

# O conhecimento dos estudantes do ensino fundamental I sobre funções vitais de animais e plantas

DARCY RIBEIRO DE CASTRO

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

NELSON RUI RIBAS BEJARANO

Professor do Instituto de Química da UFBA e do Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da UFBA/UEFS. Brasil.

---

## 1. Introdução

Consideramos, como referencial para o desenvolvimento do presente estudo, trabalhos voltados para o estudo dos conhecimentos prévios e/ou conhecimentos escolares da criança no âmbito das ciências naturais, tais como: (SINGUNRJÓNSDOTTIR; THORVALDSTÓTTIR, 2010; CUNHA; JUSTI, 2008; POPOV, 2008; CHARRIER *et al*, 2006; KWEN, 2005; LAWSON, 1988).

A partir desse trabalho, objetivamos formular uma resposta concreta para a seguinte questão: a compreensão dos alunos para a relação entre os nutrientes e o crescimento de animais e plantas e a interação de funções entre os órgãos vitais destes seres vivos e a descrição que eles fazem para compreendê-los. Assim, tivemos como propósito, o uso de tal referencial para analisarmos o conhecimento da criança das Séries Iniciais, na Cooperativa de Ensino de Central de Central – COOPEC, no período de 2009-2010, tendo como base as atividades de ensino realizadas pelas professoras desta escola e o pesquisador (CASTRO, 2010).

Esta escola desenvolve um trabalho voltado para a preparação do indivíduo, no sentido de torná-lo apto para a compreensão e o enfrentamento dos problemas cotidianos, bem como sua autorrealização. A COOPEC atende geralmente crianças filhas de funcionários públicos municipais da sede e de povoados, com dificuldades financeiras, na sua maioria. Estas crianças nunca tiveram contato com o microscópio ou desenvolveram experiências na escola com auxílio deste instrumento, tampouco participaram de atividades de pesquisa. Por isso, as atividades dos professores e demais funcionários conta com a participação de voluntários (CASTRO, 2010).

Considera-se o conhecimento das vivências cotidianas da criança como ferramenta útil para a construção do conhecimento científico diante da difícil realidade do ensino de Ciências no Brasil, em que a falta de professores habilitados é um dos problemas principais.

Nas Séries Iniciais, por exemplo, contamos apenas com cerca de 5% de pesquisas voltadas para o ensino da Biologia, conforme assinala Teixeira (2007), num estudo desenvolvido sobre dissertações e teses na área do ensino de Ciências Biológicas no Brasil, no período de 1972 a 2004. Neste contexto, a formação de conceitos específicos sobre funções vitais de seres na COOPEC é carente de investigações nessa faixa escolar.

**Revista Iberoamericana de Educación / Revista Ibero-americana de Educação**

**ISSN: 1681-5653**

n.º 59/3 – 15/07/12

Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI-CAEU)

Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI-CAEU)



Por esses motivos, a temática envolvendo conceitos de funções vitais de seres vivos para tal etapa de ensino pode se apresentar, em especial, como uma dificuldade concreta para o ensino de Biologia.

Mudar essa realidade é um desafio para a escola, e, para isto, distanciar das formas de exclusão do saber e propiciar alternativas para a superação da falta de conhecimento científico é diferencial para o desenvolvimento do pensamento conceitual da criança a partir da relação entre os conteúdos concretos e abstratos realizadas dentro ou fora da escola.

A investigação em sala de aula com os alunos (as) do curso fundamental I (Anos Iniciais) da COOPEC pode trazer uma contribuição para o ensino na referida instituição, no sentido de identificar os conhecimentos que os estudantes podem oferecer à mesma e aos professores no tocante a um ensino de ciências que valorize o ser humano como parte integrante do seu meio, enquanto sujeito que aprende coisas importantes e resolve problemas concretos, a partir da escola (CASTRO, 2010).

## 2. A formação de conceitos com base em Vygotsky

Vários estudos mostraram que no início do período escolar, a criança tem as funções mentais inferiores (memória, atenção), a partir das quais ela aprende a submeter o controle consciente no momento em que os pré-conceitos começam a se originar dos complexos. Essas funções eram utilizadas e praticadas inconscientemente e espontaneamente no período pré-escolar. Para esse trabalho, destacamos as fases de complexo e dos conceitos verdadeiros (VYGOTSKY, 1991).

Em um complexo, os objetos isolados associam-se na mente da criança não apenas por impressões subjetivas, mas devido também às relações que existem entre os objetos. Um complexo é caracterizado por ligações concretas e factuais entre seus componentes, e não abstratas e lógicas. A criança caminha em direção ao pensamento objetivo, pois as ações são mais coerentes e objetivas, embora estas ainda não tenham a mesma forma que o pensamento conceitual (VYGOTSKY, 1991).

Os conceitos se formam pela interação, por uma operação intelectual em que todas as funções mentais elementares participam de uma combinação específica. Essa operação é dirigida pelo uso da palavra como meio para centrar ativamente a atenção, abstrair determinados traços, sintetizá-los e simbolizá-los através de um signo. A mediação a ser realizada pelo professor (a) é um meio para a sistematização de ações de professores e alunos na perspectiva de construção do conhecimento científico (VYGOTSKY, 1991).

Essa relação recíproca imbricada à construção do conhecimento científico tem apoio na abordagem dialética que prima pelas mudanças históricas advindas da relação do homem com a natureza/fenômenos, criando novas razões para sua existência (requisito básico do método dialético). Assim, estudar um fenômeno em todas as suas fases e mudanças significa descobrir, comparativamente, sua natureza/essência (VYGOTSKY, 2008). Tal concepção é proposta por Gasparin (2009) para auxiliar a construção do conhecimento das crianças em idade escolar, tendo como base a relação estabelecida por Vygotsky entre o aprendizado e o nível de desenvolvimento do sujeito, mediante o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal, também conhecida como Zona de Desenvolvimento Imediato. A zona de desenvolvimento imediato constitui-se de dois níveis:

- a) O nível de desenvolvimento atual, que consiste em todas aquelas atividades e comportamentos que a criança ou o jovem conseguem realizar sozinhos, sem a ajuda do adulto ou de outro jovem que já tenha aprendido e possa ajudar; representa as conquistas mentais que o aluno já obteve, como resultado de seu desenvolvimento;
- b) O nível potencial, que compreende as funções que ainda vão ser desenvolvidas, ou seja, a perspectiva do novo nível que se tornará real, após a ação do educando, orientada pelo professor.

O trabalho realizado com as crianças na COOPEC busca atender a relação acima estabelecida por Vygotsky, sendo que os conhecimentos prévios correspondem ao primeiro nível, considerando o ensino desenvolvido pelas professoras nas séries anteriores e as vivências da criança no meio social. Por outro lado, aqueles conhecimentos adquiridos nas aulas das professoras e através da intervenção do pesquisador no momento da pesquisa representam o segundo nível.

### 3. A formação de conceitos sobre funções vitais em plantas e animais

Muitos trabalhos internacionais (SIMPSON & ARNOLD, 1982a, 1982b; LAWSON, 1988; STAVY & WAX, 1989; WOOD-ROBINSON, 1991; CANAL, 1999) foram desenvolvidos sobre concepções alternativas (conhecimentos espontâneos) das crianças acerca dos aspectos conceituais gerais da ciência da vida, entretanto para as funções vitais de seres vivos, estas concepções se encontram muito pouco compreendidas (TANNER e ALLEN, 2005). Outras pesquisas internacionais vêm apontando um avanço nessa área específica, a saber: Singunrjónsdóttir e Thorvaldstóttir (2010), Kwen (2005), Popov (1995), Children's..., (1992), Charrier *et al*, (2006).

No Brasil, autores como KAWASAKI, 1998; BIZZO e KAWASAKI, 2000; HAYASHI, PORFIRIO e FAVETTA, 2011, têm enfatizado os equívocos e a dificuldade de compreensão de crianças e adolescentes quanto aos aspectos sistêmicos da nutrição vegetal, envolvendo desde conceitos como trocas gasosas, fotossíntese, respiração, alimentação e crescimento. Cunha e Justi (2007) discorrem sobre as funções sistêmicas de nutrição no corpo humano.

Kwen (2005) estudou muitos equívocos de conceitos de ciências biológicas em relação a plantas, animais, funções vitais de seres vivos na escola primária de Singapura. Ele relata que os alunos do 2º ano se referem ao conceito de ser vivo em função da sobrevivência e de forma não sistemática. Os alunos do 3º ano evidenciam mecanismos básicos nas suas respostas sobre sistemas que envolvem plantas, animais e seres humanos; interrelacionam respiração, circulação com trocas gasosas com o meio ambiente, mas misturam os processos de trocas gasosas com os processos de respiração celular no organismo humano. Os alunos do 4º/5º ano iniciam a relação de causa e efeito em relação aos conteúdos citados. Eles passam a conhecer também que os alimentos produzidos pelas plantas tornam-se fonte de energia para os animais e que a respiração é um mecanismo pelo qual a energia é disponibilizada para o desenvolvimento das funções vitais dos seres vivos (KWEN, 2005).

Lawson (1988), para as funções vitais de nutrição humana e vegetal, por exemplo, ele não encontrou nenhum tipo de conhecimento nas crianças, associado a uma teoria ingênuo-espontânea. Lawson identificou nessas crianças conhecimentos apenas baseados na repetição de demonstrações

realizadas pelos professores (conhecimento declarativo dogmático). Lawson assegura que nesta área, os conhecimentos biológicos espontâneos são altamente enraizados, complexos, e parece não encontrarem um núcleo comum (elo) entre a experiência pessoal e as visões cientificamente errôneas. Charrier *et al*, (2006), afirmou que as definições dadas pelos alunos acerca de respiração e fotossíntese são similares e têm pouca relação com os conceitos escolares. Esse ponto de vista nega as afirmações de Lawson (1988) que dizem respeito à ausência de conhecimentos espontâneos na criança, para estas temáticas.

Singunrjónsdóttir e Thorvaldstóttir, (2010), a partir de uma pesquisa com crianças numa escola Irlandesa, afirmam que a maioria dos alunos relaciona a fotossíntese apenas como trocas gasosas e não como um processo como um todo: apenas 20% das crianças de 10 anos e 40% das crianças de 14/15 anos relaciona a matéria orgânica produzida a partir da matéria inorgânica com a interferência da energia solar. Esta dificuldade é também relatada por Popov (1995), numa pesquisa realizada na Escola primária de Moçambique.

Em relação às funções vitais de animais, tomando como exemplo, o corpo humano, Cunha e Justi (2008) asseguram que dinâmica digestória são conteúdos abstratos porque não fazem parte do cotidiano das crianças, dos objetos concretos, e envolvem uma série de interrelação entre sistemas orgânicos. A *Research Summary* afirma que muitas crianças não distinguem entre as propriedades do corpo humano e suas partes constituintes. Elas compreendem apenas as funções estáticas dos órgãos: o coração é para amar; o cérebro é para pensar. A coerência funcional, em nível sistêmico, começa a ser evidenciada aos 08 (oito) ou 09 (nove) anos de idade, mas de forma associada aos movimentos de substâncias no organismo, tais como, alimentos, ar e sangue (CHILDREN'S..., 1992).

#### 4. Estudo empírico na COOPEC

Realizamos a coleta de dados nesse trabalho investigativo a partir da zona de desenvolvimento imediato dos alunos após as aulas ministradas pelas professoras desta escola (GASPARIN, 2009). Para isto, usamos, respectivamente, como técnicas, as entrevistas estruturadas (ee1 e ee2) e as entrevistas semi-estruturadas específicas (ese1 e ese2), conforme Bogdan e Biklen (1994). As entrevistas estruturadas (ee1, ee2) e também as semi estruturadas (Ese1 e Ese2) foram realizadas sobre funções vitais de animais e plantas.

Com essas técnicas, foi possível verificarmos o nível de compreensão dos estudantes quanto aos conceitos de seres vivos em diferentes etapas. Realizamos estas entrevistas com o objetivo de acompanhar os diferentes conceitos e proposições apresentadas por eles em situação de especificidade quanto às questões inquiridas inicialmente (entrevista estruturada). Usamos estes instrumentos, nas 4 (quatro) turmas das Séries Iniciais, a partir do II bimestre durante o ano letivo de 2009 (CASTRO, 2010).

As respostas orais dos alunos foram transcritas e somadas às folhas de respostas das entrevistas. Algumas entrevistas foram transcritas na íntegra por conta da dificuldade em separar as respostas satisfatórias para os questionamentos norteadores da pesquisa; outras foram descartadas devido a não atender a tais questionamentos. Por isso, em algumas seções deste trabalho, aparecem 2 (dois) alunos (as) representados pelas letras "A" e "B", em vez de 3 (três) ou 4 (quatro) alunos, conforme a quantidade de estudantes entrevistados por turma (CASTRO, 2010).

Usamos as letras do alfabeto "A", "B", "C" e "D" para representar os nomes dos alunos (as) nas entrevistas, com a finalidade de preservar suas identidades. Utilizamos os seguintes itens norteadores para a realização da entrevista semi-estruturada, tocante aos conteúdos: alimentação e funções vitais das plantas: "Para onde vão os alimentos no corpo das plantas?" "Como os alimentos chegam às folhas do vegetal?" "De que forma os alimentos fazem as plantas crescerem?" Para os assuntos alimentação e funções vitais dos animais, dispúnhamos dos seguintes itens norteadores para a realização da entrevista: "Para onde vão os alimentos no corpo dos animais?" "Como os alimentos chegam às diferentes partes do organismo dos animais?" "De que forma os alimentos fazem os animais crescerem?" (CASTRO, 2010).

Algumas curiosidades e/ou questionamentos apresentados pelos alunos (as) nas entrevistas estruturadas e semi-estruturadas foram respondidas em bloco pelo pesquisador. Desta forma, foi possível envolver o estudante numa relação em que eles puderam questionar e ser questionados. Isso possibilitou verificar se as respostas apresentadas por eles eram espontâneas ou se estavam baseadas no ensino formal desses conteúdos.

## 5. A análise de dados

Os dados coletados nesta pesquisa foram analisados, com base na orientação do método dialético que auxilia a comparação das respostas dos alunos nas etapas da pesquisa (GASPARIN, 2009). Atende a Zona de desenvolvimento imediato do aluno, considerando o conhecimento historicamente produzido e sistematizado em que o educando, orientado pelo professor, estabelece as ligações e o confronto entre seu conhecimento prévio com o novo conhecimento científico que se expressará na totalidade concreta do pensamento.

Para cada série, fizemos a comparação das respostas dos alunos de acordo com cada item da entrevista em diferentes etapas da pesquisa (ee1, ee2). Vale ressaltar que consideramos as respostas originais dos estudantes, incluindo erros ortográficos e/ou neologismos nas respostas aos itens destes referidos instrumentos (CASTRO, 2010).

A análise das entrevistas semi-estruturadas (Ese1, Ese2) foi realizada através da comparação das respostas individuais dos alunos (3 ou 4 por série). Os conteúdos analisados evidenciaram preliminarmente os processos envolvidos na obtenção de nutrientes, bem como a interação dos sistemas que relacionam nutrição e crescimento dos organismos autótrofos e heterótrofos (CASTRO, 2010).

## 6. O conhecimento dos alunos da COOPEC sobre animais e plantas

Os estudantes do 2º ano têm conhecimento livresco sobre a alimentação, a nutrição e o crescimento das plantas. A maioria deles soube responder aos itens do questionário que dizem respeito ao destino dos alimentos no organismo das plantas, como as plantas respiram e como se realiza a fotossíntese. Entretanto, eles não têm noções da ação interativa dos fatores que atuam nos mecanismos de fotossíntese e de respiração, tais como: a água, o gás carbônico, a temperatura, a luz e os sais minerais. E muito menos eles conseguem relacionar a importância dos processos de trocas gasosas e metabólicos (respiração e fotossíntese) com o crescimento de vegetais. A dinâmica de transformação das substâncias

brutas, que os vegetais absorvem pela raiz (seiva bruta), junto ao gás carbônico que entra pela folha, nos produtos da fotossíntese (seiva elaborada) está completamente ausente (CASTRO, 2010).

Observamos o conhecimento ingênuo dos estudantes desta série quando eles acreditam que só a água e sais minerais são suficientes para o crescimento das plantas, como no exemplo: *"A água vai subindo e faz crescer folhas e frutos"*.

Notamos a prevalência de conhecimentos espontâneos na relação entre a nutrição e o crescimento das plantas e nas interações de mecanismos de transporte de substâncias entre as raízes, caule, folhas, flores e frutos e fotossíntese. Há predominância da água como fator responsável pela fotossíntese. Tivemos conhecimentos espontâneos para a pergunta: "Como os alimentos fazem as plantas crescerem?" Para esta pergunta, tivemos as seguintes repostas:

*"Um grande banho de sol faz a planta crescer forte e saudável; Os passarinhos jogam a semente e faz crescer as folhas e tudo se junta e vai subindo e fica verde... vem mais chuva e as folhas ficam verdes"*

Evidenciamos pouca ou nenhuma interferência do conhecimento escolar na compreensão nesses mecanismos vitais das plantas.

Os estudantes do 3º ano oferecem mais detalhes acerca do transporte e da diferenciação de alimentos no corpo das plantas. Para o item "Os alimentos são os mesmos nas raízes e nas folhas das plantas?", tivemos as seguintes respostas: *"Não, porque a raiz fixa a planta na terra e retira os sais minerais e as folhas botam na flor" - "não porque a folha dá o gás para o homem e a raiz fixa a planta"*. Para estas respostas dos alunos, podemos inferir que há conhecimentos espontâneos e antropocêntricos<sup>1</sup>. Isso evidencia certa funcionalidade do pensamento em relação às transformações dos alimentos no corpo dos vegetais. Contudo, são predominantes os conhecimentos livrescos e erros conceituais no tocante à temática alimentação e crescimento das plantas (CASTRO, 2010).

Para o item: "Como os alimentos ajudam as plantas a crescerem?", aparecem as noções de interação/processo, associados aos mecanismos de trocas gasosas, conforme as respostas a seguir: *"Pelos sais minerais"... "pela semente"... "com a terra, luz, sais minerais e gás carbônico"... "o processo é chamado de fotossíntese"*... Entretanto, não há nenhuma evidência da relação da fotossíntese com o crescimento das plantas (CASTRO, 2010).

Há dificuldade, por parte dos alunos do 3º ano, em integrar os recursos água, gás carbônico, minerais, temperatura e luz para a realização da fotossíntese. As crianças usam o conhecimento do livro didático no lugar do conhecimento espontâneo quanto à interação destes referidos recursos. Como exemplo disso, temos: *P – Como o pé de feijão cresce? A – Com terra, luz, sais minerais e gás carbônico* (CASTRO, 2010).

De acordo com Pines e West (1984), para o excerto anterior, temos uma situação de aprendizagem do tipo *formal-simbólica/zero-espontânea*, pois existe pouco conhecimento espontâneo para interagir com o conhecimento formal apresentado na escola. A noção de interação de fatores e/ou processos

<sup>1</sup> Antropocêntricos- [De *antrop(o)*- + *-centr(o)*- + *-icô*]. Considera o homem como o centro ou a medida do Universo, sendo-lhe, por isso, destinadas todas as coisas (FERREIRA, 2004).

relacionados às funções vitais das plantas fica na dependência da mediação didática do professor em sala de aula.

Há ênfase nos sais minerais e nas vitaminas como responsáveis pelo crescimento dos vegetais. O assunto fragmentado no livro didático não contribui para que o aluno, através da mediação do professor, faça uma leitura integrada com os fatores relacionados anteriormente. Por isso, as respostas das crianças, sobre as funções vitais dos vegetais, tendem a ser fragmentadas e finalísticas, como nessa questão: *P – Como a semente faz uma planta crescer? B – A gente planta a semente e o vegetal cresce.* A funcionalidade ocorre quando o pesquisador faz a ponte entre os conceitos, ou seja, faz a relação entre transporte de substâncias da raiz até a folha (vice-versa), bem como das transformações básicas que ocorrem com tais substâncias (CASTRO, 2010).

No Ensino Fundamental I da COOPEC é comum à inversão dos gases oxigênio por gás carbônico nos processos de respiração vegetal (3º ao 5º ano), como assinalam Singunrjónsdottir e Thorvaldstóttir (2010) numa pesquisa com crianças irlandesas. As pesquisas de Singunrjónsdottir e Thorvaldstóttir (2010) e Popov (2008) afirmam que a visão de sistema e de processos envolvidos na fotossíntese está ausente até em crianças escolarizadas com 14/15 anos de idade. Os estudantes da COOPEC informaram indícios destes conhecimentos (apenas em nível espontâneo), a partir do 4º ano do Ensino Fundamental I.

Os estudantes do 4º ano mostraram conhecimentos similares aos estudantes do 3º ano no item “para onde vão os alimentos no corpo das plantas?” Eles responderam que os alimentos iam para as raízes, folhas, caules, etc. As respostas foram isoladas e finalísticas para o item: “Como os alimentos fazem as plantas crescerem?” Como resposta para esta questão, tivemos: “*as plantas crescem através da água, da raiz e da semente*”. Os conhecimentos espontâneos evidenciados na questão: “Os alimentos são os mesmos nas raízes e nas folhas das plantas?” também se assemelham aos saberes apresentados pelas crianças do 3º ano, ou seja, não sinalizam nenhum indício de processo e/ou transformação desses alimentos, desde a absorção pelas raízes e o deslocamento deles até a folha. Temos as seguintes respostas para esta questão: “*Não, por que os alimentos nascem da planta, e sim, porque as raízes fazem as plantas crescerem.*” As respostas livrescas foram comuns para o item: “Como as plantas respiram?”, mas a dinâmica das trocas gasosas ocorreu sob uma diversidade de explicações livrescas e com menos erros conceituais em relação ao 3º ano (CASTRO, 2010).

De acordo com Pines e West (1984), para a questão: “Os alimentos são os mesmos nas raízes e nas folhas das plantas?”, temos uma situação de aprendizagem do tipo *espontânea/não instruída*, pois o conhecimento espontâneo é extenso, rico e suficiente e não há conhecimento escolar correspondente a ser apresentado.

Existem alguns avanços do pensamento conceitual dos estudantes do 4º ano em relação aos estudantes do 2º e 3º ano com respeito às trocas gasosas e aos processos vitais dos vegetais (fotossíntese, respiração e crescimento). Há uma mistura de conhecimentos obtidos em sala de aula e/ou no livro didático e conhecimentos espontâneos, oriundos das experiências diárias. Os estudantes, em geral, dizem que os sais minerais, a água ou, então, a semente, fazem os vegetais crescerem. Mas a interação destes fatores para essas funções só ocorre com a ajuda do pesquisador. Desta forma, podemos inferir que, para estes conteúdos, a mediação do pesquisador atingiu a zona de desenvolvimento proximal do aluno, conforme a orientação de Vygotsky (1991).

Os estudantes do 5º ano indicaram uma maior diversificação do conhecimento escolar no sentido de relacionar os órgãos e as células como estruturas que recebem os alimentos no corpo do vegetal no item: "Para onde vão os alimentos no corpo das plantas"? Eles mostraram um conhecimento ingênuo para esta questão, afirmando: *Ela come e cresce igual ao ser humano - os alimentos vão para a raiz que faz crescer- com a água*. Tal saber pode ser considerado como não processual e misturado com os indícios de conhecimentos científicos. Para o item: "Como os alimentos fazem as plantas crescerem?", tivemos como respostas o seguinte: *"porque ocorre a fotossíntese"- "através da fotossíntese"*. Finalmente, para o item: "Os alimentos são os mesmos nas raízes e nas folhas das plantas?", houve uma predominância de respostas ingênuas sobre as respostas escolares. O conhecimento não escolar foi predominante em todas as respostas para o item: "Como as plantas respiram?"

Os alunos do 5º ano denotam uma falta de noção de processos e/ou transformações que ocorrem com as substâncias nos organismos vegetais envolvidos na dinâmica funcional das funções vitais de respiração e fotossíntese. A interação entre os fatores água, luz, gás carbônico estão ausentes na compreensão sobre as trocas gasosas voltadas para a produção de alimentos nos vegetais. Esta interação depende de saberes sobre as transformações que ocorrem com estes fatores nas funções metabólicas das plantas: respiração, fotossíntese e transporte de substâncias da raiz para o caule. Estes conhecimentos são livrescos e compartimentados. Eles também não estabelecem qualquer relação destas funções com o crescimento da plantas, a não ser de maneira finalística, quando se referem à fotossíntese como meio responsável pelo crescimento das plantas (CASTRO, 2010).

Notamos indícios de conhecimento científico e de processos envolvidos na compreensão dos estudantes quanto aos conteúdos de seres vivos, como ilustra o exemplo: *P - A fotossíntese faz o vegetal crescer? C - Sim. P - Por quê? C - Transforma a matéria bruta em nutrientes através dos raios solares*. Mas quando a interferência do entrevistador aumentava, havia um retorno para conhecimentos livrescos e/ou ingênuos, como nesse exemplo: *P - Água e nutrientes fazem a planta crescer? C-Sim, pela raiz*. Daí a importância do professor (a) conhecer essas possibilidades de interação para uso no planejamento e realização das suas atividades em sala de aula (CASTRO, 2010).

As interações sistêmicas e/ou de processos que são envolvidos na realização de funções vitais de plantas indicam um alto nível de compreensão a ser alcançado pelas crianças. O conhecimento espontâneo adquirido pelos estudantes nas suas vivências no meio social é fundamental para a elaboração dos conceitos escolares, desde que a escola esteja preparada para fazer essa mediação. Da mesma forma, os conceitos escolares estarão relacionados à ampliação e/ou formulação dos conhecimentos espontâneos (CASTRO, 2010).

Percebemos uma tendência de compreensão por parte dos alunos em relação à interação de fatores para o fenômeno da fotossíntese, os transportes de substâncias da raiz para as folhas (vice-versa) e as trocas gasosas entre o vegetal e o meio ambiente. Essa percepção foi ampliada com base na interferência do pesquisador no sentido de interrelacionar os transportes de substâncias, os fatores com a realização da fotossíntese pelas plantas e as implicações deste fenômeno com o crescimento vegetal.

Os alunos do 2º ano têm, na sua maioria, uma boa noção sobre o destino dos alimentos no corpo dos animais ao responderem o item: "Para onde vão os alimentos no corpo dos animais?" Eles trazem conhecimentos espontâneos sobre excreção, digestão e absorção de nutrientes, mas misturam os

mecanismos básicos de digestão intra e extracelular, bem como os processos envolvidos nestas funções de uma forma geral. Dessa forma, eles apresentam um conhecimento mais variado do que as demais turmas do Ensino Fundamental I para o item: "E depois que chegam ao corpo dos animais, viram o quê?". Esses alunos relacionam vitaminas e sais minerais como resultantes do processo de digestão nos organismos animais, em vez de mencionarem apenas os produtos da excreção animal (fezes e urina). Eles afirmam, de uma maneira geral, que os alimentos e as vitaminas são responsáveis pelo crescimento dos animais, incluindo a espécie humana. Há, portanto, uma mistura de conhecimentos espontâneos e escolares para as questões: "Como os alimentos podem fazer os animais crescerem?" e "E você cresce como?" (CASTRO, 2010).

Notamos a prevalência de uma mistura de conhecimentos espontâneos e livro didático na relação entre digestão e transporte de nutrientes para o corpo. A visão de alimentação animal se relaciona essencialmente ao ser humano. Esse saber não foi identificado na pesquisa de Lawson (1988).

Para essa temática, com crianças em idade escolar, apesar de as crianças da COOPEC terem um bom conhecimento escolar sobre os órgãos do sistema digestório e o papel do sangue no transporte de substâncias alimentares para o corpo, as interações funcionais entre sangue, digestão e crescimento do corpo ficam no plano do conhecimento espontâneo da criança ou do conhecimento fragmentado que eles adquirem nas aulas de Ciências.

Neste caso, percebemos a importância de se desenvolver os conteúdos na escola, num sistema hierárquico, de tal forma que eles favoreçam a ampliação contínua dos conceitos, após o 2º ano escolar. Assim, a percepção inconsciente e espontânea dos conceitos, com o passar dos anos, passa a ser submetido ao controle consciente e deliberado, como assegura Vygotsky (1991).

Os alunos do 3º ano, em sua maioria, responderam ao item: "Para onde vão os alimentos no corpo dos animais?", da seguinte forma: os alimentos vão para a "barriga", estômago ou intestino. Os conceitos para "bunda" e fígado são erros conceituais. Quanto à questão: "E depois que chegam ao corpo dos animais, os alimentos viram o quê?", a transformação dos alimentos em nutrientes apenas se referencia à formação de excrementos, como fezes, urina. Apareceram as vitaminas e os sais minerais (cálcio, ferro, zinco). Não há também indícios de transformação dos alimentos em nutrientes, mas os erros conceituais e tabus "alimentares" são predominantes, sobretudo, nos itens: "Como os alimentos podem fazer os animais crescerem?" e "E você cresce como?" Para o primeiro item, tivemos como respostas, o seguinte: "*ele come e depois cresce*"; "*eles comem muito e engordam*". Para o segundo item, as respostas foram as seguintes: "*comendo e bebendo água*"; "*umentando a altura*" (CASTRO, 2010).

Notamos uma funcionalidade baseada no cotidiano e/ou no livro didático, evidenciando um aparente atraso em relação ao segundo ano no tocante à percepção da relação entre digestão, transporte de nutrientes e crescimento do corpo animal. Não identificamos nos estudantes do terceiro ano nenhuma compreensão da dinâmica de funcionamento dos órgãos vitais (estômago, intestino, sangue, ossos) na sua relação com o crescimento dos animais.

Os estudantes do 4º ano consideram, de forma geral, apenas as vitaminas e os sais minerais como responsáveis pelo crescimento dos animais. Algumas vezes, aparecem as proteínas como nutrientes, mas eles não sabem a relação entre nutrientes e alimentos, nem dos nutrientes com as funções vitais dos animais, tampouco com as suas transformações em produtos residuais da digestão intra e extracelular. Os resíduos extracelulares são as fezes e os intracelulares são o suor, a urina e o gás carbônico. A compreensão dos alunos sobre as interações nutricionais sistêmicas relacionadas ao crescimento fica

caracterizada no nível das substâncias que fazem parte do nosso cotidiano próximo e concreto, a exemplo das fezes e da urina. Nas plantas, as interações que se relacionam com o crescimento são mais precisas do que nos animais para crianças desta idade escolar (CASTRO, 2010).

Os estudantes do 4º ano responderam o item: "Para onde vão os alimentos no corpo dos animais?" de forma semelhante aos alunos do 3º ano, Para o item: "E depois, que os alimentos chegam ao corpo dos animais, viram o quê?", há uma mistura dos alimentos/nutrientes, produtos da excreção, bem como das funções da digestão intra e extracelular reforçada pelos conhecimentos espontâneos da criança. Na frase, por exemplo, em relação à 2ª questão, *"o que presta vai para o sangue e o que não presta vai para as fezes"*, evidencia-se uma mistura das funções intra e extracelular, como conhecimento espontâneo. Notamos ainda uma mistura de transformação dos alimentos em resíduos (cocô, fezes e vômito) e nutrientes (vitaminas e minerais). Isso evidencia uma maneira de compreender os conteúdos da dinâmica digestória no plano abstrato por parte dos alunos do 4º ano, como afirmam Cunha e Justi (2008).

Os estudantes do 2º, 3º e 4º ano mencionaram a mesma compreensão para o item: "Como os alimentos podem fazer os animais crescerem?" Além das respostas comuns para os conceitos de vitaminas e sais minerais, as proteínas foram pouco citadas no 4º ano. Há uma mistura do conhecimento alternativo e escolar para esta questão. Este mesmo conhecimento vale para o item: "E você cresce como?" Portanto, ficam evidenciados erros conceituais, superficialidade, espontaneidade e incompletude nas respostas dos alunos (CASTRO, 2010).

O uso do conceito de alimento no lugar de nutrientes e vice-versa ilustra essa mistura de um pouco de tudo. Percebemos uma tendência do conhecimento escolar, superando o conhecimento cotidiano. Nesse aspecto, as respostas com o uso de conceitos como vitaminas, sais minerais e proteínas foram mais frequentes nas explicações sobre o crescimento de animais do que conceitos como, comendo, alimentando-se, etc. Contudo, fica evidente uma situação de aprendizagem escolar chamada *conflito*, pois há confronto entre os conceitos espontâneos e científicos (PINES; WEST, 1984). Se tais conflitos implicarem no abandono de ideias que prevaleceram por um período de tempo, podemos entender que não houve resistência dos conhecimentos espontâneos; caso contrário, os conceitos espontâneos estarão bem enraizados, como nos informa (LAWSON, 1988).

Os estudantes das Séries Iniciais, em geral, responderam de uma mesma forma a questão: "Para onde vão os alimentos no corpo dos animais?" As respostas comuns foram: *"para o intestino"*... *"para o estômago"*... *"para a barriga"*. Entretanto, no 5º ano, aparece uma relação entre estômago e o crescimento/fortalecimento dos ossos explicita na frase: *"para o estômago para os ossos para crescerem e fortalecer"* (*sic*). Surgem, neste contexto, dois conceitos relacionados ao local por onde os alimentos chegam ao organismo: crescimento e fortalecimento (CASTRO, 2010).

Para o item: "E depois que os alimentos chegam ao corpo dos animais, viram o quê?", a transformação dos alimentos fica no nível da digestão extracelular com a formação do bolo alimentar, do quimo<sup>2</sup> e das fezes. Com isto, percebemos a visão do cotidiano próximo porque são fenômenos que os alunos têm contato ou visualizam de alguma forma, como por exemplo, sentir e pegar (CASTRO, 2010).

---

<sup>2</sup> Quimo. (Do Gr. Chymos, atr. Do latim. Chymu, 'papa, 'mingau'). Pasta branca, leitosa, espumosa, a que se reduz o bolo alimentar no estômago, ao final do processo de digestão gástrica. Tem pH bastante ácido, pela presença de grande quantidade de ácido clorídrico (SOARES, 1993. p. 401).

Inicia-se no 5º ano, a diferenciação entre alimentos e nutrientes para as questões: "Como os alimentos podem fazer os animais crescerem?" e "E você cresce como?" Há uma diversificação um pouco maior sobre os tipos de nutrientes, tais como: vitaminas, sais minerais e proteínas. Contudo, a visão predominante é que as vitaminas e os sais minerais são responsáveis pelo crescimento dos animais. Foi mencionado, com frequência, que o organismo precisa dos alimentos e dos nutrientes, mas esses pontos de vista ficaram no nível do conhecimento espontâneo ou do livro, ou seja, eles não compreendem a relação entre alimentos, nutriente e crescimento como processos inter-relacionados. Para o último item, aparecem os conceitos relacionados à qualidade de vida: prática esportiva, exercícios físicos e alimentação à base de frutas e verduras (CASTRO, 2010). Neste aspecto, a maior frequência de conhecimento cotidiano dos estudantes poderá está associada às influências das informações propiciadas pelos meios de comunicação (televisão, revistas, etc.).

Em geral, uma boa visão do assunto baseada nos conteúdos do livro didático ou em vivências do dia-a-dia é apresentada, embora com erros conceituais. Os conhecimentos finalísticos e cotidianos são dominantes nos alunos do 5º ano, assim como nas Séries Iniciais como um todo. Os saberes finalísticos estão vinculados ao livro didático e/ou às aulas ministradas na escola. Lawson (1998) chama esses saberes de conhecimentos declarativos dogmáticos. Por um lado, eles são necessários, pois podem contribuir para a formação profissional dos estudantes, mas por outro, poderão inibir a construção do conhecimento científico, a partir do conhecimento espontâneo.

Evidenciamos os indícios da compreensão de processos no tocante à dinâmica da nutrição animal e às implicações desta para o crescimento de animais, como ilustram os exemplos a seguir: P- *"E depois que o sangue leva os nutrientes para o corpo dos animais, o que acontece com esses nutrientes?"* A: - *"Ações"?*... P- *"E quem faz as ações?"* A: - *"As células"*.

Uma dessas ações poderá estar atrelada ao conceito de crescimento em organismos animais, tendo como base o esclarecimento da função dos nutrientes no seu corpo. O professor poderá, por exemplo, mencionar os diferentes papéis dos nutrientes no corpo humano, a relação destes com a dinâmica do ciclo celular responsável pelo crescimento dos tecidos, e, conseqüentemente, do organismo como um todo (CASTRO, 2010).

Percebemos uma interação funcional no nível dos saberes espontâneos dos estudantes quando eles afirmam que os rins são responsáveis pela separação dos alimentos "bons" e distribuição dos nutrientes nos organismos dos animais. Segundo os estudantes, esses alimentos "bons" são líquidos e são provenientes do suco gástrico. Tal compreensão evidencia uma transição entre conhecimentos espontâneos e científicos. Podemos verificar uma sinalização em que os pré-conceitos (complexos) ascendem ao pensamento conceitual por denotar uma melhor percepção do fenômeno digestório, via uso da consciência e expressão verbal, como assegura Vygotsky (1991). Esse tipo de abordagem pode ser explicitado, a partir do seguinte: P-... *Sais minerais, vitaminas, proteínas, açúcares, etc. estão no quimo e daí como irão para todas as partes do corpo do animal?* C - *Pelo sangue.*

Assim, tal avanço na interação funcional (conceitual) da função digestiva ocorreu quando o pesquisador fez sua intervenção, no sentido de juntar e relacionar os conceitos isolados como nutrientes e composição do quimo, por exemplo. Neste caso, o conhecimento escolar favorece o conhecimento espontâneo para algumas situações que exigem abstração, como nas interações sistêmicas dos seres

vivos. O conhecimento espontâneo, por sua vez, contribui para a construção de conceitos relativos às funções digestórias, que são abstratos (CUNHA; JUSTI, 2008).

Em linhas gerais, observamos que os estudantes do 2º e 3º ano não apresentam conhecimentos espontâneos em nível de processos e/ou interações relacionadas às funções sistêmicas de seres vivos (funções vitais de animais e plantas). O 4º ano se apresenta como uma fase de transição entre a ausência e o início da formação de processos e/ou interações sistêmicas nos seres vivos (aspectos conceituais). No 5º ano, há um pequeno avanço destes aspectos, no sentido de ampliar a funcionalidade dos sistemas orgânicos (animais e plantas). Assim como no 4º ano, no 5º ano, observou-se um aumento da compreensão dos estudantes mediante a intervenção do pesquisador. Isto significa que é possível o desenvolvimento de atividades de ensino, para estes conteúdos, considerando a zona de desenvolvimento proximal dos alunos (CASTRO, 2010).

QUADRO 1  
Conhecimento dos alunos sobre funções vitais de plantas e animais

Questões	Plantas	Animais
Alunos	<p><i>Como os alimentos chegam às folhas do vegetal?</i></p> <p>A - A raiz espalha na planta toda (2º ano)*</p> <p>B - A raiz chupa a água e vai para o caule e folha (2º ano)*</p> <p>A - A raiz puxa água para o caule e o caule puxa a água para as folhas porque o caule recebe uma força que vem da raiz- empurrando a água para cima (4º ano)*</p> <p>B - Pelo vento (4º ano) *</p> <p>A - Tem a seiva bruta que sobe e outra que desce, mas não sei qual... Sobe pelas células (5º ano)**</p>	<p><i>Como os alimentos chegam às diferentes partes do organismo animal?</i></p> <p>B - As vitaminas vão para o sangue, circulam no corpo inteiro e ajudam a ter uma saúde melhor (2º ano)**</p> <p>C - Comendo... Vitamina C... Comendo bem, sempre na hora certa... a parede do coração bate e o sangue leva os alimentos para o corpo inteiro... Para crescer, o sangue tem que ser bom, saúde boa, deixa o corpo forte contra doenças (2º ano)*</p> <p>A - Sangue (3º ano)**</p> <p>A - Sangue (4º ano- a maioria)**</p> <p>A - Os rins... o sangue ( 5º ano)**</p>
Alunos	<p><i>De que forma os alimentos fazem as plantas crescer?</i></p> <p>A - Pela semente que a gente planta no solo (2º ano)*</p> <p>B - Pelo caule e todas as partes... um banho de sol faz (sic) a planta crescer forte e saudável (2º ano)*</p> <p>C - Os passarinhos jogam as sementes e faz (sic) crescer as folhas (2º ano)*</p> <p>D - Dá um solo fértil para elas não morrerem (2º ano)*</p> <p>A - Pelos sais minerais e pela semente... Pela terra... Luz, sais e gás carbônico (3º ano)**</p> <p>A - Sais minerais... Semente (4º ano)*</p> <p>B - A chuva cai na folha e a planta* cresce e vai saindo o fruto (5º ano)</p>	<p><i>De que forma os alimentos fazem os animais crescer?</i></p> <p>A - Fortalece os ossos e nós crescemos com os ossos saudáveis (2º ano)*</p> <p>B - Acho que por conta do cálcio e das vitaminas... Tomando leite, cálcio e ferro (2º ano)**</p> <p>C - Comida... Vitamina C... Comendo bem sempre na hora certa (2º ano)*</p> <p>B - Vitamina D... Proteína (3º ano)**</p> <p>A - Alguma coisa por dentro que empurra o corpo deles para cima (4º ano)*</p> <p>C - Levantando o corpo... Pela força... A força dos nutrientes (4º ano)*</p> <p>D - Crescer e ficar mais forte... Cada dia a gente aumenta o corpo... Com a força dos alimentos: a vitamina A, D, etc. (5º ano)*</p>

Fonte: Alunos do Ensino Fundamental em 09 anos- COOPEC- Central-BA - 2009.

\* Conhecimento espontâneo- \*\* Conhecimento escolar

- As letras do alfabeto A, B, C e D= respostas dos alunos entrevistados

A compreensão dos alunos da COOPEC acerca da funcionalidade dos sistemas orgânicos animal e vegetal está atrelada ao seu estado de desenvolvimento conceitual e às suas experiências vivenciadas nos níveis concretos e abstratos dentro e fora do ambiente escolar. A intervenção do pesquisador em sala de

aula foi diferencial para evidenciar os conhecimentos destes estudantes em relação às funções vitais de plantas e animais, conforme o quadro 1.

De acordo com o quadro 1, os estudantes apresentaram respostas espontâneas e escolares para explicar como os alimentos chegam às folhas do vegetal e às diferentes partes de um organismo animal, bem como a forma como os alimentos fazem os animais e as plantas crescerem. Esse ponto de vista não se adéqua, em parte, a teoria de Lawson (1988), quando ele afirma que há pouquíssimos conhecimentos prévios nos estudantes em relação às referidas funções vitais.

Os estudantes da COOPEC, em geral, não têm noção de interação e/ou processos relacionados às funções vitais de digestão, respiração, circulação/transporte de substâncias e crescimento de animais e plantas. A base para a compreensão do funcionamento integrado dos diferentes sistemas orgânicos em animais e plantas por parte desses estudantes é algo evidente nas proposições contidas no referido quadro. Estas proposições apresentam-se como um problema a ser investigado, sob a orientação do professor em sala de aula. Elas contêm conceitos isolados que poderão ser desenvolvidos em experimentos ou com o apoio do material didático escolar. Algumas delas indicam uma transição entre os conhecimentos escolares e espontâneos, considerando a interação/processos envolvidos na compreensão de funções vitais por parte dos alunos do 4º e 5º ano, como ilustram os exemplos que se seguem (alunos da COOPEC- 2009):

*De que forma os alimentos fazem as plantas crescerem? A- Pelos sais minerais e pela semente... Pela terra... Luz, sais e gás carbônico (3º ano); Como os alimentos chegam às diferentes partes do organismo animal? C- Comendo... Vitamina C... Comendo bem, sempre na hora certa... a parede do coração bate e o sangue leva os alimentos para o corpo inteiro... Para crescer, o sangue tem que ser bom, saúde boa, deixa o corpo forte contra doenças (2º ano); Como os alimentos chegam às folhas do vegetal? A- Tem a seiva bruta que sobe e outra que desce, mas não sei qual... Sobe pelas células (5º ano).*

Kwen (2005) argumenta que os conteúdos de funções vitais supracitados devem ser desenvolvidos gradualmente na escola primária, com base nas concepções prévias dos alunos. Reiteramos tal ponto de vista ao sugerir que os professores precisam se engajar para vencer a visão unilateral de conhecimento na área de ciências naturais, buscando também nos saberes prévios dos alunos uma alternativa para a efetivação da sua prática em sala de aula.

## 7. Considerações finais

Após as aulas ministradas pelas professoras da COOPEC e ampliadas com a intervenção do pesquisador, enquanto aplicava os instrumentos de pesquisa, observamos a presença do conhecimento escolar isolado, a grande quantidade de conhecimentos espontâneos dos alunos acerca destes conceitos isolados, bem com a ampliação destes, sob a forma de questionamentos.

As aulas do pesquisador contribuíram para o avanço do conhecimento dos estudantes no que diz respeito aos conhecimentos espontâneos e escolares em relação aos conceitos de funcionalidade de seres vivos. A atuação do pesquisador ajudou na compreensão das funções desempenhadas pelos órgãos vitais de plantas e animais, suscitou a formulação de novas perguntas e outras necessidades de estudo, bem como o alargamento de atitudes por parte dos estudantes, em relação às respostas aos problemas cotidianos (CASTRO, 2010). Esse tipo de intervenção propiciou a correlação e reflexão sobre os conteúdos escolares e suas respectivas práticas e a extensão destas para o plano social da vida da sala de aula.

Assim, chegamos a um entendimento preliminar de que é possível a descrição dos conteúdos/processos envolvidos na compreensão dos conceitos de funções vitais animais e plantas, pelas crianças do Curso Fundamental I (Anos Iniciais), a partir dos conhecimentos prévios, considerando a idade dos alunos, e de procedimentos acessíveis para a efetivação da aprendizagem diante das dificuldades apresentadas. Mas, para isto, é necessário um tempo maior de pesquisa/intervenção com os estudantes da referida escola a fim de alcançar uma verificação mais ampla de conceitos e processos envolvidos na sua construção (CASTRO, 2010).

## Referências

- BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari Knopp. (1994). *A investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Portugal: Porto Editora.
- CANAL, P. (1999). *Photosynthesis and "inverse respiration" in plants: an inevitable misconception? Int. J. Sci. Educ. 21(4), 363–372.*
- CASTRO, D.R. (2010). *Estudo de Conceitos de Seres Vivos nas Séries Iniciais*. 2010. Dissertação (mestrado)- Universidade Federal da Bahia. Salvador.
- CHARRIER, M. M.; CAÑÁL, P.; RODRIGO, V. M. (2006). *Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas*. Investigación Didáctica, Enseñanza de las ciencias. Pp 401-410. 24(3). DRIVER, R. *Students' conceptions and*
- CHILDREN'S ideas about living things. *Research Summary*, Copyright Leads National Curriculum Science Support Project, 1992. Disponível em: <[www.learner.org/courses/essential/life/support/1\\_Livingthings.pdf](http://www.learner.org/courses/essential/life/support/1_Livingthings.pdf)>. [consulta, janeiro, 2010].
- CUNHA, M. de C. C.; JUSTI, R. da S. (2008). *Analogias sobre nutrição e digestão elaboradas por crianças do ensino fundamental*. Disponível em: <[www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/CR2/p8.pdf](http://www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/CR2/p8.pdf)>. [consulta, março, 2010].
- FERREIRA, A. B. H. (2004) *Novo dicionário Aurélio*. Dicionário Eletrônico. Ed. eletrônica. São Paulo: Positivo Informática.
- GASPARIN, João Luiz. *A construção dos conceitos científicos em sala de aula*. Disponível em: <[http://www.pesquisa.uncnet.br/pdf/palestraConferencistas/A\\_CONSTRUCAO\\_DOS\\_CONCEITOS\\_CIENTIFICOS\\_EM\\_SALA\\_DE\\_AULA.pdf](http://www.pesquisa.uncnet.br/pdf/palestraConferencistas/A_CONSTRUCAO_DOS_CONCEITOS_CIENTIFICOS_EM_SALA_DE_AULA.pdf)>. [consulta, março, 2009].
- KAWASAKI, C.S. (1998). *Nutrição vegetal: campo de estudo para o ensino de ciências*. Tese de Doutorado. FE-USP, São Paulo.
- KAWASAKI, C.S. e BIZZO, N.M.V. (2000) *Conceitos Científicos em Destaque: Fotossíntese, um tema para o ensino de ciências? Química nova na escola, n° 12, novembro.*
- KWEN, Boo Hong. (2005). Teachers' misconceptions of biological science concepts as revealed in science examination papers. In: INTERNATIONAL EDUCATION RESEARCH CONFERENCE, AARE. National Institute of Education, Nanyang Technological University Singapore.
- LAWSON, A.E. (1988) . The acquisition of biological knowledge during childhood: cognitive conflict or Tabula rasa? *Journal of research in science teaching*, v. 25, n. 3, p. 185-199.
- PINES, L., West, L. (1984). *Compreensão conceitual e aprendizado da ciência: uma interpretação da pesquisa dentro de um arcabouço teórico de fontes do conhecimento*. Mimeografado.
- POPOV, O. (2008) *Estudo dos conceitos e métodos científicos na escola primária*. Disponível em: [www.educ.umu.se/~popov/international/TEXT03.pdf](http://www.educ.umu.se/~popov/international/TEXT03.pdf) . [consulta, junho, 2020].
- SIMPSON, M. Y ARNOLD, B. (1982 a) *The inappropriate use of subsumers in biology learning*. European Journal of Science Education, em BELL, B. 1985. Students' ideas about plant nutrition: What are they? *Journal of Biological Education*, 19(3), pp. 213-218.
- \_\_\_\_\_. (1982b). *Availability of prerequisite concepts for learning biology at certificate level*. *Journal of Biological Education*, 16(1), pp. 65-72.

- SIGURJÓNSDÓTTIR, H.; LÓA THORVALDSDÓTTIR, H. *How well do pupils understand photosynthesis?* Disponível em: <[http://mennta.hi.is/malthing\\_radstefnur/symposium9/synopsis/nfsun9\\_submission\\_111.doc](http://mennta.hi.is/malthing_radstefnur/symposium9/synopsis/nfsun9_submission_111.doc)>. [consulta, abril, 2010].
- SOARES, J. L. (1993) Dicionário etimológico e circunstanciado de biologia. São Paulo: Scipione.
- STAVY, R. and WAX, N. (1989). Children's conceptions of plants as living things. *Hum. Dev.* 32(635), 1-11.
- TANNER, K; ALLEN, D. (2005). *Approaches to biology teaching and learning: understanding the wrong answers - teaching toward conceptual change*. Cell Biology Education, v. 4, p.112-117, Summer.
- TEIXEIRA, P. M. M. (2007). *Pesquisas em ensino de biologia no Brasil: um panorama baseado na análise de dissertações e teses (1972- 2004)*. Programa de Pós-Graduação em Educação, UNICAMP, 2007. Disponível em: <<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=000449571>>. [consulta, abril, 2010].
- VYGOTSKY, L. S. (1991). *Pensamento e linguagem*. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes.
- \_\_\_\_\_. (2008). *A Formação Social da Mente*. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes.
- WOOD-ROBINSON, C.(1991). Young people's ideas about plants. *Studies in Science Education*, 19, pp. 119-135.