre Estrutura e Funcionalidade Micro-organismos/Células. *Experiências em Ensino de Ciências(UFRGS)*, v. 12, p. 93-115,
- _____. (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: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC, Águas de Lindóia, SP.
- _____. (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.
- _____. (2011a). O conhecimento prático dos estudantes do Ensino Fundamental I a partir de observações microscópicas. *Experiências 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, 7, 2011. Anais... Campinas: ENPEC.

_____. (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, 7, 2011. Anais... Campinas: ENPEC.

Costa Neto, E. M., & Carvalho, P. D. (2000). Percepção dos insetos pelos graduandos da Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia, Brasil. *Acta Scientiarum*, 22 (2): 423- 428.

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.

Cunha, M. De C. C., & Justi, R. Da S. (2008). Analogias sobre nutrição e digestão elaboradas por crianças do ensino fundamental. Em: <www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/CR2/p8.pdf>.

Curtis, R. V., & Reigeluth, C. M.: ‘The use of analogies in written texts’. In: *Instructional Science*, v.13, p. 99-117, 1984.

Delizoicov, D., & Angotti, J.A.P. (1994).Metodologia do ensino de ciências. São Paulo: Cortez Editora.

Duit, R. (1991).On the Role of Analogies and Metaphors in Learning. *Science.Science Education*, 75(6), p. 649-672.

Freitas, M. (1989). A distinção entre ser vivo e ser inanimado: uma evolução por estádiosou um problema de concepções alternativas? *Revista Portuguesa de Educação*,C.E.E.D. C, Universidade do Minho, v. 2, n. 1, p.33-51.

Gómez, D.A.R. Propuesta didáctica para la enseñanza del concepto célula a partir de su historia y epistemología. 2011. Tese (doutorado)- Universidad Del Vale. Santiago de Cali, Colômbia, 2011.

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.

Kimura, A. H. et al. (2013). Microbiologia para o ensino médio e técnico: contribuição da extensão ao ensino e aplicação da ciência. *Revista Conexão UEPG*, 9: 254-267.

Lawson, A.E. (1993).‘The importance of analogy: a prelude to the special issue’. In: *Journal of Research in Science Teaching*, v. 30, n.10, p. 1291-1307.

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.

Moresco, T. R., Barbosa, N. V., & Rocha, J. B. T. Ensino de Microbiologia e a Experimentação no Ensino Fundamental, *Contexto & Educação*. Editora Unijuí Ano 32 nº 103 Set./Dez. 201. P. 165-190.

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>>.

Pádua, I.C.A. (2013). *Analogia, metáforas e a construção do conhecimento: por um processo de ensino mais significativo*: In: 26ª reunião da ANPED, GT: Didática, n.04, PUC- MG. Em: <<https://www.google.com.br/search?>>.

Reigeluth, C.M. (1983). *Instructional design: What is it and why is it?*. In. *Instructional Design Theories and Models: An Overview of their current status*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.

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

Silveira, M. L., Oliveros, P. B., & Araújo, M. F. F. (2014). *Concepções espontâneas sobre bactérias de alunos do 6º ao 9º ano*. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8., 2011, São Paulo. Resumos... Disponível em: Acesso em: 11 jan de 2020.

Souza, M. V. A. R., & Rumjanek, V. M. B. D. (2009). Estudos de caso: diferentes visões sobre os microrganismos. 2009. Dissertação (Mestrado em Química Biológica, Modalidade Educação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 170 p.

Teixeira, F. M.F. (2004). Teorias sobre a origem do conhecimento biológico na infância: avanços, limites e implicações. *Educ. Rev.* [online], n.39, pp. 61-78.

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.

Triviños, A. N. S. (1987). *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas.

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.

_____. (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*, 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.