
Artigo Científico

Afetividade, motivação e construção de conhecimento científico nas aulas desenvolvidas em ambientes naturais

Affect, motivation and scientific knowledge build up in science classes developed in natural environment

Tatiana Seniciato¹ e Osmar Cavassan

Pós-graduação em Educação em Ciências, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, São Paulo, Brasil

Resumo

A pesquisa evidencia a relação entre os aspectos emocionais e a construção de conhecimento científico em aulas de ciências desenvolvidas em ecossistemas terrestres naturais. Um total de 97 alunos de sexta série do ensino fundamental de uma escola municipal participou da pesquisa. A fundamentação teórica utilizada para análise dos dados baseia-se na teoria de Piaget. Os dados obtidos indicam que a motivação e o interesse são mais frequentes nas aulas de ciências desenvolvidas em ambientes naturais quando comparadas às aulas expositivas tradicionais, porque permitem aos estudantes integrarem os tipos de conhecimento necessários à construção do conhecimento científico, definidos por Piaget como sendo conhecimentos perceptivo, experimental e lógico-matemático. © Cien. Cogn. 2008; Vol. 13 (3): 120-136.

Palavras-chave: Afetividade; motivação; conhecimento científico; ensino de ciências.

Abstract

The research shows the relationship between the emotional aspects in science classes given in natural terrestrial ecosystems and the construction of scientific knowledge. The research has been accomplished with 97 students of the sixth grade of a public school. The theoretical lines used for the data analysis are constant in Piaget's theory. The obtained results indicate that motivation and interest are more frequent in science classes given in the natural environment compared to those traditional lectures. The science classes given in a natural environment are more efficient by letting the students integrate the three types of knowledge necessary to the construction of the scientific knowledge, defined by Piaget as been perceptive, experimental and logic-mathematical. © Cien. Cogn. 2008; Vol. 13 (3): 120-136.

Keywords: *affect; motivation; scientific knowledge; science teaching.*

1. Introdução

Ensinar ciências de modo significativo tem sido motivo de pesquisas em educação em ciências, bem como de inquietação para os professores de ciências. A dificuldade de colocar em prática os novos pressupostos, frutos de pesquisas na área de ensino de ciências, decorre

tanto da própria complexidade da natureza, quanto das concepções filosóficas e crenças dos educadores sobre o caráter do conhecimento científico e o modo como os alunos aprendem.

No campo das concepções filosóficas, os obstáculos enfrentados têm origem no paradigma cartesiano que influenciou fortemente a produção científica bem como o ensino das disciplinas científicas ainda em tempos contemporâneos. Como consequência do método analítico para o caso específico do ensino das ciências naturais, Morin (1990, 2000, 2001) aponta a fragmentação dos conteúdos e o privilégio dos aspectos racionais nos processos de aprendizagem em detrimento de uma visão complexa dos fenômenos naturais e da própria condição humana. Procurando superar o que diz ser *O erro de Descartes*, Damásio (2001) dirá, com base nos estudos sobre a neurobiologia, que as emoções são inseparáveis e imprescindíveis nos processos de raciocínio e nas modulações das características cognitivas que garantiram a evolução da nossa espécie.

Embora a questão dos aspectos subjetivos na educação seja muito mais amplamente discutida no âmbito da psicologia (Piaget, 2001; Wallon, 1995, Vigotski, 1998) ou mesmo da filosofia, pode-se notar algum avanço no caso particular do ensino de ciências, sobre o papel de interesses e motivações, dos sentimentos e das emoções para a aprendizagem dos conteúdos científicos.

De modo geral, as pesquisas indicam que o envolvimento de emoções positivas nas aulas de ciências favorece o salto qualitativo na aprendizagem de determinado assunto. Por exemplo, Laukenmann (2003) discute o impacto dos fatores emocionais na aprendizagem em aulas de física, cujos resultados mostram que o bem-estar e o interesse, entendidos como uma construção cognitivo-emocional, desempenham um papel significativo na aprendizagem, especialmente nas fases iniciais de apresentação do problema ou aquisição de dados, mas são menos efetivos na fase de demonstração do experimento. Mostram também que a sensação de alegria nas aulas de física se relaciona intimamente ao processo de aprender, sempre considerado em uma perspectiva individual de engajamento e competência cognitiva.

Para Watts (2001), toda a aprendizagem, inclusive dos conteúdos científicos, tem uma dimensão afetiva. Sentimentos e emoções modulam as atitudes, os gostos, a disposição e a motivação em aprender, tanto promovendo encantamento e interesse, quanto hostilidade e aversão. Para ilustrar tais argumentos, Reiss (2005) cita o caso da paixão de qualquer grande cientista por seu objeto de estudo; por outro lado, Alsop (2005), alerta para o declínio no interesse em aprender as disciplinas científicas, dada a frieza e a mecanicidade na abordagem dos conteúdos.

As pesquisas em ensino de ciências são mais frequentes na área dos modelos cognitivos de aprendizagem, focados principalmente em fatores como estratégias metacognitivas, de decodificação e de automatização, afirmam Bonney e colaboradores (2005). Contudo, há necessidade de se considerar também fatores não cognitivos tais como as motivações, especialmente quando examinamos o envolvimento cognitivo em sala de aula, podendo variar de acordo com a tarefa, os objetivos e as atividades adotadas. Consideram motivação mais como um processo que um produto, e pode ser entendida como mediadora da relação entre determinada estratégia de instrução e o alcance desejado em termos de aprendizagem. Como mediadora, pode englobar a autocrítica do aluno, o objetivo estabelecido, o valor da tarefa proposta e o interesse propriamente dito. Por interesse os autores entendem uma atração, um encantamento ou uma conexão geral estabelecida para um domínio ou disciplina em particular. Santos (1997) também defende que a influência dos aspectos afetivos no ensino de ciências deve constituir nova agenda para as pesquisas na área.

Em termos de estratégias de ensino de ciências, as aulas práticas são comumente apontadas como mais interessantes e motivadoras, quando comparadas às tradicionais aulas teóricas, principalmente por incluírem os fenômenos nos contextos de aprendizagem. E dentro

dessa abordagem interessa-nos, particularmente, as aulas práticas desenvolvidas em ambientes naturais.

Orion e colaboradores (1997) classificam em dois tipos os ambientes nos quais são desenvolvidas atividades de campo: industriais e naturais. A diferença fundamental entre eles é que os ambientes naturais favorecem abordagens investigativas (aprendizagem ativa), enquanto que nos industriais são mais freqüentes as abordagens demonstrativas (aprendizagem passiva). Além disso, os ambientes naturais permitem maior integração entre os fatores cognitivos e os afetivos.

É o que ocorre com freqüência em aulas de ciências desenvolvidas em ambientes naturais, principalmente se o ambiente de estudo for próximo da realidade dos alunos. Martin e colaboradores (1981), ao analisarem como as aulas de campo interagem com atividades em sala de aula e afetam a aprendizagem, concluem que há forte evidência que ambientes distantes, não conhecidos pelos alunos, são muito menos eficientes em termos de aprendizagem quando comparados a ambientes familiares aos alunos.

No contexto brasileiro, há uma série de trabalhos, tais como os de Carvalho (1989), Lopes e Allain (2002), Tabanez e colaboradores (1998), Almeida (1998) Nascimento (2001), Salles e colaboradores (2002), Moreira e Soares (2002), Rocha (1998) dentre outros, que discutem a eficácia das aulas de ciências desenvolvidas em ambientes naturais no processo de sensibilização dos alunos para as questões ambientais, as quais incluem desde a conservação e preservação dos recursos naturais propriamente ditos, até a manutenção da qualidade de vida das populações, e como um traço comum entre eles podemos encontrar a tendência de considerarem as aulas de campo mais motivadoras quando comparadas às aulas tradicionais nos espaços escolares.

Em uma freqüência menor, existem também pesquisas que descrevem as possíveis contribuições das aulas de campo em ambientes naturais para a aprendizagem dos conteúdos científicos (Lisowski e Disinger, 1991; Santos, 1999; Pegoraro, 1998; Santos, 2002), sem contudo discutirem como ou porque os aspectos emocionais e a motivação auxiliam na construção do conhecimento científico.

Em trabalhos anteriores (Seniciato e Cavassan, 2003, 2004), procurando avançar nessas questões, evidenciamos que as aulas de ciências e biologia desenvolvidas em ambientes naturais podem ser uma metodologia eficaz, tanto por envolverem e motivarem os alunos nas atividades educativas, quanto por constituírem um instrumento de superação da fragmentação dos conteúdos.

Deste modo, este trabalho pretende oferecer uma contribuição teórica para a análise das questões relacionadas à aquisição de conhecimento em atividades de campo, e ao modo como os aspectos emocionais envolvidos nestas atividades podem auxiliar na construção do conhecimento científico, tendo como referencial a teoria Piagetiana de construção do conhecimento.

Definir o que se entende por aspectos emocionais ou a quais aspectos emocionais nos referimos, é necessário para a condução do trabalho. Alsop (2005) esclarece que alguns autores usam o termo afeto e emoção como sinônimos; outros incluem emoções, sentimentos, motivação e atitudes na definição de afetividade. Piaget (2001) enquadra-se nesse último caso, de modo que por afetividade ou vida afetiva são considerados os sistemas morais, inicialmente espontâneos e intuitivos, que organizam e nutrem os pensamentos e as abstrações. Nesse sentido, considera ainda que a motivação provém da vida afetiva.

Em um primeiro momento, será exposta uma breve revisão dos aspectos da teoria de Piaget os quais realçam a importância da afetividade no desenvolvimento intelectual da criança, bem como as características do conhecimento científico. Em seguida, serão utilizadas

situações de aulas reais, desenvolvidas dentro da sala de aula e no campo, para ilustrar os aspectos teóricos destacados.

2. Afetividade, desenvolvimento mental e construção do conhecimento científico: a perspectiva Piagetiana

A concepção de inatismo da mente (e portanto das idéias), defendida pela filosofia cartesiana (René Descartes, 1596-1650) é implicitamente refutada por Piaget em sua teoria sobre o desenvolvimento da inteligência e da construção dos conhecimentos, para a qual a criança é concebida como um ser dinâmico, que a todo momento interage com a realidade, operando com objetos e pessoas. Esta interação com os ambientes físico e social permite a construção das estruturas mentais e a aquisição de meios que as façam funcionar. O eixo central de sua teoria, portanto, é a interação do organismo com o meio, em processos simultâneos de organização interna das estruturas que vão sendo construídas e a adaptação destas estruturas ao meio.

É a adaptação destas novas estruturas ao meio que configura o próprio desenvolvimento da inteligência. Tal desenvolvimento, por sua vez, é influenciado pelo crescimento biológico dos órgãos e por seu conseqüente funcionamento; também, por aspectos adquiridos ou aprendidos socialmente, como os valores, a linguagem, os costumes, os padrões culturais e sociais e, por fim, por uma tendência natural de equilíbrio³ dos processos de regulação interna do organismo às novas estruturas (Piaget, 1978).

Por sua vez, o desenvolvimento decorre de uma necessidade, que nada mais é que o desequilíbrio instaurado com o confronto das estruturas internas do sujeito e o meio externo a ele. É da tendência de satisfazer uma necessidade, ou de reequilibrar-se, que surgem os dois mecanismos fundamentais da construção do conhecimento, presentes principalmente nas fases pré-operatórias e operatórias do pensamento. A primeira tendência é incorporar as coisas e as pessoas à atividade própria do sujeito, isto é, assimilar o mundo exterior às estruturas já construídas e, a segunda, é reajustar estas últimas em função das transformações ocorridas, ou seja, ‘acomodá-las’ aos objetos externos (Piaget, 2001).

Um organismo em relação a seu meio apresenta, ao contrário, múltiplas formas de equilíbrio, desde o das posturas até a homeostase, sendo estas formas necessárias à sua vida. Trata-se, então, de características intrínsecas; portanto, os desequilíbrios duradouros constituem estados patológicos, orgânicos ou mentais. Neste sentido, a gênese da perda do equilíbrio parece estar intimamente relacionada à proximidade das emoções com o sistema fisiológico das atitudes e posturas e, para Piaget (1978), o modo como o sujeito age sobre os objetos é que caracteriza essencialmente os diferentes estágios do desenvolvimento.

A afetividade assume, então, papel de destaque na teoria Piagetiana, à medida que relaciona-se intimamente à inteligência. Afetividade e inteligência, juntas, constituem os dois aspectos complementares de toda a conduta humana. Assim, este paralelismo entre a evolução da afetividade e das funções motoras e cognitivas prosseguirá no curso de todo o desenvolvimento da infância e adolescência.

De forma geral, Piaget (2001) considera que em toda a conduta, as motivações e o dinamismo energético provêm da afetividade, enquanto que a técnica e o ajustamento dos meios empregados constituem o aspecto cognitivo, seja ele sensório-motor ou racional. A vida afetiva constitui-se, por assim dizer, em um tônico fundamental para a construção das estruturas lógicas do pensamento.

Na fase em que o pensamento da criança evolui para as operações concretas (aproximadamente de 7 a 11-12 anos), por exemplo, a afetividade caracteriza-se pela aparição de novos sistemas morais e, sobretudo, por uma organização da vontade, sendo que a

organização dos valores que caracteriza esta fase é comparável à própria lógica; é uma lógica de valores ou ações entre indivíduos, do mesmo modo que a lógica é uma espécie de moral do pensamento. Em geral, a honestidade, o sentido de justiça e a reciprocidade, constituem sistemas racionais de valores pessoais, podendo-se, sem exagero, comparar esse sistema aos “agrupamentos” das relações e noções que estão na origem da lógica, com a única diferença de que aqui são valores agrupados segundo uma “escala” e não mais em relações objetivas.

Também Piaget (2001) dirá que, se a moral, entendida como coordenação de valores, é comparável a um “agrupamento lógico”, é preciso então admitir que os sentimentos interindividuais dão lugar a várias espécies de operações. Parece, à primeira vista, que a vida afetiva é de ordem puramente intuitiva e que sua espontaneidade exclui tudo que lembra uma operação da inteligência. Mas, na realidade, esta tese romântica só é verdadeira na primeira infância, durante a qual a impulsividade impede toda a orientação constante do pensamento e dos sentimentos. À medida que estes se organizam, observa-se, ao contrário, serem regulações, cuja forma de equilíbrio final é a vontade. Esta é, então, o verdadeiro equivalente afetivo das operações da razão.

Em contrapartida, na fase das operações formais que se segue (11 a 12 anos), a vida afetiva do adolescente afirma-se através da dupla conquista da personalidade e de sua inserção na sociedade adulta. A personalidade começa no fim da infância (8 a 12 anos) com a organização autônoma das regras, dos valores e a afirmação da vontade, com a regularização e hierarquização moral das tendências e com o início da elaboração de um plano de vida. Mas este plano de vida supõe a intervenção do pensamento e da reflexão livres, e é por isto que só se elabora quando certas condições intelectuais, como o pensamento formal ou hipotético-dedutivo, são preenchidas (Piaget, 2001).

Exposto o papel essencial da inteligência e da afetividade para o equilíbrio das formas superiores do pensamento, no contexto deste trabalho, cabe também ressaltar como se dá a construção do conhecimento científico, considerando-se a elaboração tanto das estruturas lógicas quanto morais e afetivas, comuns às diferentes fases do desenvolvimento propostas por Piaget (1978), mais especificamente aos estágios correspondentes às operações concretas e formais.

No estágio das operações concretas (7 aos 11 anos), observa-se primeiramente a conversão do egocentrismo que marcou os estágios anteriores (sensório-motor e pré-operatório) em um início da construção lógica, no âmbito da inteligência, e de valores morais no plano afetivo, sendo que ambos se constituirão nos instrumentos mentais a serem utilizados nos estágios posteriores.

Da mesma forma, os processos de assimilação da realidade serão tanto mais efetivos quanto mais tangíveis e palpáveis forem os fatos, ou seja, as capacidades de abstração e de conceituação são facilitadas quando a criança tiver sido exposta à dimensão concreta da realidade. Esta constatação sugere uma reflexão detida e aprofundada na questão do ensino de ciências para as séries fundamentais: se o pensamento e a inteligência são fruto de uma constante interação entre o sujeito e a realidade e evoluem para a construção progressiva de estruturas mentais mais elaboradas e, principalmente, que um determinado estágio do desenvolvimento utiliza-se das estruturas construídas no estágio anterior para a assimilação e a acomodação dos novos conceitos e das novas estruturas, é fundamental no estágio em que se iniciam as primeiras estruturas racionais do pensamento, que se ofereçam aos jovens estudantes condições favoráveis para que a assimilação tenha o caráter mais racional possível, de modo a fornecer subsídios eficientes para os estágios posteriores, que são justamente aqueles nos quais o pensamento atinge sua forma mais elaborada, libertando-se da realidade concreta e apoiando-se em hipóteses e deduções para compreender a realidade.

Assim, se o raciocínio se dá mais facilmente por meio da observação concreta dos objetos ou dos fenômenos, no caso específico do ensino de ciências, a experimentação da realidade torna-se uma ferramenta de indiscutível validade.

Em complementação, Piaget (1978) afirma que o novo nesta fase do desenvolvimento é uma série de desequilíbrios fecundos que irão completar as estruturas operatórias já construídas e pela primeira vez estáveis, construindo sobre sua base “concreta” essas “operações sobre operações” que constituirão as operações proposicionais ou formais, com sua propriedade lógico-matemática ou hipotético-dedutiva.

No estágio das operações formais (12 anos em diante), efetua-se no pensamento da criança, uma transformação fundamental que marca a superação das operações construídas no estágio anterior, com a passagem do pensamento concreto para o formal ou hipotético-dedutivo (Piaget, 2001). Nessa fase do desenvolvimento, as operações lógicas começam a ser transpostas do plano da manipulação concreta para o das idéias, expressas em linguagem qualquer (palavras, símbolos matemáticos), mas sem apoio da percepção, da experiência, ou mesmo da crença.

O pensamento formal é, portanto, hipotético-dedutivo, isto é, capaz de deduzir as conclusões de puras hipóteses e não somente através de uma observação real. Suas conclusões são válidas, mesmo independentemente da realidade de fato, sendo por isto que esta forma de pensamento envolve uma dificuldade e um trabalho mental muito maiores que o pensamento concreto. Para Piaget (2001), o pensamento formal ou a lógica das proposições é a tradução abstrata das operações concretas, não no sentido da interdependência, mas sim de continuidade.

A lógica e a abstração próprias da assimilação e da acomodação dos conceitos no pensamento formal são imprescindíveis à construção dos processos de objetividade característicos do pensamento científico. Imprescindíveis, porém não exclusivos. Para Piaget (1978), não é possível a elaboração do pensamento científico somente com as estruturas lógico-matemáticas do pensamento, ou tão somente através da experimentação, mas sim de sua integração. Excluir a lógica, seria atribuir as propriedades ao objeto observado na experiência enquanto que, excluir a experiência, seria suprimir os dados passíveis de organização e sistematização. É, portanto, somente pela relação dos dois fatores que se torna possível a construção do pensamento científico.

Neste sentido, nas operações formais, o equilíbrio é atingido quando a reflexão compreende que sua função não é contradizer, mas se adiantar e interpretar a experiência. Este equilíbrio, então, ultrapassa amplamente o do pensamento concreto, pois, além do mundo real, engloba as construções indefinidas da dedução racional e da vida interior. (Piaget, 2001).

Na verdade, a teoria Piagetiana reconhece três formas distintas de conhecimento, quais sejam: os conhecimentos adquiridos pela experiência física (advindos das experiências com os objetos e suas relações); os conhecimentos estruturados por uma programação hereditária, como é o caso de certas estruturas perceptivas (visão das cores, reconhecimento das dimensões espaciais etc); e, por fim, os conhecimentos lógico-matemáticos, que se tornam independentes da experiência e que, se no início procedem dela, não parecem tirados dos objetos como tais, mas das coordenações gerais das ações exercidas pelo sujeito sobre os objetos (Piaget, 1996).

Entretanto, as formas superiores de pensamento tendem a se utilizar de todos estes conhecimentos para interpretar e agir sobre a realidade, justamente por haver entre eles relações de gênese e estrutura. O conhecimento experimental é tão importante para o desenvolvimento do homem quanto o conhecimento lógico-matemático e, mesmo sendo de origem exógena, está indissociavelmente a ele ligado porque, embora o conhecimento lógico-

matemático tenha sua origem nas coordenações gerais da ação, não há ação, assim como não há funcionamento, sem objeto.

Outra razão que aponta para a compreensão da relação entre o conhecimento experimental e o lógico-matemático é o fato de as representações necessárias entre as experiências físicas e a formação do pensamento não serem provenientes de um quadro hereditário, porque não há idéias inatas, mas sim de um quadro lógico-matemático que permite o estabelecimento de relações, correspondências e medidas com experiências anteriores ou conceitos formados nos estágios precedentes.

Do mesmo modo, pode-se falar que a experiência perceptiva dos sentidos não consiste em puro registro ou na simples “leitura” da experiência, à medida que levam a uma organização do espaço pelo estabelecimento de relações ativas e progressivas, relações estas que podem ser simples transportes visuais de um elemento para outro ou relações complexas de transposições, que são a origem das proporções, das relações de tamanho e também de referências individuais.

As relações são instrumentos lógicos e o estabelecimento de relações é uma lógica e até mesmo lógico-matemática (proporções e coordenadas), de tal maneira que, mesmo no nível perceptivo, o conhecimento físico supõe este quadro necessário de natureza lógico-matemática. (Piaget, 1996).

Com base nesses pressupostos, supõe-se que a educação deva possibilitar à criança um desenvolvimento amplo e ao mesmo tempo dinâmico, desde os estágios iniciais do desenvolvimento até o das operações formais. No caso específico do ensino de ciências, as metodologias empregadas devem considerar os esquemas de assimilação da criança, propor atividades desafiadoras e, sobretudo, motivadoras, que provoquem desequilíbrios e reequilibrações, promovendo a descoberta e a construção do conhecimento em todas as suas formas.

A seguir serão analisadas as contribuições dos aspectos emocionais, presentes durante as aulas de ciências desenvolvidas em ambientes naturais brasileiros, para a construção dos conhecimentos científicos, bem como discutir como tais atividades podem favorecer a integração das formas de conhecimento necessárias à construção do conhecimento científico.

3. O desenvolvimento das aulas

A pesquisa foi realizada com 6^a séries do ensino fundamental de uma escola pública municipal de Bauru/SP, divididas em três turmas, num total de 97 alunos (entre 11 e 14 anos) matriculados à época do desenvolvimento da pesquisa, em agosto de 2001. Foram oferecidos, também, três dias, um para cada turma, para serem desenvolvidas as aulas teóricas antes da aula de campo. O local escolhido para o desenvolvimento das aulas de campo foi o Jardim Botânico Municipal de Bauru.

As aulas teóricas foram realizadas de 06 a 08 de agosto de 2001, das 07h00 às 11h30, sendo um dia para cada 6^a série. Numa breve apresentação para a classe, foi exposto que a autora e a monitora eram da universidade e estavam ali para colaborar com a escola e com a formação dos alunos e também que as aulas teóricas tinham por finalidade preparar os alunos para desenvolverem as aulas de campo no Jardim Botânico.

Nestas aulas, foram apresentados conceitos sobre biogeografia, ecossistemas terrestres brasileiros, componentes bióticos e abióticos de um ecossistema, formas de vida, biodiversidade, relações entre os seres vivos e adaptações dos seres vivos ao ambiente. Para isto, foram utilizados conjuntamente recursos expositivos e visuais, como transparências e fotos. As fotos das árvores nativas, apresentadas em transparências, foram retiradas de Lorenzi (1998).

Durante as aulas teóricas, uma monitora se juntou aos alunos e anotou, em um diário de classe, todas as observações e perguntas que foram feitas, além de aspectos do comportamento dos alunos no desenvolvimento dessas aulas.

As aulas de campo foram agendadas de 13 a 15 de agosto de 2001, das 7h00 às 12h00. Ainda em sala de aula, os alunos foram orientados sobre o modo como deveriam se comportar durante a aula no Jardim Botânico, sobre os cuidados que deveriam tomar para evitarem acidentes e, sobretudo, sobre os objetivos da aula, que seriam basicamente verificar, em um ambiente natural, muitos dos assuntos e conceitos vistos em sala de aula, além de outros que só seriam estudados lá.

No Jardim Botânico, antes do início da trilha, os alunos foram novamente orientados quanto ao seu comportamento e à condução da aula. Durante a trilha, chamou-se a atenção para alguns pontos vistos em sala de aula, como os diferentes ecossistemas, a serapilheira, as diferentes espécies e formas de vida, algumas relações interespecíficas e algumas adaptações. Muitos alunos também apontavam situações ou fenômenos interessantes que serviam para conseqüentes explicações dos conceitos vistos em sala de aula.

Para a aula de campo, foram necessários mais monitores. Havia três monitores nos dois primeiros dias e dois no último dia. Os monitores, além de auxiliarem a autora no esclarecimento de dúvidas, também anotavam, em um diário de campo, todas as observações espontâneas, perguntas e o comportamento dos alunos no decorrer da aula. A professora da escola auxiliou exclusivamente na questão da disciplina, deixando a aula totalmente sob responsabilidade da autora e das monitoras.

Vale ressaltar que os alunos não sabiam que os monitores estavam anotando suas considerações e perguntas, evitando-se assim, criarem-se constrangimentos ou manifestações artificiais que pudessem inibir as expressões espontâneas e, conseqüentemente, comprometer a fidedignidade dos dados da pesquisa. A presença dos monitores foi justificada como sendo colaboradores para o desenvolvimento das aulas. As anotações dos monitores foram transcritas para serem incluídas nas categorias a serem analisadas.

4. A escolha do Jardim Botânico Municipal de Bauru

O Jardim Botânico Municipal é administrado pela Prefeitura Municipal de Bauru/SP, através de sua Secretaria Municipal do Meio Ambiente. A maior parte da área é composta por fragmentos de cerrado e mata estacional semidecidual (Pinheiro, 2000), ecossistemas atualmente ameaçados pelo rápido crescimento urbano e aumento das áreas destinadas à agropecuária. Possui também trechos de solo hidromórfico, com vegetação paludosa e de áreas perturbadas em processo de recuperação. É constituído ainda por uma sede administrativa, um orquidário, um viveiro de mudas de espécies nativas, um pequeno arboreto e uma praça de plantas medicinais.

Além de área de preservação, o Jardim Botânico poder ser utilizado para as atividades de pesquisa científica, de ensino, lazer para a população e educação ambiental. Para tanto, dispõe de uma trilha ecológica com aproximadamente 1080 metros de percurso e largura média de 1,20 metros, situada à margem direita do córrego Vargem Limpa, cujo início se dá no trecho de solo hidromórfico e atravessa trechos de mata estacional semidecidual¹ e de cerrado². Os dois tipos de vegetação são comuns em toda a região de Bauru sendo, portanto, familiares aos alunos o que, segundo Martin e colaboradores (1981), é fundamental para o bom desenvolvimento de uma aula de campo.

Por reunir todas estas características e ainda por oferecer segurança e relativo conforto a alunos e professores, a trilha ecológica do Jardim Botânico foi escolhida como o local para o

desenvolvimento das aulas de campo, mediante a autorização da administração local e agendamento prévio.

5. A construção de conhecimento científico na aula de ciências em um ambiente natural

Para que sejam analisados os dados referentes às observações e às perguntas feitas pelos alunos durante a aula teórica e a de campo, deve-se ter em conta a seguinte realidade: os alunos das três turmas estavam compreendidos entre a faixa etária de 11 a 14 anos e, de acordo com Piaget (1978, 2001), estas seriam as fases do desenvolvimento em que têm início as operações concretas e as operações formais de pensamento. Porém, as faixas etárias estabelecidas por Piaget para a análise do desenvolvimento da inteligência não são de modo algum fixas e absolutas, mas sim flexíveis e relativas, pois a evolução do pensamento está sujeita não só aos próprios estágios de desenvolvimento orgânico e mental (embora as estruturas internas também possam variar entre indivíduos da mesma idade), mas também à interação do indivíduo com o meio físico e com o contexto social nos quais se encontra inserido.

Como os dados coletados foram referentes a um grupo de alunos e não de um indivíduo isolado, as categorias criadas se baseiam em tendências ou em processos evidenciados no grupo, durante as aulas, e nunca em estados definidos. Partindo deste princípio, pode-se inferir que, dos alunos envolvidos na pesquisa, alguns provavelmente se enquadraram nos estágios das operações concretas, enquanto que outros já se iniciavam no estágio das operações formais do pensamento.

Em relação às categorias, optou-se por analisar os dados sob os dois aspectos principais envolvidos na aula, ou seja, a motivação e a construção dos conhecimentos científicos.

Para a análise da motivação, foram apontadas as expressões que revelaram aspectos afetivos, que para Piaget (2001) são os sentimentos, os interesses e as vontades, cujo desenvolvimento se dá simultânea e indissociavelmente com o desenvolvimento da inteligência sendo, ambos, constituintes dos processos mais elaborados do raciocínio.

Os sentimentos foram classificados em termos de satisfação (ou insatisfação) com o desenvolvimento da aula, como o encantamento e a afeição; os interesses, pelas manifestações verbais de curiosidade, conforme mostra o Quadro 1.

Tipo de manifestação dos alunos	Durante a aula teórica	Durante a aula de campo
Sentimentos	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Que tronco!</i> (referência a um grande tronco de castanheiras mostrado por meio de transparência) • <i>Tá duro de acabar!</i> (referindo-se à aula) • <i>Eba! É a última!</i> (referindo-se à transparência) • <i>Professora, fica mais, não vai embora!</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Eu tenho medo de brejo!</i> • <i>Olha o tamanho do buraco da formigas!</i> • <i>Olha que legal esse formigueiro!</i> • <i>Olha que bonita!</i> (referência à copaíba) • <i>Olha que bonita esta planta!</i> • <i>Olha que bonita a cactácea!</i> • <i>Ai que lugar gostoso!</i> • <i>Ah! Eu tô com medo!</i> • <i>Que gostoso!</i> • <i>Ai, dá vontade de abraçar a copaíba!</i> • <i>Que bonito!</i> • <i>Que legal! Tem um monte de orelha-de-pau!</i> • <i>Como canta bonito!</i> • <i>Tangará! Ai que lindo!</i> • <i>Ai que lindo!</i> (referindo-se à epífita)

	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Ai que dó!</i> (reação às marcas de queimada no tronco da copaíba) • <i>Ai que legal!</i> (referência à atividade) • <i>Olha cada borboleta linda!</i>
<p>Interesses</p> <ul style="list-style-type: none"> • A castanheira tem 200 anos? • Onde é isto? (ao ver a foto do cerrado) • Dá pra comer copaíba? 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Que árvore é esta?</i> (referência à <i>Croton</i> sp) • <i>O que é estas rodinhas vermelhas?</i> (ao observarem líquens vermelhos no tronco da árvore) • <i>Aqui tem abacaxi-do-mato?</i> • <i>O que são estes pinguinhos brancos nas folhas?</i> (referência às galhas) • <i>O que são estes pelinhos verdinhos no tronco?</i> (referência aos musgos) • <i>Como chama esta árvore?</i> (referência à copaíba)

Quadro 1 - A motivação durante as aulas.

Tanto no caso dos sentimentos quanto dos interesses, nota-se uma quantidade superior de manifestações durante a aula de campo nos fragmentos dos ecossistemas naturais. Para Piaget (2001), os interesses são, por um lado, os prolongamentos das necessidades, pois um objeto torna-se interessante na medida em que corresponde a uma necessidade. Disto decorre que o interesse é a orientação própria a todo o ato de assimilação mental. Assim sendo, o interesse começa com a vida psíquica, propriamente dita, e desempenha papel fundamental no desenvolvimento da inteligência. Por outro lado, o interesse, bem como os sentimentos, são reguladores de energia do sujeito, intervindo de maneira decisiva para a mobilização das reservas internas de força, bastando que um trabalho seja interessante para parecer fácil e para que a fadiga diminua.

Ao regularem as energias do indivíduo, os sentimentos e os interesses funcionam como um tônico que favorecerá o equilíbrio das estruturas mentais pré-existentes aos novos conceitos assimilados, formando um pensamento mais complexo.

No contexto da aula de campo, que demonstrou despertar mais os sentimentos e os interesses, os alunos podem alcançar um rendimento maior, quando comparada ao da aula teórica, pois, de forma geral, em toda a conduta, as motivações e o dinamismo energético provêm da afetividade, enquanto que a técnica e o ajustamento dos meios empregados constituem o aspecto cognitivo, seja ele sensorio-motor ou racional.

Em termos de construção de conhecimentos, a análise dos dados foi feita procurando-se relacionar as diferentes formas de conhecimento consideradas por Piaget (1996) - e que são igualmente importantes por guardarem estreita relação na construção dos conhecimentos científicos -, com os estágios das operações concretas e formais do pensamento. As formas são o conhecimento experimental, o conhecimento perceptivo e o conhecimento lógico-matemático, descritas anteriormente.

Como as observações dos alunos, muitas vezes, sugerem a construção de um novo conceito a partir de mais de uma dimensão do conhecimento (o que é amplamente defendido por Piaget, já que mesmo o conhecimento perceptivo leva a uma organização do espaço pelo estabelecimento de relações, e as relações são instrumentos lógicos) foram categorizadas deixando explícitas as formas de conhecimento nelas contidas.

Forma de conhecimento presente na observação	Durante a aula teórica	Durante a aula de campo
Perceptivo		<ul style="list-style-type: none"> • <i>Que cheiro gostoso!</i> • <i>Que fresquinho!</i> • <i>Ai que frio!</i> • <i>Nossa! Está esfriando!</i>
Perceptivo/lógico-matemático (estabelecimento de relações de proporções)		<ul style="list-style-type: none"> • <i>Aqui já está mais frio!</i> • <i>Tá mais friozinho!</i> • <i>Aqui é mais quente!</i> • <i>Tá ficando calor!</i> • <i>Aqui tá frio, lá fora tava calor!</i>
Experimental	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Ah! O morro é rocha!</i> (sobre o solo litólico da Mata Atlântica) • <i>Na minha casa tem ipê rosa.</i> • <i>A panela é linda, fica tudo rosinha!</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>O chão da entrada é arenoso.</i> • <i>Por que as trepadeira é importante?</i> • <i>Esta mata é uma Mata Atlântica?</i> • <i>Olha o tamanho do buraco das formigas!</i> • <i>Aqui no cerrado as árvores são tortas!</i> • <i>Esta casca protege a árvore.</i> (observação de uma aluno ao tocar em um caule de <i>Qualea</i> sp) • <i>Por que esta árvore começa em um tronco e só depois se ramifica?</i> • <i>Olha! A trepadeira segurou a folha!</i> • <i>A copa das árvores não deixa o sol passar!</i> • <i>As folhas das árvores são diferentes!</i> (sobre as árvores do cerrado) • <i>Olha o pequi que nós vimos na aula!</i>
Experimental/lógico-matemático	<ul style="list-style-type: none"> • <i>O filhote de anta parece uma zebra!</i> • <i>A onça parece um puma.</i> • <i>É puma? É leopardo?</i> (sobre a foto da onça parda) • <i>É um tipo de galinha, só que mais alta?</i> (sobre a siriema) • <i>As raízes são tipo um cordão umbilical.</i> • <i>A água não pode ser polinizador porque ela não pega mel.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>A epífita encontrada aqui é a mesma encontrada em casa?</i> • <i>Essa árvore torta vai cair?</i> • <i>O cerrado é totalmente diferente, as árvores são menores.</i> • <i>As árvores são mais tortas e mais finas.</i> (sobre o cerrado) • <i>Aqui é diferente. É mais seco.</i> (referência ao cerrado) • <i>A copaíba é reta e alta para procurar o sol.</i> • <i>Parece que as folhas aqui têm um verde diferente!</i> • <i>Por que a cor das samambaias é diferente? Tem marrom e tem verde.</i> (referência às folhas mortas e vivas das samambaias) • <i>Esta semente parece um helicóptero!</i>
Lógico-matemático	<ul style="list-style-type: none"> • <i>É porque está perto do mar? Ou não?</i> (respondendo à pergunta sobre as diferenças entre a Mata Atlântica e a Amazônia) • <i>Por que tem muitas espécies parecidas?</i> (resposta à mesma pergunta) 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Por que as algas deixaram o mar?</i> (ao observarem um líquen, depois da explicação da monitora) • <i>Mas se chove igual em Bauru, por que os solos são diferentes?</i> • <i>Esta árvore caída foi cortada?</i> • <i>Se tivesse árvore sem todo o lugar seria mais legal!</i> • <i>Carvão é feito de árvore?</i> • <i>Os animais que tem no zoológico podem sobreviver nesta mata? E a ema?</i>

Quadro 2 – Formas de conhecimentos expressas durante as aulas.

Pelo quadro anterior, observa-se que o conhecimento perceptivo foi o único ao qual os alunos não se referiram durante as aulas teóricas, o que é compreensível, tendo em vista que a percepção decorre da ação dos sentidos dos alunos sobre o ambiente. No caso do ensino de ecologia nos ecossistemas terrestres naturais, a organização dos conhecimentos perceptivos em relações de proporção ou comparação (*Aqui está mais quente!*, *Aqui está frio, lá fora estava quente!*), ou seja, com a utilização também do conhecimento lógico-matemático, favoreceu o entendimento sobre as características abióticas dos diferentes ecossistemas.

Em termos de conhecimento experimental, o quadro demonstra um dos grandes problemas em se ensinar ciências biológicas dentro de um contexto em que não estão presentes seu principal objeto de estudo: os seres vivos. Isto está evidente pela maior quantidade de formas de vida, estruturas e características dos seres vivos observadas pelos alunos durante a aula no Jardim Botânico.

Talvez a categoria que melhor demonstre as contribuições da aula de campo nos ecossistemas naturais para a aprendizagem dos conteúdos referentes à ecologia, seja a terceira. Piaget (1996) expõe que, no terreno da experiência propriamente dita e, sobretudo, da experimentação dirigida (como foi o caso da aula de campo), é evidente que nenhuma constatação permanece em estado puro, no sentido em que o empirismo clássico admitiria que o objeto depõe no sujeito, ou sobre ele, uma simples impressão que constituiria uma cópia. Em outras palavras, o problema do conhecimento é escolher entre as duas concepções possíveis, a do conhecimento-cópia ou a do conhecimento-assimilação.

Assim, o conhecimento experimental/lógico-matemático observado em aula teórica se aproxima mais do conhecimento-cópia pois, embora esteja evidente a tentativa dos alunos em buscar uma representação pré-existente, utilizando-se de analogias ou mesmo procurando ordenar o novo conhecimento em grupos – e a ordenação e os agrupamentos são relações lógicas – é uma construção relativamente simples, comum inclusive a estágios anteriores do desenvolvimento, nos quais tem início a formação de pré-conceitos e não de conceitos propriamente ditos. Por exemplo, ao observar que a onça parece um puma, ou que a siriema é um tipo de galinha, o aluno procura ‘encaixar’ os animais apresentados no grupo daqueles que ele já conhece e que possuem características semelhantes; é um agrupamento por semelhança, provenientes de um raciocínio por imagens e de caráter lúdico, típico dos estágios pré-operatórios (Piaget, 1990).

Contrariamente, o conhecimento experimental/lógico-matemático observado durante a aula de campo possui características que se aproximam mais do conhecimento-assimilação.

Desde que não é mais exclusivamente perceptível, a experiência física supõe essencialmente a intervenção de ações, porque o sujeito não pode conhecer os objetos a não ser agindo sobre eles. É o caso, por exemplo, das observações: *“A copaíba é reta e alta para procurar o sol.”* e *“Por que a cor das samambaias é diferente? Tem marrom e tem verde.”*. Para chegar a tais constatações, o conhecimento experimental não se resumiu à observação imediata, mas também a uma dissociação dos fatores – o crescimento reto do tronco da copaíba e a cor diferente das samambaias – de forma a apreciar isoladamente seus efeitos e, dissociar os fatores, nada mais é do que modificar pela ação o fenômeno bruto e cercar seus elementos sob formas que só podem ter garantia de objetividade devido à artificialidade ativa.

Segundo Piaget (1996), isto não tem nada de contraditório, porque a ação experimental é orientada na direção da descentração lógico-matemática, ao passo que o erro ou a ilusão subjetiva, que ela corrige, resultam de centrações sobre a experiência imediata.

No ensino de ecologia, no uso das metodologias tradicionais de ensino, que não recorrem às experimentações, parece estar implícito o princípio que a ação do sujeito é necessária somente para o entendimento das possíveis relações entre os fatores bióticos e

abióticos que compõem um ecossistema, sendo dispensável a ação sobre os objetos de estudo dos ecossistemas, isto é, os próprios fatores bióticos e abióticos.

Decorre disto que as abordagens utilizadas para o ensino de ecologia privilegiam as relações ecológicas (e, portanto, o conhecimento lógico-matemático) em detrimento do conhecimento sobre os seres vivos ou sobre determinado clima que constituem um ecossistema (o conhecimento experimental ou até mesmo o perceptivo), ignorando ou ainda desconhecendo a indissociabilidade das diferentes formas de conhecimento para a construção dos conceitos científicos.

No contexto da aula de campo, algumas observações corroboram essa tese e até se adiantam ao permitir verificar que os próprios alunos se utilizam das estruturas lógico-matemática para interpretar um fenômeno através da experiência, como mostram as coordenações de espaço e as relações de intensidade e proporção implícitas nas observações sobre as diferenças entre o ambiente de mata e o de cerrado: “*O cerrado é totalmente diferente, as árvores são menores.*”, “*As árvores são mais tortas e mais finas.*”, “*Aqui é diferente. É mais seco.*”. Neste sentido, Piaget (1996) reafirma que o conhecimento experimental é, sobretudo, assimilação.

Convém ressaltar também que muitos alunos envolvidos na pesquisa provavelmente se encontravam ainda no estágio das operações concretas, no qual o raciocínio se dá muito mais facilmente por meio da ação do sujeito com a realidade e não por relações de abstração.

São ainda em termos de estágios do desenvolvimento que se podem discutir as observações inseridas na categoria de conhecimento lógico-matemático. Assim como havia alunos no estágio das operações concretas, é provável que houvesse também aqueles que se encaixavam ao menos nos estágios iniciais das operações formais, estruturadas não a partir da realidade concreta, mas a partir de outras operações e relações definidas por Piaget (1978) como sendo o pensamento sobre o pensamento. É a formulação de hipóteses, por meio das relações de proporção, finalidade e predição de ações futuras, que confere a característica principal do conhecimento lógico-matemático.

Entretanto, embora haja características de pensamento hipotético nas observações dos alunos durante a aula teórica e durante a aula de campo, nelas está guardada uma diferença fundamental. As hipóteses lançadas durante a aula teórica não foram provenientes do conhecimento experimental, o que acarretou em uma insegurança nas proposições, ou seja, não há premissa anterior que as suporte, como por exemplo: “*É porque está perto do mar? Ou não?*” (respondendo à pergunta sobre as diferenças entre a Mata Atlântica e a Amazônia). O aluno supõe que a diferença aconteça pela proximidade da Mata Atlântica com o mar, mas não há elementos concretos que lhe assegure que a Mata Atlântica esteja de fato próxima ao mar, a não ser a própria denominação, relacionada ao Oceano Atlântico.

Por outro lado, as hipóteses construídas durante a aula de campo, fundamentam-se no conhecimento experimental, na realidade concreta, de forma que o conceito ou o fenômeno responsáveis pela formulação da hipótese foram previamente assimilados pela experiência, como no exemplo: *Por que as algas deixaram o mar?* (ao observarem um líquen, depois da explicação da monitora). O aluno compreendeu que a forma de vida observada era a associação entre uma alga e um fungo e compreendeu também o fato de que aquela alga era perfeitamente tangível, ainda que espacialmente e fisicamente muito distante de um ambiente marinho. Ao elaborar tal pensamento, foi ainda capaz de supor que as algas, para estarem ali, em algum momento deixaram o mar. A hipótese subentendida na pergunta é, portanto, consequência de ordenações e coordenações de conceitos construídos anteriormente, advinda do pensamento lógico-matemático ou hipotético-dedutivo. Enfim, a matemática, longe de reduzir-se a uma linguagem, é o próprio instrumento de estruturação que coordena essas ações e as prolonga em seguida em teorias dedutivas e explicativas.

Dizer que o conhecimento experimental é a assimilação do real às estruturas lógico-matemáticas é também afirmar, por isso mesmo, que a organização própria do sujeito e de todo o ser vivo é condição de trocas com o meio, das trocas cognoscitivas, tanto quanto das trocas materiais e energéticas. A este respeito, as formas conceituais e operatórias aparecem, ainda uma vez, como o prolongamento das formas ‘orgânicas’ (Piaget, 1996).

Não obstante a análise das diferentes formas de conhecimento e dos diferentes estágios do desenvolvimento possa traduzir-se em uma falsa impressão de independência e estabilidade, ocorre justamente o contrário. Primeiramente, considerando-se os estágios do desenvolvimento, a teoria piagetiana é sempre enfática ao defender que a inteligência e a elaboração do pensamento estão condicionados a um certo funcionamento mental constante que assegura a passagem de qualquer estado para o seguinte, embora as estruturas típicas de cada estágio sejam variáveis. No contexto do ensino de ciências, isto equivale a dizer que respeitar as características do desenvolvimento mental dos jovens estudantes em fase das operações concretas, apoiando os processos de construção de conhecimentos em elementos reais, é garantir o bom desenvolvimento dos estágios posteriores das operações formais, para os quais evoluem as formas superiores do pensamento humano.

Em segundo lugar, em relação às diferentes formas do conhecimento, o ensino de ciências só poderá ser eficaz quando admitir que o caráter do conhecimento científico é a integração e a associação entre conhecimentos experimental, perceptivo e lógico-matemático. Só assim o desenvolvimento mental aparecerá, então, em sua organização progressiva como uma adaptação sempre precisa à realidade.

6. Considerações finais

Em termos de construção de conhecimento científico, as aulas de campo parecem ter sido mais eficientes que as aulas teóricas, por permitirem a integração das diferentes formas de conhecimento necessárias à elaboração do conhecimento científico, definidas por Piaget (1996) como sendo o conhecimento perceptivo (advindo da interação do indivíduo com o meio, através dos sentidos), o conhecimento experimental (interação entre as estruturas mentais operatórias e os fenômenos observados) e o conhecimento lógico-matemático (interação e relação entre os conhecimentos construídos anteriormente). É esta integração entre as diferentes formas de conhecimento que confere a característica hipotético-dedutiva das formas de pensamento mais elaboradas, como é o caso do conhecimento científico. Mais que isto, observa-se na aula de campo uma tendência em favorecer a formulação de hipóteses sobre os fenômenos de maneira mais complexa, justamente pelo fato de os alunos terem suporte dos conhecimentos advindos da realidade concreta, e ainda, em uma perspectiva quantitativa, por oferecer mais estímulos.

Simultaneamente a todo esse processo, estiveram presentes os componentes afetivos despertados durante a aula no Jardim Botânico, as quais ora se apresentaram implicitamente na forma de motivações e interesses, ora explicitamente nas manifestações de afeto, empatia e alegria. Muitas das perguntas, curiosidades e observações dos alunos traziam consigo indícios de um pensamento em construção, de um espírito inquieto por novas descobertas e do princípio do estabelecimento de valores morais, corroborando o discutido por Laukenmann (2003) sobre o impacto dos interesses e do bem-estar na condução das aulas de ciências.

Há que se considerar, porém, que a própria dinâmica da aula de campo é mais favorável ao diálogo e à manifestação espontânea, se comparada a uma aula teórica tradicional. Também, que a condução das aulas ficou a critério de outra pessoa que não a professora de ciências, incluindo-se aí o fator novidade que pode favorecer o interesse e a motivação.

De todo modo, apesar das restrições impostas pelo contexto de pesquisa, procuramos evidenciar que em se tratando de um contexto educativo, e mais especificamente, do ensino de ciências, pode-se dizer que metodologias que considerem as estruturas e operações que são próprias a um determinado estágio do desenvolvimento mental dos estudantes, tanto no que concerne ao raciocínio quanto à vida afetiva, bem como proporcione a construção dos conceitos a partir da integração das três formas de conhecimento, estão propensas a serem mais bem sucedidas na formação dos indivíduos.

7. Referências bibliográficas

- Almeida, C.X. (1998). Importância da auto-estima no projeto cerrado, casa nossa, Jardim Botânico de Brasília. Em: Tabanez, M. F. e Pádua, S.M. (Org). *Educação Ambiental: caminhos trilhados no Brasil* (pp. 201-209). Brasília: IPÊ.
- Alsop, S. (2005). Bridging the Cartesian divide: science education and affect. Em: Alsop.S. (Ed). *Beyond Cartesian Dualism: Encountering affect in the teaching and learning of science* (pp. 03-16). Netherlands: Springer.
- Bonney, R.C.; Kempler, T.M.; Zusho, A.; Coppola, B.P. e Pintrich, P.R. (2005). Student learning in science classrooms: what role does motivation play? Em: Alsop.S. (Ed). *Beyond Cartesian Dualism: Encountering affect in the teaching and learning of science* (pp. 83-97). Netherlands: Springer.
- Carvalho, L.M. (1989). *A temática ambiental e a escola do 1º grau*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- Damáσιο, A.R. (2001). *O erro de Descartes*. São Paulo: Companhia da Letras.
- Laukenmann, M. (2003). An investigation of the influence of emotional factors on learning in physics instruction. *Intl. J. Sci. Educ.*, 25 (4), 489-507.
- Lisowski, M e Disinger, J.F. (1991). The effect of field-based instruction on student understandings of ecological concepts. *J. Environment Educ.*, 23, 19-23.
- Lopes, G.C.L.R. e Allain, L.R. (2002). Lançando um olhar crítico sobre as saídas de campo em biologia através do relato de uma experiência. Em: Faculdade de Educação da USP (Org), *Anais, VIII Encontro “Perspectivas do Ensino de Biologia”*, (1 CD-ROM). São Paulo: FEUSP.
- Lorenzi, H. (1998). *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. (2ª ed). Nova Odessa: Plantarum.
- Martin, W.N.; Falk, J.H. e Balling, J.D. (1981). Environmental effects on learning: the outdoor field trip. *Sci. Educ.*, 65 (3), 301-309.
- Morin, E. (1990). *Ciência com consciência*. Portugal: Europa/América.
- Morin, E. (2000). *A cabeça bem feita: repensar a reforma, reformar o pensamento*. (2ª ed). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Morin, E. (2001) *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. São Paulo: Ed. Cortez/ UNESCO.
- Moreira, A.L.O.R. e Soares, J.J. (2002). Percepção de Floresta – uma pesquisa entre visitantes de 7 a 12 anos do Parque do Ingá em Maringá/PR. Em: Faculdade de Educação da USP (Org), *Anais, VIII Encontro “Perspectivas do Ensino de Biologia”*, (1 CD-ROM). São Paulo: FEUSP.
- Nascimento, A.F.J. (2001). A reconstrução do conceito de natureza a partir de excursão de campo: uma reação ao reducionismo mecanicista . Em: Nardi, R. (Org.). *Questões atuais no ensino de ciências* (pp. 93-104). São Paulo: Escrituras.

- Orion, N.; Hofstein, A.; Tamir, P. e Giddings, G.J. (1997). Development and validation of an instrument for assessing the learning environment of outdoor science activities. *Sci. Educ.*, (81) 2, 161-171.
- Pegoraro, J.L. (1998). *Educação ambiental: a temática da flora, da fauna e dos ambientes naturais (expressões da biodiversidade) a partir da educação formal*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Ciências, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- Piaget, J. (2001). *Seis estudos de psicologia*. (24^a ed). Rio de Janeiro: Forense Universitária.
- Piaget, J. (1996). *Biologia e conhecimento – ensaio sobre as relações entre as regulações orgânicas e os processos cognoscitivos*. (3^a ed). Petrópolis/RJ: Vozes.
- Piaget, J. (1990). A passagem dos esquemas sensorio-motores para os esquemas conceituais. Em: *A formação do símbolo na criança – imitação, jogo e sonho, imagem e representação* (pp. 275-370). (3^a ed.) Rio de Janeiro: LTC S.A.
- Piaget, J. (1978). *A epistemologia genética*. São Paulo: Abril Cultural. (Coleção Os pensadores).
- Pinheiro, M.H.O. (2000). *Levantamento florístico e fitossociológico da mata mesófila semidecídua do Jardim Botânico Municipal de Bauru*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Botânica, Instituto de Biologia, Universidade de Campinas, Campinas, SP.
- Reiss, M. (2005). The importance of affect in science education. Em: Alsop, S. (Ed). *Beyond Cartesian Dualism: Encountering affect in the teaching and learning of science* (pp. 17-25). Netherlands: Springer.
- Rocha, L.M. (1998). Unidades de conservação e organizações não-governamentais em parceria: programas de educação ambiental. Em: Tabanez, M. F. e Pádua, S.M. (Org). *Educação Ambiental: caminhos trilhados no Brasil* (pp. 237-246). Brasília: IPÊ.
- Salles, J.C.; Guido, L.F.E. e Cunha, A.M.O. (2002). Atividades de educação ambiental no ensino sobre ecossistemas brasileiros. Em: Faculdade de Educação da USP (Org), *Anais, VIII Encontro “Perspectivas do Ensino de Biologia”*, (1 CD-ROM). São Paulo: FEUSP.
- Santos, F.M.T. (1997). Afeto, emoção e motivação: uma nova agenda para a pesquisa em ensino de ciências. Em: Instituto de Física da UFRGS (Org.), *Anais, I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências* (pp. 249-255). Águas de Lindóia: Instituto de Física da UFRGS.
- Santos, A.A.N. (1999). *Proposta de um programa e educação ambiental para alunos do ensino fundamental no jardim botânico da UNESP/Botucatu*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.
- Santos, S.A.M. (2002). A excursão como recurso didático no ensino de biologia e educação ambiental. Em: Faculdade de Educação da USP (Org), *Anais, VIII Encontro “Perspectivas do Ensino de Biologia”*, (1 CD-ROM). São Paulo: FEUSP.
- Seniciato, T. e Cavassan, O. (2003). Para além da razão: reflexões sobre o papel das emoções e das aulas de campo em ambientes naturais no ensino de ciências e em Educação Ambiental. Em: Talamoni, J.L.B. e Sampaio, A.C. (Org.). *Educação Ambiental: da prática pedagógica à cidadania* (pp. 41-58). São Paulo: Escrituras.
- Seniciato, T. e Cavassan, O. (2004). Aulas de campo em ambientes naturais e aprendizagem em ciências – um estudo com alunos do ensino fundamental. *Ciência & Educação*, (10) 1, 133-147.
- Tabanez, M.F.; Padua, S.M.; Souza, M.G.; Cardoso, M.M. e Garrido, L.M.A.G. (1998). Avaliação de trilhas interpretativas para educação ambiental. Em: Padua, S. M. e Tabanez, M.F. (Org.). *Educação ambiental: caminhos trilhados no Brasil* (pp. 89-102). Brasília: IPÊ - Instituto de Pesquisas Ecológicas.


- Vigotski, L.S. (1998). *O desenvolvimento psicológico na infância*. São Paulo: Martins Fontes.
- Wallon, H. (1995). *A evolução psicológica da criança*. Lisboa: Edições 70.
- Watts, M. (2001). Science and poetry: Passion v. prescription in school science? *Intl. J. Sci. Educ.*, (23) 2, 197-208.

Agradecimento

Os autores agradecem ao Programa Biota/FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), Processo 05/56704-0, pelo auxílio pesquisa.

Notas

- (1) Tipo de vegetação tropical, que apresenta estrato arbóreo de médio a grande porte, sujeita a uma estação seca e que ocorre nos planaltos do sudeste e do sul do Brasil.
- (2) Tipo de vegetação tropical caracterizado por árvores baixas, retorcidas, em geral dotadas de casca grossa, suberosa, espaçadas, com estrato herbáceo abundante. Ocorre no Planalto Central Brasileiro, na Amazônia, em parte do Nordeste e do Sudeste.
- (3) Piaget utiliza o termo *equilíbrio* ao invés de *equilíbrio* por considerá-lo, no caso das estruturas mentais, um processo e não um estado definitivo.

 - **T. Seniciato** é Licenciada em Ciências Biológicas (UNESP), Mestre e Doutora em Educação em Ciências (UNESP). Endereço para correspondência: Av. Affonso José Aiello, 6-55, Condomínio Spazio verde, Lotes 05 e 06 – Via Del Fiori, VI Aviação, Bauru, SP 17018-520. Telefones: 55-14-3227-2635/55-14-9784-4666. *E-mails* para correspondência: tatianas@fc.unesp.br e tseniciato@hotmail.com. **O. Cavassan** é Licenciado em Ciências Biológicas, Mestre em Biologia Vegetal (UNESP) e Doutorado em Ecologia (Universidade Estadual de Campinas; UNICAMP). Atua como Professor de Ecologia no Departamento de Ciências Biológicas (UNESP) e na Pós-graduação em Métodos de Estudo da Vegetação (UNESP) e Educação Ambiental e Ecossistemas Terrestres (UNESP). Endereço para correspondência: Av. Luis Edmundo Carrijo Coube, 14-01, Bauru, SP 17033-360, Brasil, telefones: 55-14-3103-6078. *E-mail* para correspondência: cavassan@fc.unesp.br.