

## *Educação em ciência natural emergente: na pré-escola e primeiras séries do ensino fundamental*

**Emergent natural science education: in pre-school and first grades of primary school**

**Educación en ciencia natural emergente: a nivel pre-escolar y primer grado de la escuela fundamental**

**Amauri Betini Bartoszeck<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Mestre em Ciências Biológicas, UFPR; Fellow Society of Biology, (UK), Fellow Educational Commission of Foreign Medical Graduates (US), Especialista em Bases da Biofísica, UFRJ, Especialista em Problem-based Teaching Strategies, UW, Especialista em Educação Médica, UW, Graduação em História Natural, UFPR, Professor Adjunto IV de Fisiologia e Neurofisiologia, Pesquisador do Laboratório de Metabolismo Celular, Neurociência e Educação Científica Emergente, UFPR, Consultor Acadêmico e de Pesquisa Científica. abartoszeck@hotmail.com, bartoszek@ufpr.br

### **RESUMO**

Este ensaio visa estimular a introdução paulatina de ciências naturais na pré-escola (e séries iniciais do ensino fundamental), acompanhando o neurodesenvolvimento, a cognição e o comportamento da criança. Salienta aspectos relevantes da evolução do cérebro na perspectiva darwiniana e comportamento da espécie humana. Reflete sobre o amadurecimento do cérebro e órgãos sensoriais compatíveis com abordagens de conceituação abstrata, princípios da metodologia de observação com significado e registro simplificado de dados, na modalidade da ciência escolar. Objetiva contribuir complementarmente para a formação continuada do professor em ciências naturais e implicações educacionais da neuropedagogia.

**Palavras-chave:** Educação científica. Mundo natural. Cérebro. Modelo mental.

### **ABSTRACT**

This paper aims to encourage the gradual introduction of natural sciences in pre-school (and school), accompanying the neurodevelopment, the cognition and behavior of the child. It highlights relevant aspects of the evolution of the brain under the Darwinian perspective and behavior of the human species. It also provides some reflections on the maturation of the brain and sensory organs compatible with abstract concept approaches, principles of observation methodology with meaning, and simplified registration of data in the form of school science. Its objective is to contribute in addition to the continuing education of teachers in natural sciences and educational implications of neuropedagogy.

**Key words:** Scientific education. Natural world. Brain. Mental model.

## RESUMEN

Este ensayo tiene por objeto fomentar la introducción gradual de las ciencias naturales en la educación preescolar y escolar, que acompañan el desarrollo neurológico, la cognición y el comportamiento del niño. Destaca aspectos relevantes de la evolución del cerebro en la perspectiva Darwiniana y el comportamiento de la especie humana. Reflexiona sobre la maduración del cerebro y los órganos de los sentidos compatibles con enfoques de conceptos abstractos, principios de metodología de la observación con el significado y registro simplificado de datos, en forma de ciencia escolar. Su objetivo es contribuir a la formación continua del profesorado en ciencias naturales y implicaciones educativas de la neuropedagogía.

**Palabras-clave:** Educación científica. Mundo natural. Cerebro. Modelo mental.

## INTRODUÇÃO

A fim de que a criança possa se desenvolver e aprender, precisa ter construído condições internas prévias, na “máquina pensante” que promovam o raciocínio. Estas condições são atingidas à medida que a criança, entre outras ações, possa manipular objetos, deformá-los, deslocá-los, identificá-los (ELLIOT, 1999; PAPALIA E OLDS, 2000).

As ciências cognitivas se propõem a explicar o fenômeno da cognição nos organismos biológicos (MINSKY, 1989; EISENCK e KEANE, 1994; BYRNES, 2001). As crianças pequenas já possuem ideias cognitivas muito próprias do mundo natural ao seu redor, como plantas, insetos, pássaros, rochas (ALHO, 1992; INAGAKI e HATANO, 1996; PEDRINI, 2007; MAIA, 2009; BARTOSZECK et al. 2009).

Assim, faz-se mister ir contra a corrente dominante, no uso preferencial do livro-texto didático, e alternativamente, investigar o que a criança já sabe, seu modo de pensar, antes de abordar algum tema de ensino e vincular à situações de seu cotidiano, objetos, relações, o mundo natural, que possam despertar sua curiosidade (BELL, 1981; CARAVITA e HALLDÉN, 1994; GOPNIK et al., 1999; TUNNICLIFFE e REISS, 1999; HARLEN, 2001; COLINVAUX, 2004).

Na área de ciências naturais emergentes, a qualificação e o conhecimento do professor são fatores essenciais na sua habilidade de ensinar (SANTOS, 2000; OLIVEIRA, 2002). O professor precisa conhecer e dominar a “matéria” com certa profundidade, de forma que possa ajudar as crianças a criarem mapas cognitivos úteis, relacionar as ideias entre si e fazer a integração com aspectos do cotidiano (DUSCHL et al., 2007; BELL et al., 2009; GELMAN et al., 2010). Todavia, na cultura anglo-saxônica, tem-se observado redução da importância da ciência que está sendo ensinada no ensino fundamental (ALEXANDER,

2010). Por outro lado, salienta-se que a compreensão científica é essencial a partir da pré-escola e ensino fundamental no estímulo à curiosidade para, posteriormente, mesmo que leigo, possa distinguir entre evidência científica e pseudociência, bem como estimular as crianças na escolha futura de carreiras científicas (HARLEN, 2001; 2011).

### **Evolução do cérebro e a aprendizagem escolar**

O cérebro, produto da evolução darwiniana, fez a seleção dos indivíduos por sua capacidade de adaptação ao meio onde escolheram viver. Esta capacidade é ampliada pelo próprio cérebro da espécie em tela, não ficando “escrava” do patrimônio genético e é mais moldável pela experiência e aprendizagem (MORRIS, 1975; 1990; ELGIN, 1999; WERNER, 1997).

Desta forma, a solução de determinada tarefa ou a resolução de um problema depende de uma complexa associação de inúmeras camadas de circuitos neuronais em diversas áreas do cérebro e o processo natural de aprendizagem do cérebro para o cumprimento de tarefas estipuladas pelo currículo escolar (SMILKSTEIN, 2003).

A ideia central da neurociência cognitiva é supor que o cérebro seja um tipo de “artefato neurobiológico” desenvolvido pela evolução ao longo de milhões de anos, não de forma linear, mas “aos saltos” e programado para se modificar pela experiência (ALLMAN, 2000; BULLER, 2006; AAMODT e WANG, 2009, DALGALARRONDO, 2011).

O “aprender” na visão dos filósofos pioneiros só é possível a partir de um conhecimento preliminar pré-existente (Sócrates), i. e., a dependência do aprender é inata (linha nativista). Por outro lado, a herança filogenética fornece um conhecimento inicial, mas o mecanismo da plasticidade neuronal modifica a estrutura inicial da circuitaria cerebral, em função das demandas ambientais e a adaptação do ser no mundo (RAMOS, 2002; MORA, 2004).

Aqui se incluem, com implicações educacionais: reconhecimento de padrões, rapidez de julgamento, inferências, formação de circuitos sinápticos significantes (CLAXTON, 1995; 1999; SOUSA, 2008).

O desenvolvimento cognitivo é classificado em etapas (PIAGET, 1929/2005). Na etapa sensório-motor (por volta dos 8 meses) a criança é incapaz de se diferenciar do

mundo ao seu redor. Não há distinção do “eu” (*self*) do outro (*non-self*), adualismo inicial, provavelmente o *proto-self* no dizer de António Damásio (2000).

Já em torno de 3 anos a criança apresenta pensamento “pré-causal” sem noção clara de causa e efeito. Nesta fase, seu pensamento é caracterizado pelo “animismo”, i. e., quando a criança atribui vida animal a todos os seres, inclusive os inanimados, como por exemplo, ao bater a cabeça na porta e sentir dor, a porta é má (DROUET, 1997; BAHAR, 2003; SAMPAIO, 2009).

Na fase de 3-4 anos, as crianças já têm noções básicas sobre a biologia elementar e compreensão inicial do que seja crescimento, doença e herança. As crianças acham também que animais e plantas possuem uma “essência”, algo invisível (*essentialism*) que permanece imutável, mesmo quando os aspectos externos mudam (GELMAN, 2003; ATRAN e MEDIN, 2008). Além disso, a classificação dos seres vivos ainda é problemática para as crianças, em função da variedade de concepções intuitivas e ingênuas, que são persistentes (INAGAKI e HATANO, 2002; 2006; BABAI et al., 2010).

### **Psicologia evolucionista e a educação em ciências**

Na perspectiva da psicologia evolucionista, um fato que desperta muita atenção é o longo período de imaturidade da prole do ser humano (BURGESS e MACDONALD, 2005; BULLER, 2009). Visto globalmente no reino animal, a inteligência e a flexibilidade cognitiva estão correlacionadas com a extensão do período de imaturidade dos filhotes (SCHEIBEL e SCHOPF, 1997).

Assim, as espécies precociais, como os pássaros dependem de capacidades inatas, desenhadas pela “mão da evolução” nos circuitos neuronais (*hardwired*) adaptadas ao nicho ecológico próprio (*umwelt*) e, por isso, amadurecem rapidamente e adquirem autonomia (UEXKÜLL, 1933; CARTWRIGHT, 2001; BARRETT et al., 2002).

Já no caso das espécies altriciais, a prole necessita de cuidados prolongados e dependem de aprendizado e emissão de comportamentos (DEL-CLARO, 2004). Assim, os bebês da espécie humana neste período desfrutam de um período protegido de “autoconhecimento” e pela observação para aprender em seu próprio meio (SILBERG, 2003). Desta forma, em torno de 3 aos 8/9 anos é o período ideal para a estimulação

orientada e iniciação em Educação em Ciência (BATLLORI, 2008; SÉ E LASCA, 2005; CARVALHO et al., 2006).

### **Preliminares da ciência emergente**

A observação com significado e compreensão é uma habilidade que deve ser aprendida e aperfeiçoada com vistas ao desenvolvimento do conhecimento e apreensão dos conceitos biológicos com crianças já aos 4 e 5 anos.(REISS e TUNNICLIFFE, 1999; TUNNICLIFFE, 2000).

Traduzir observações de como a criança pensa (modelo mental) em forma de anotações que possam rapidamente ser interpretadas são um desafio que requer seleção e decisão informada e transcrição cuidadosa.

Lançam-se mão da técnica do desenho (modelo expresso) e entrevistas individuais, de modo que estes dados coletados possam ser analisadas posteriormente pelo pesquisador, de acordo com convenções científicas aceitas e, posteriormente, sugeridas como implicações educacionais aplicadas à sala de aula (LUQUET, 1927/1999; COX, 1997; van KOLCK, 1981; ANNING e RING, 2004).

Muitas destas habilidades precisam ser desenvolvidas com as crianças que iniciam a pré-escola (BSCS, 2004, 2005; DUSCHL et al., 2007). A meta é encorajar os aprendizes de todas as idades a observar com significado, compreensão e satisfação em relação à tarefa praticada (WALMAN, 1985; REISS et al., 2002; BARTOSZECK et al., 2008; BARTOSZECK et al., 2009).

Há número reduzido de experiências práticas validadas no ambiente de educação infantil e primeiras séries do ensino fundamental. Destacam-se “trabalhos práticos” em ciências físicas e biológicas elementares, tais como Miguel et al., (1996), Vieira et al., (1968); Grala e Moreira, (2007) com conceitos de física; Righi, (1966) com a minhoca; Ashbrook, (2007); e Geoghean, (2000) com besouros; Marongon, (2008); Bartoszeck e Tunnicliffe, (2011) com insetos em geral; Kinoshita et al., (2006); Azul et al., (2007); Ashbrook, (2008) com botânica elementar; Novossate e Gioppo, (2007) com fungos e Bartoszeck e Tunnicliffe, (2011) com plantas.

Por outro lado, sob o ponto de vista da aprendizagem, o cérebro do bebê e das crianças de 3-5 anos é mais flexível que o dos adultos. Apresentam muito mais sinapses, embora não muito eficientes, que vão sendo “aparadas” (apoptose) em função de

experiências de aprendizagem (“*experience-expectant plasticity*”), o que permite abordagens abstratas de “baixo grau” (HEBB, 1949, 2002; KOLB e WHISHAW, 1998; BRUER, 1999; BSCS, 2005; OECD, 2007).

Mas é por volta dos 6 anos que o crescimento da rede neural se “estabiliza” e as vivências mais significativas vão sendo consolidadas na memória de longo prazo (IZQUIERDO, 2002; JAMES, 2007; RELVAS, 2009; ELIOT, 2009; GEAKE, 2009).

A camada do córtex pré-frontal distintamente humano leva tempo para “amadurecer” (ocorrendo em torno dos 21 anos). As “funções executivas” ali processadas, como concentração prolongada, planejamento, execução da tarefa e outras ações eficientes, dependem de longo aprendizado que se inicia na infância (DEMO, 2000; 2005; BLAKEMORE e CHOUDHURY, 2006). Os bebês e as crianças muito pequenas foram projetados pela evolução biológica para criar, mudar, explorar o mundo natural e aprender (FOLEY, 1998; MITHEN, 2002; LAGO 2004).

### **Características de ciência emergente e o desenvolvimento do cérebro**

O conceito de ciência natural emergente (iniciação à ciência) é a ciência no seu aspecto mais amplo, direcionada para crianças dos 4 aos 8 anos, essencialmente (JOHNSTON, 2005). Envolve o desenvolvimento de habilidades científicas, atitudes, entendimento dos fenômenos naturais, por meio da linguagem e das experiências sociais.

As crianças pequenas e as da primeira infância (meninice) já possuem ideias cognitivas muito próprias do mundo ao seu redor, que são o produto de uma gama de experiências, mesmo antes da escolarização formal e após a educação infantil. Na perspectiva do desenvolvimento, os seres humanos trafegam por diferentes estágios de vida, cada qual com demandas próprias para um crescimento ótimo (SLATER e LEWIS, 2002; NATHANIELSZ, 1999).

O cérebro das crianças entre 2 e 6 anos passam por substancial processo de desenvolvimento. A atividade da circuitaria neuronal é acelerada e as ligações sinápticas se formam e se desfazem em resposta aos tipos de estímulos que a criança recebe de seu ambiente (ELIOT, 1999). Naturalmente as crianças de todas as idades estão constantemente aprendendo sobre o mundo. Mas, particularmente na fase dos 7 aos 10

anos, as crianças sentem-se como “pertencentes” a uma sociedade mais ampla e mostram propensão para entender as “regras” de funcionamento de um mundo mais complexo do que estão gravitando localmente. Nesta fase, o cérebro da criança já sofreu certo amadurecimento e começa a aprender as normas mais formais da leitura, escrita, aritmética, mas também procura saciar a intensa curiosidade, o porquê das borboletas e dos pássaros voarem, como o girino, ao crescer, se transforma em sapo, entre outros aspectos do mundo natural (MIGUEL et al., 1966; CALVIN e OJEMANN, 1980; CLAXTON, 1994; ROSE e LICHTENFELS, 1997; ROCHA, 1999).

Observação é sem dúvida a mais importante habilidade de caráter científico nos primeiros anos da infância. Aproximadamente aos 5 anos, a criança pode agrupar e classificar objetos/itens. Já aos 6 anos, possui a habilidade de fazer hipóteses e resolver problemas abstratos básicos. A criança desenvolve teorias de como o mundo “funciona” em razão de suas experiências e crenças (WELLMAN, 1988; INAGAKI e HATANO, 2006). Por exemplo, a criança tem a ideia, de certa forma ingênua, que as plantas precisam do Sol para aquecê-las e o solo para alimentá-las, ou que o tronco da árvore tenha músculos no seu interior, o que torna difícil posteriormente entender a estrutura da planta ou o processo da fotossíntese (STAVY e WAX, 1989; TUNNICLIFFE e REISS, 1999).

A ciência natural emergente deve envolver as crianças em atividades de:

- Observação (sentido amplo);
- Aprendizagem experimental em ciência básica;
- Desenvolvimento de vocabulário científico apropriado;
- Fazer, tanto quanto possível, ligação com o contexto;
- Procurar e identificar padrões.

### **Currículo no decorrer do desenvolvimento humano**

Nos primórdios da infância, a alfabetização deve ter lugar no contexto do lazer e brincadeiras. As crianças não estão cognitivamente preparadas para a aprendizagem formal da leitura, aritmética (símbolos) até que a criança atinja o estágio cognitivo operacional, em torno dos 5-6 anos (PIAGET, 1926/2005); (SIMONS, 2003). A alfabetização deve ser mais uma parte do rico ambiente multissensorial da criança (ELKIND, 2001).

Nas primeiras séries do ensino fundamental, ocorre o aperfeiçoamento das habilidades de leitura e escrita, porque o sistema de símbolos é um importante componente de como o mundo funciona e a oportunidade da aprendizagem de ciências naturais pela experimentação, i. e., ensino centrado no aluno, visando o entendimento e não o mero repasse de informação livresca (MORAES e RAMOS, 1988; OLIVEIRA, 2002). Visitas com guias ou monitores ao campo (*field trips*), Jardim Botânico, Zoológico, Museu de Ciências Naturais & Tecnologia, tornam-se imprescindíveis como experiências de aprendizagem informal.

### **Objetivos gerais de ciências naturais no ensino fundamental**

Este ensaio pretende oferecer sugestões que visam atingir os seguintes objetivos:

- Observar a natureza e buscar relações entre os diversos fenômenos naturais;
- Valorizar e questionar conhecimentos prévios e os da comunidade sobre o mundo natural;
- Identificar variáveis e instrumentos de medida adequados à sua medição;
- Diferenciar o conhecimento científico de outras formas de conhecimento;
- Identificar o ser humano como parte integrante do mundo natural e de sua transformação;

### **Conceito de aprendizagem natural**

- O estudante aprende melhor quando estuda/analisa situação real, quando tem relevância para si;
- O estudante aprende melhor e melhora suas habilidades sociais, quando explica aos colegas e atua no grupo;
- O estudante aprende melhor quando sente que a aprendizagem lhe é importante (motivado, aprendizagem significativa);
- O estudante aprende melhor quando orientado pelo professor/tutor, na obtenção e processamento da informação, não exclusivamente a partir do livro didático/paradidático (estudo centrado no aluno);



- O estudante aprende melhor quando trabalha em projetos (aprendizagem por projetos/temas) em pequenos grupos (BERENHS, 2006).

### **Expectativas de aprendizagem**

Espera-se que a criança possa atingir significativamente os seguintes objetivos cognitivos (natureza e sociedade):

Pré-escola:

- Identificar os animais e plantas como seres vivos e suas principais características de estruturas morfológicas;
- Estabelecer a existência entre o meio ambiente e os seres vivos que habitam os locais mais comuns;
- Identificar tipos de plantas e árvores do cotidiano, tipos de folhas, frutos e seres vivos que interagem com as plantas;
- Conhecer as partes do corpo humano e funções básicas do seu funcionamento;
- Ter noções de fenômenos naturais.

**Tabela 1. Quadro esquemático de tópicos e conteúdos de aprendizagem na pré-escola.**

DISCIPLINA	PROJETO	TÓPICO	CONTEÚDO DE APRENDIZAGEM
Ciências naturais (a)	Reino animal	Corpo humano Seres vivos (invertebrados e vertebrados).	Estruturas, órgãos dos sentidos, alimentação, lateralidade (esquerda, direita, acima, abaixo). Características: pelos, penas, escamas, bicos, animais selvagens, domésticos, insetos, aranhas, répteis.
Ciências naturais (b)	Reino vegetal	Classificação e características das plantas.	Estrutura básica e função: raiz, tronco, galhos, folhas, flores, frutos, verduras, cereais, árvores.
Ciências naturais (c)	Meio ambiente	Fenômenos naturais.	Vento, chuva, raio, trovão, geada, estações do ano, dia, noite, ar, terra.

Adaptado parcialmente de: (ROCHA da e ROCHA, 2000).

**1º/2º anos do ensino fundamental. Bloco temático: biodiversidade, meio ambiente, seres vivos.**

- Utilizar características específicas para classificar os seres vivos;
- Reconhecer formas de vida “simples” como vírus, fungos, bactérias, algas, protozoários;

*Educação em Ciência natural emergente:  
na pré-escola e primeiras séries do ensino fundamental*

- Reconhecer a existência de ciclo vital para os seres vivos (nascimento, crescimento, reprodução, morte);
- Estabelecer relações entre características e comportamentos dos seres vivos e condições do meio ambiente (ar/água/temperatura/luminosidade/alimentação);
- Comparar diferentes modos de alimentação entre os seres vivos e relacioná-los com o habitat;
- Inferir o que os animais comem pelo formato dos dentes;

**Tabela 2. Quadro esquemático de tópicos e conteúdo de aprendizagem (1º /2º anos).**

DISCIPLINA	PROJETO	TÓPICO	CONTEÚDO DE APRENDIZAGEM
Ciências naturais	Reino animal	Características dos organismos; Classificação; Alimentação; Habitat.	Animais: <ul style="list-style-type: none"><li>• Invertebrados</li><li>• Vertebrados</li><li>• Herbívoros</li><li>• Carnívoros</li></ul>
	Reino vegetal	Características das plantas; Classificação; Fotossíntese; Reprodução.	Plantas: <ul style="list-style-type: none"><li>• Tipos</li><li>• Distribuição</li></ul>
	Meio ambiente	Matas & florestas; Estações do ano; Poluição ar/água.	Preservação & recuperação; Alteração do tempo meteorológico; Alteração dos ciclos vitais.
	Laboratório e campo	Fotossíntese; Animais; Mata/floresta	Caixa/ausência de luz; Órgãos sensoriais e receptores; Poluição ambiental.

(Adaptado parcialmente de: ROCHA da, 1999 e ROCHA, 2000)

**3º ano do ensino fundamental. Bloco temático: ciclo vital, sensorial, alimentação.**

- Identificar receptores sensoriais responsáveis pela aquisição de informação tátil, térmica, sonora, visual, gustativa, olfativa;
- Realizar experimentos para investigar o sistema sensorial em animais/homem;
- Identificar o cérebro e sistema nervoso como responsáveis pela recepção, transmissão e interpretação das sensações (percepção);

- Reconhecer o aparelho digestório (órgão e sistema de órgãos) e a função de digestão dos alimentos;
- Identificar e classificar os diferentes tipos de alimentos;
- Ler e interpretar rótulos de alimentos, identificando prazo de validade, presença de gorduras, açúcares e nutrientes.

**4º ano do ensino fundamental. Bloco temático: recursos tecnológicos, meio ambiente e sistemas fisiológicos.**

- Investigar e comparar objetos presentes na vida cotidiana e materiais que os constituem - plástico, metal, madeira, vidro, papel, borracha, óleos, inseticidas;
- Reconhecer que os produtos que utilizamos são uma combinação de materiais, tecnologia e trabalho humano (por exemplo, vidro);
- Reconhecer o lixo como uma produção individual e coletiva que pode contribuir para a degradação ambiental;
- Diferenciar lixo reciclável do não reciclável e analisar o impacto ambiental;
- Reciclar papel/alumínio/vidro, plástico; fazer “compostagem” dos restos orgânicos e horta escolar;
- Investigar o ciclo de água na natureza;
- Reconhecer e entender a função dos aparelhos respiratório, circulatório, reprodutor (órgãos e sistema de órgãos).

**Tabela 3. Quadro esquemático de tópicos e conteúdo de aprendizagem (3º/4º anos).**

DISCIPLINA	PROJETO	TÓPICO	CONTEÚDO DE APRENDIZAGEM
Ciências Naturais	Meio ambiente	Matas e florestas; Poluição do ar, água; Lixo.	*preservação.
	Homem	Sistemas fisiológicos	Aparelhos digestório, respiratório, circulatório, reprodutor.
	Saúde	Coletiva; Prevenção e recuperação da saúde.	Alimentos; Doenças dos aparelhos digestório, respiratório e cardiovascular; Doenças sexualmente transmissíveis; Controle da natalidade.
	Laboratório	Respiração; Circulação; Reprodução.	Práticas; Chocadeira de ovos de galinha.

*Educação em Ciência natural emergente:  
na pré-escola e primeiras séries do ensino fundamental*

	Meio ambiente - 2	Estações do ano.	Correlação com sistema planetário.
--	-------------------	------------------	------------------------------------

Adaptado parcialmente de: (ROCHA da., 1999 ; ROCHA, 2000)

### **Orientações didáticas**

- Como ensinar e avaliar se as expectativas de aprendizagem foram concretizadas?
- Incentivar a criança a ser ativa, tomar decisões e analisar as consequências;
- Propor situações (problemas, simulações) nas quais a criança participa ativamente na construção do conhecimento;
- Testar hipóteses nas quais o fazer vira saber;
- Propiciar processos de construção, desconstrução e reconstrução do conhecimento;
- Trabalhar preferencialmente por projetos ou temas;
- Problematizar o tema para torná-lo desafiador (por exemplo, a decomposição: por que os alimentos estragam?);
- Questionar os modelos prontos, as pré-concepções (*misconceptions*), explicações de senso comum que tentam explicar os fenômenos naturais (ESQUEMA DO AUTOR).

### **Temas e conceitos abrangentes**

Tabela 4. Analisar os processos nos quais os organismos dos seguintes grupos realizam as funções vitais essenciais interagindo com o ecossistema.

Organismos	Funções vitais	Interações
Protozoários Minhocas Insetos Peixes Mamíferos Plantas	Respiração Excreção Nutrição Reprodução Crescimento	Biodiversidade ecológica Insetos e plantas Ciclo do carbono na respiração e fotossíntese.

ESQUEMA DO AUTOR

### **Análise de sistemas naturais complexos**

O professor certamente já perguntou aos seus alunos: por que os animais precisam de oxigênio?

Recebeu respostas meio vagas ou muito elementares. Perguntas do tipo: o que? como?, por que ? Por exemplo: qual o papel desempenhado pelos seres vivos (organismos) em um lago/aquário? Refere-se ao construto “pensamento sistêmico” (*system thinking*).

Basicamente, um sistema é um conjunto de partes interdependentes que agem juntas e que não podem ser reduzidas a partes isoladas (FERRELL JR, 2009). Uma das principais características dos sistemas biológicos é que são compostos de múltiplos níveis que interagem entre si, o que torna difícil entender o aspecto global. A tendência é que se dirija a atenção às partes isoladas [estruturas] sem entender como as coisas funcionam [mecanismos/processos] ou o que fazem [função] (GORDON, 2007).

Muitas abordagens no ensino de ciências naturais primam para que o aluno aprenda o nome das estruturas (formas), ainda que seja importante, mas sem entender o que de fato elas fazem (mecanismos) para desempenhar uma determinada função.

Em síntese, o pensamento sistêmico ajuda o aluno a, simultaneamente, conjugar as ações integradas de estruturas e mecanismos e funções de um sistema (HIPKINS et al., 2008). Por exemplo, na situação do aquário (ecossistema simplificado) os animais (peixes, caracóis) fornecem gás carbônico que provém da respiração para que as plantas aquáticas (*Elodea sp*), na presença de luminosidade, façam a fotossíntese e ofereçam oxigênio para o metabolismo energético do peixe [oxidação] (FERNANDES DE OLIVEIRA et al., 1986).

A tarefa de analisar, guardadas as proporções, o que acontece com os seres vivos deste miniecosistema, (bactérias, filtro, aquecedor) pode constituir o título de projeto e tema para um grupo de alunos. Experimentos práticos com modelos (por exemplo, penas de pássaro, parafusos e porcas, folhas com diferentes texturas/nervuras) podem evidenciar o conceito de identificação de “padrão” que se repete.

### **Amostras de atividades práticas**

As diferentes atividades práticas e visitas “extramuros” poderão contribuir decididamente para os propósitos de alfabetização científica e tecnológica (*science literacy*). O professor regente poderá adequar a prática e a atividade de acordo com a série e desenvolvimento cognitivo da criança.

**ATIVIDADE 1: Pré-Escola**

Objetivo: investigar o número de sementes em determinada espécie de planta.

Pré-experiência: ter familiaridade com frutas e sementes, conhecer plantas na horta e no pomar.

Vocabulário: fruta, semente, planta (árvore, arbusto).

Material: vagens de ervilha, de feijão, de fava, recipientes (copos plásticos de cafezinho, base recortada de refrigerante pet).

Ciclo vital.

As crianças em diferentes estágios de desenvolvimento cognitivo têm interesse no período de vida dos seres vivos (organismos). A maneira como as plantas e animais alteram-se estruturalmente (sementes/frutas/queda folhas) ou a metamorfose completa em animais (lagarta, girino) geram muita curiosidade e vontade de saber mais sobre o tópico. Assim:

Identificar qual semente: a identificação e o crescimento de sementes é parte dos estudos do ciclo vital. As sementes podem ser reconhecidas visualmente, pelo tato. As sementes podem ser oriundas de: maçã, laranja, mimosa, caqui, pêssigo, ameixa amarela, diversos tipos de vagem, abóbora, flor de girassol, espiga de milho, entre outras.

Desafio: quantas sementes em uma vagem de feijão, uma espiga de milho?

Material: fornecer 2-3 vagens de feijão do mesmo tipo (ou espiga de milho), de preferência secos, para facilitar a manipulação; fornecer recipientes para coletar as sementes e numerar de acordo com o número de vagens/espiga; usar folha de papel quadriculado (de aritmética/mono log) e grafar no eixo perpendicular (intervalos de 1-10 e ou 10-100 respectivamente) e no eixo horizontal milho, feijão etc. Ver a confluência da distribuição e marcar com lápis preto ou usar bolinha de papel colorido pré-colável e/ou lápis de cor e pintar a coluna formada (barra) indicando quantidade do item em questão. Assim, forma-se gráfico em colunas (barras). Indicar os dizeres na linha abaixo da figura, por exemplo, figura 1 - vagem de feijão, figura 2 - vagem de ervilha.

Interpretar os dados colhidos:

- quantas vagens foram abertas?
- quantas ervilhas/feijões apareceram, como você sabe?

-fazer predição: se lhe for dado mais três vagens, quantas ervilhas você antecipa que tenha cada uma?

## **ATIVIDADE 2 : Planejando uma visita ao Museu de Ciências Naturais**

Antes: Por que o professor está planejando a visita? Há algum objetivo curricular ou é visita social? Ou ambos?

Qual é o tema(s)? O que o aluno precisa saber antes da visita?

Qual é a tarefa que você, professor, elaborou para o aluno fazer lá?

Tente obter alguma foto, vídeo, slides do local e mostre antecipadamente aos alunos.

Atrele o(s) tópico(s) da visita ao Museu de Ciências Naturais às atividades prévias e posteriores na escola.

Durante: tenha em mente que se o grupo maior segue o guia/monitor, significa que poucas crianças interagem com o guia (o resto é “Maria vai com as outras”).

Limite o tamanho do grupo em comum acordo com o guia.

Certifique-se que o guia seja sensível às “perguntas em aberto” e que não aja de maneira excessivamente professoral/didática, pois as crianças podem ficar aborrecidas.

Não espere que as crianças anotem tudo o tempo todo.

Após: providencie uma ficha “pós-visita” para fazerem no ônibus de volta à escola. Algo como caça-palavras etc, [o que torna agradável a visita a um evento];

Pergunte do que gostaram mais, o que detestaram ou o que diriam a um amigo que não pode vir.

Organize um mural para avaliar o impacto da visita ao Museu de Ciências Naturais (Adaptado de: TUNNICLIFFE, 1996).

## **Considerações finais**

Neste breve ensaio, a principal mensagem que se quer veicular é que a criança, desde os primeiros anos da educação infantil escolar às primeiras séries do ensino fundamental, dever ser incentivada a observar a natureza com significado, participar de experiências práticas na instituição na qual está matriculada e que conduzam ao entendimento da ciência presente no cotidiano. Ademais, a LDBEN 9394/96 prevê a

obrigação do ensino de ciências tanto no ensino fundamental como no ensino médio. No entanto, as avaliações feitas pelo “Programa de Avaliação Internacional de alunos [OECD/PISA] sobre competências em ciência, têm mostrado uma situação precária do aluno brasileiro neste domínio, talvez refletindo a frágil formação em ciências já nos anos iniciais da formação escolar (OECD, 2007; OECD, 2012) Assim, o desenvolvimento da habilidade de observação com significado, experiências de educação informal (zoológico, jardim botânico, museu de história natural), precocemente aliadas ao crescente vocabulário específico, aperfeiçoam a capacidade de analisar as relações de causa e efeito nos processos vitais e da natureza (TUNNICLIFFE, 2013). Naturalmente, deve ser levada em consideração a faixa etária, as experiências prévias, bem como o contexto sócio cultural da origem destas crianças, quando da definição na complexidade das tarefas. Progressivamente, as crianças desenvolvem conhecimentos sobre a variedade, o que permite ter noções sobre identificação e classificação dos seres vivos, funcionamento básico de órgãos e sistemas de órgãos, estados da matéria e a variedade de materiais do dia a dia. Estas experiências de aprendizagem conduzidas com a supervisão esclarecida do(a) professor(a) e a observância dos currículos contemporâneos calcados na investigação científica, constituem os alicerces seguros para a futura aprendizagem científica.

## REFERÊNCIAS

- AAMODT, S.; WANG, S. **Bem-vindo ao seu cérebro**. São Paulo: Editora Cultrix, 2009. 254p.
- ALEXANDER, R. *Children, their world, their education*. London: Routledge, 2010. 640 p.
- ALHO, C. J. A. **A teia da vida: uma introdução à ecologia brasileira**. Rio de Janeiro: Editora Objetiva, 1992. 160p.
- ALLMAN, J. M. **Evolving brains**. New York: Scientific American Library, 2000. 224p.
- ANNING, A.; RING, K. **Making sense of children’s drawings**. Maidenhead: Open University Press, 2004. 136p.
- ASHBROOK, P. Counting a culture of mealworms. **Science and Children**, v. 45, n. 2, p.18-19, 2007.



ASHBROOK, P. First explorations in flower anatomy. **Science and Children**, v. 45, n.8, p. 18-19, 2008.

ATRAN, S.; MEDIN, D. **The native mind and the cultural construction of nature**. Cambridge: The MIT Press, 2008. 333p.

AZUL, A. M.; REIS, C. S.; PIMENTA, M. C. **Da semente ao fruto: a descoberta do mundo das plantas**. Coimbra: Ciência Viva Ministério da Ciência Tecnologia e Ensino Superior, 2007. 84p.

BABAI, R.; SEKAL, R.; STAVY, R. Persistence of the intuitive conception of living things in adolescence. **Journal of Science Education and Technology**, v.19, n.1, p. 20-26, 2010.

BAHAR, M. **A study of pupil's ideas about the concept of life**. Kastamonu Education Journal, v.1, n. 1, p. 93-104, 2003.

BARTOSZECK, A. B.; BARTOSZECK, A. C. de P. S.; TUNNICLIFFE, S. D. (2008). **Science literacy: the development of the concept of skeletons in Brazilian students**. Educere-Revista da Educação, v.8, n. 1, p. 41-65, 2008.

BARTOSZECK, A. B.; CAMPBELL, C.; JOHNSTON, J.; KALLERY, M.; TUNNICLIFFE, S. D. **Multipaper set on Emergent Science presented to the European Science Education Research Association Conference (ESERA)**, Istanbul, Turkey (31st August to 4th September, 2009).

BARTOSZECK, A. B.; KRUSZIELSKI, L.; BARTOSZECK, F.K. **Science literacy: students' views into understanding the internal anatomy of selected vertebrates**. Educere- Revista da Educação, v. 11, n.1, p.19-49, 2011.

BARTOSZECK, A. B. ; ROCHA, B. S. ; TUNNICLIFFE, S. D. . Children's concept of insect by means of drawings in Brazil. **Journal of Emergent Science**, v. 2, p. 1-8, 2011.

BATLLORI, J. **Jogos para treinar o cérebro: desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais**. São Paulo: Madras Editora, 2008. 147p.

BELL, B. F. **When is an animal, not an animal**. **Journal of Biological Education**, v.1, n. 53, p.213-218, 1981.

BELL, P.M.; LEWENSTEIN, B.; SHOUSE, A. W.; FEDER, M. A. (2009). [eds.] **Learning science in informal environments: people, places, and pursuits**. Washington, D. C.: The National Academies Press, 2009. 336p.

BLAKEMORE, S-J.; CHOUDHURY, S. Development of the adolescent brain: implications for executive function and social cognition. **Journal of Child Psychology and Psychiatry**, n. 47, p. 296-312, 2006.

BRUER, J. T. **The myth of the first three years: a new understanding of early brain development and lifelong learning.** New York: The Free Press, 1999. 244p.

BSCS. **The brain: our sense of self.** Colorado Springs: National Institutes of Health, 2004. 128 p.

BSCS. **Doing science: the process of scientific inquiry.** Colorado Springs: Center for Curriculum Development, 2005. 138p.

BULLER, D. J. **Adapting minds: evolutionary psychology and the persistent quest for human nature.** Cambridge: The MIT Press, 2006. 552p.

BULLER, D. J. Four fallacies of pop evolutionary psychology. **Scientific American**, v.300, n.1, p. 60-67, 2009.

BURGESS, R.; MACDONALD, K. [eds.] **Evolutionary perspectives on human development.** Thousand Oaks: Corwin Press, 2005. 452p.

BYRNES, J. P. **Minds, brains and learning: understanding the psychological and educational relevance of neuroscientific research.** New York: The Guilford Press 2001. 214p.

CALVIN, W. H.; OJEMANN, G. A. **Inside the brain: mapping the cortex, exploring the neuron.** New York: New American Library, 1980. 226p.

CARAVITA, S.; HALLDÉN, O. **Re-framing the problem of conceptual change.** **Learning and Instruction**, n. 4, p. 89-111, 1994.

CLAXTON, G. **Ruídos de uma câmara escura: um estudo sobre o cérebro.** São Paulo: Editora Siciliano, 1995. 296p.

CLAXTON, G. **Wise-up: the challenge of lifelong learning.** New York: Bloomsbury Publications, 1999. 374p.

COLINVAUX, D. Ciências e crianças: delineando caminhos de iniciação às ciências para crianças pequenas. **Contrapontos**, v. 4, n.1, p. 105-123, 2004.

DALGALARRONDO, P. **Evolução do cérebro: sistema nervoso, psicologia e psicopatologia sob a perspectiva evolucionista.** Porto Alegre: Artmed, 2011. 461p.

DAMÁSIO, A. **O mistério da consciência: do corpo e das emoções ao conhecimento de si.** São Paulo: Editora Schwarcz, 2000. 474p.

DEL-CLARO, K. **Comportamento animal: uma introdução à ecologia comportamental**. Jundiaí: Livraria e Editora Conceito, 2004. 132p.

DEMO, P. **Saber pensar**. São Paulo: Cortez Editora, 2000. 159p.

DEMO, P. **A educação do futuro e o futuro da educação**. Campinas: Editora Autores Associados, 2005. 191p.

DROUET, R. C.; da ROCHA. **Distúrbios da aprendizagem**. São Paulo: Editora Ática, 1997. 248p.

DUSCHL, R. A.; SCHWEINGRUBER, H. A.; SHOUSE, A. W. [eds.] **Taking science to school: learning and teaching science in grades K-8**. Washsington, D. C.: The National Academies Press, 2007. 396p.

EISENCK, M. W.; KEANE, M. T. **Psicologia cognitiva: um manual introdutório**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994. 490 p.

ELGIN, D. **A dinâmica da evolução humana**. São Paulo: Editora Cultrix, 1999. 326 p.

ELIOT, L. **Pink brain, blue brain: how small differences grow into troublesome gaps and what can we do about it**. Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2009. 420p.

ELIOT, L. **What's going on in there? How the brain and mind develop in the first five years of life**. New York: Bantam Books, 1999. 533p.

ELKIND, D. Young Einsteins: much too early. **Education Next**, v.1, n. 2, p. 9-15, 2001.

FERNANDES DE OLIVEIRA, R.; ANTUNES, I. T.; ALCANTAREA, J. et al., **Atlas escolar de Botânica**. Rio de Janeiro, FAE, 1986. 118p.

FERRELL. J. E. Q. & A.: **System Biology**. Journal of Biology, n.8, p.1-3, 2009.

FOLEY, R. **Os humanos antes da humanidade: uma perspectiva evolucionista**. São Paulo: Editora Unesp, 1998,294p.

GEAKE, J. G. **The brain at school: educational neuroscience in the classroom**. Maidenhead: Open University Press, 2009. 229p.

GELMAN, R.; BRENNEMAN, K.; MACDONALD, G.; ROMAN, M. **Preschool pathways to science: facilitating scientific ways of thinking, talking, doing and understanding**. Baltimore: Brooks Publications.2010. 126p.

GELMAN, S. A. **The essential child: origins of essentialism in everyday thought**. New York: Oxford University Press, 2003. 392p.

GOPNIK, A.; MELTZOFF, A. N.; KUHL, P. K. **The scientist in the crib; what early learning tells us about the mind.** New York: Harper Collins, 1999. 279p.

GORDON, D. M. **Control without hierarchy.** Nature, v. 446, p.143, 2007.

GRALA, R. M. Física A como facilitadora na formação de conceitos científicos por crianças. **Experiências em Ensino de Ciências**, vol. 2, n.1, p. 8-22, 2007.

HARLEN, W. **Research in primary science education.** Journal of Biological Education, v. 35, n.20, p. 61-65, 2001.

HARLEN, W. [Ed.]. **ASE guide to primary science education.** Hatfield Herforshire: Association of Science Education, 2011. 219p.

HEBB, D. O. **The organization of behavior: a neuropsychological theory.** Mahwah: Lawrence Erlbaum, 1949/2002. 335p.

HIPKINS, R.; BULL; A.; JOYCE, C. **The interplay of context and concepts in primary school children's system thinking.** Journal of Biological Education, v. 42, n. 2, p.73-77, 2008.

INAGAKI, K., HATANO, G. Young children's conception of the biological world. **Current Directions in Psychology Science**, v.15, n. 4, p. 177-181, 2006.

INAGAKI, K.; HATANO, G. **Young children's naïve thinking about the biological world.** New York: Psychological Press, 2002. 222p.

INAGAKI, K.; HATANO, G. **Young children's recognition of commonalities between animals and plants.** Child Development, n. 67, p. 2823-2840, 1996.

IZQUIERDO, I. **Memória.** Porto Alegre: ArtMed Editora, 2002. 95p.

JAMES, A. N. **Teaching the male brain: how boys think, feel and learn in school.** Thousand Oaks: Corwin Press, 2007. 285p.

JOHNSTON, J. **Early explorations in science.** Maidenhead: Open University . Press, 2005. 224p.

KINOSHITA, L. S.; TORRES, R. B.; TAMASHIRO, J. Y. ; FORMI-MARTINS, E. R. **A Botânica no ensino básico: relatos de uma experiência transformadora.** São Carlos: Rima Editora, 2006. 143p.

KOLB, B.; WHISHAW, I. Q. **Brain plasticity and behavior.** Annual Review of Psychology, v. 49, p.43-64, 1998.

LAGO, S. R. **Conversas com quem gosta de aprender**. Campina Grande do Sul: Editora Lago, 2004. 152p

MAIA, J. C. S. **Curso Básico de Educação Ambiental**. Antonina: Editora Oikos, 2009. 125p.

MIGUEL, K. F. ; MORÃES, L.; LAMPARELLI, L. et al. **Iniciação à ciência**. São Paulo: Edart, 1996. 253p.

MINSKY, M. **A sociedade da mente**. Rio de Janeiro: Livraria Francisco Alves Editora, 1989. 340p.

MITHEN, S. **A pré-história da mente: em busca das origens da arte, religião e da ciência**. São Paulo: Editora UNESP, 2002. 425p.

MORA, F. **Continuum: como funciona o cérebro**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 200p.

MORAES, R.; RAMOS, M. G. **Construindo o conhecimento: uma abordagem para o ensino de ciências**. Porto Alegre: Sagra Editora, 1988. 130p.

MORRIS, D. **O contrato animal**. Rio de Janeiro: Editora Record, 1990. 175p.

MORRIS, D. **O macaco nu**. São Paulo: Editora Edibolso, 1975. 246p.

NATHANIELSZ, P. W. **Life in the womb: the origin of health and disease**. Ithaca: Promethan Press, 1999. 363p. **National Science Education Standards**. Washington, DC: National Academy Press, 199. 262p.

NOVOSSATE, S.; GIOPPO, C. **Por fora bela viola, por dentro pão bolorento!** Anais do VI ENPEC. Florianópolis, ABRAPEC, 2007, p. 1-12.

OECD. **Understanding the brain: the birth of a learning science**. Paris: Centre for Educational Research and Innovation, 2007. 330p.

OEDC. PISA 2012 Results: what students know and can do. Paris: OECD Publishing, 2012. 32p.

OLIVEIRA, D. L. de. **Ciências nas salas de aula**. Porto Alegre; Editora Mediação, 2002. 112p.

PAPALIA, D. E. ; OLDS, S. W. **Desenvolvimento humano**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000. 800p.

PEDRINI, A. de G. [org.] **Metodologias em educação ambiental**. Petrópolis: Editora Vozes, 2007. 239p.

PIAGET, J. **A representação do mundo da criança**. Rio de Janeiro: Editora Ideias & Letras.1929/2005. 318p

RAMOS, C. **O despertar do gênio: aprendendo com o cérebro inteiro.** Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2002. 97p.

REISS, M. J.; TUNNICLIFFE, S. D. **Conceptual development.** Journal of Biological Education, v.34, n. 10, p. 13-16, 1999.

REISS, M., TUNNICLIFFE, S., ANDERSON, A. BARTOSZECK, A. CARVALHO, G., CHEN, S., JARMN, R. JONSSON, S., MANOKORE, V., MARCHENKO, N. MULEMWA, J., NOVIKOVA, T., OTUKA, S., ROOY, W. **An international study of young people's drawings of what is inside themselves.** Journal of Biological Education, v.36, n. 2, p. 58-64, 2002.

RELVAS, M. P. **Neurociência e educação: potencialidades dos gêneros humanos na sala de aula.** Rio de Janeiro: Wak Editora, 2009. 158p.

RIGHI, G. **Invertebrados: a minhoca.** São Paulo: Instituto Brasileiro de Educação Ciência e Cultura. 1966. 83p.

ROCHA, A. F. da **O cérebro: um breve relato de sua função.** Jundiaí: EINA, 1999, 204p.

ROCHA, A. F. da; ROCHA, M. T. **O cérebro na escola.** Jundiaí: EINA, 2000. 192p.

ROSE, S.; LICHTENFELS, A. **Brainbox: making sense of science.** London: Portland Press, 1997. 32p.

SAMPAIO, S. **Dificuldades de aprendizagem: a psicopedagogia na relação sujeito, família e escola.** Rio de Janeiro: Wak Editora, 2009. 140p.

SANTOS, L. H. S. dos [org.] **Biologia dentro e fora da escola; meio ambiente, estudos culturais e outras questões.** Porto Alegre: Editora Mediação, 2000. 159p.

SCHEIBEL, A. B.; SCHOPF, J. W. [eds.] **The origin and evolution of intelligence.** Sundbur :Jones and Bartlett Publications, 1997. 169p.

SÉ, E. V. G.;LASCA, V. **Exercite sua mente: guia prático para aprimoramento da memória, linguagem e raciocínio.** Rio de Janeiro: Prestígio Editorial, 2005. 158p.

SILBERG, J. **125 brincadeiras para estimular o cérebro de seu bebê.** São Paulo: Editora Ground, 2003. 142p.

SIMONS, U. M. **Blocos lógicos: 150 exercícios.** Curitiba: Hubertus, 2003. 216p.

SLATER, A.; LEWIS, M. [eds.] **Introduction to infant development.** Oxford: Oxford University Press, 2002. 357p.

SMILKSTEIN, R. **We're born to learn: using the brain's natural learning process to create today's curriculum.** Thousand Oaks: Corwin Press, 2003. 251p.

SOUSA, D. A. **How the brain learns mathematics.** Thousand Oaks: Corwin Press, 2008. 244p.

STAVY, R.; WAX, N. **Children's conceptions of plants as living things.** Human Development, v.32, p. 88-94, 1989.

TUNNICLIFFE, S. D. **Talking and doing science in the early years: a practical guide for ages 2-7.** Milton Park: Routledge, 2013. 177p.

TUNNICLIFFE, S. D. **The changing nature of science education.** Science Education International, v.11, n.3, p.31-32, 2000.

TUNNICLIFFE, S. D. **Conversations within primary school parties visiting animal specimens in a museum and zoo.** Journal of Biological Education. v.30, n. 2, p. 130-141, 1996.

TUNNICLIFFE, S. D. **What's inside a tree.** Primary Science & Technology Today, v. 11, p. 3-5, 1999.

TUNNICLIFFE, S. D.; REISS, M. J. Opportunities for sex education and personal and social education (PSE) through science lessons: the comments of primary pupils when observing meal worms and brine shrimps. **International Journal of Science Education**, v. 21, n.9, p. 1007-1020, 1999.

UEXKÜLL, J. von **Dos animais e dos homens: digressões pelos seus mundos próprios, doutrina dos significados.** Lisboa: Livros do Brasil, 1933. 205p.

WELLMAN, H. M. First steps in child's theorizing about the mind. In: ASTINGTON, J.W. et al. [org.] **Developing theories of mind**, pp.64-92. Cambridge: Cambridge University Press, 1988. 459p.

WERNER, D. **O pensamento de animais e de intelectuais.** Florianópolis: Editora da UFSC, 1997. 195p.