

PÓS-GRADUANDOS E ALUNOS DO ENSINO BÁSICO EM UM TRABALHO DE DIFUSÃO CIENTÍFICA

Post-graduates and students of basic education in a work of scientific diffusion

André Peticarrari [apeticarrari@hotmail.com]

Marisa Ramos Barbieri [marisa@hemocentro.fmrp.usp.br]

Vinícius Moreno Godoi [vmgodoi@yahoo.com.br]

*Casa da Ciência/Hemocentro de Ribeirão Preto
Rua Tenente Catão Roxo 2501 CEP 14051-140, Ribeirão Preto-SP*

Dimas Tadeu Covas [dimas@fmrp.usp.br]

*Hemocentro de Ribeirão Preto
Rua Tenente Catão Roxo 2501 CEP 14051-140, Ribeirão Preto-SP*

Alessandra Augusto [aaugusto@usp.br]

*Departamento de Biologia, FFCLRP/USP
Avenida Bandeirantes 3900 CEP 14040-901, Ribeirão Preto-SP*

Resumo

Este artigo relata um trabalho realizado por pós-graduandos, participantes do projeto educacional do Centro de Terapia Celular (CEPID/FAPESP) do Hemocentro e FMRP/USP, que orientaram estudantes em um projeto de iniciação científica. Com o objetivo de difundir conhecimento científico estabeleceu-se contato direto com pesquisadores. O trabalho investigativo, neste caso, tratou do estudo de uma espécie de camarão, que atendeu a especialidade do orientador, condição essencial para iniciação científica. Projetos nos moldes científicos podem ser desenvolvidos, desde que os alunos sejam eficientemente incentivados a desenvolverem um trabalho investigatório.

Palavras-chave: ensino de ciências, aprendizagem, difusão do conhecimento.

Abstract

The aim of this work was diffuse scientific knowledge to the students of basic education. It was established contact with post-graduates participants of the educational project of Center For Cell-based Therapy (CEPID/FAPESP) of Hemocentro/Ribeirão Preto and FMRP/USP. The students were oriented in a work of scientific initiation with freshwater shrimps. In this case, the specialist was essential in the process. Projects in the scientific molds can be developed, but the students need to be stimulated to develop an investigatory work.

Keywords: science education, learning, diffusion of knowledge.

Introdução

A atividade básica da ciência é a pesquisa, um fenômeno fundamental da geração de conhecimento, na grande maioria das vezes produzida nas universidades. A pesquisa também pode ser parte integrante do processo de ensino-aprendizagem quando professores propõem a busca de informações em fontes diversas que complementam discussões propostas em sala de aula (Demo, 1984). Neste contexto, o trabalho do professor vai além do simples ato de ministrar aulas, passando a agir mais como um orientador dos alunos (Carvalho e Gil-Pérez, 1993). Uma boa aprendizagem envolve a participação direta do estudante em um trabalho de iniciação científica, onde ele é o sujeito ativo de seu processo de aprendizagem, construindo e reconstruindo seu próprio conhecimento, torna a busca por ele algo mais prazeroso e ao mesmo tempo desafiador (Moreira e Buchweitz, 1993; Novak e Gowin, 1999). Segundo Driver (1989, p. 481): “a aprendizagem se dá através de um envolvimento ativo do aprendiz na construção do conhecimento”.

Nas escolas, que com frequência se verifica estudantes serem tratados como indivíduos sem conhecimento prévio de um assunto, são dadas informações prontas, as quais são esperadas de volta nas avaliações. Os livros didáticos e apostilas, com informações soltas, passam a ser as únicas fontes de conhecimento e muitas escolas não orientam trabalhos extraclasse. Estas atividades melhoram a aprendizagem, provocam indagações, desafios, desenvolvem habilidades motoras e afetivas, desde que tenham um dinamismo que toda investigação científica exige (Barbieri, 2002).

Nos trabalhos práticos, de cunho científico, há um contato real do aluno com o objeto de estudo e com situações e perguntas reais a serem respondidas, sendo estimulado a relacionar os diversos conceitos aprendidos. Em ciências, e particularmente em biologia, a interação com o objeto de estudo é primordial para uma aprendizagem efetiva. Segundo Ignasi Oró (1999, p. 22): “para aprender ciências naturais é necessário ter contato com a realidade para interiorizar o mundo que nos rodeia: estudar o que acontece, anotar, discutir com os companheiros ou com os professores, comparar fatos semelhantes, acompanhar um processo desde o princípio até o final” (...) “os conceitos que devem ser aprendidos são construídos por meio de experiências concretas estabelecidas com os objetos e os seres vivos de nosso ambiente”

Este artigo relata um trabalho desenvolvido por pós-graduandos da USP que orientaram estudantes em um projeto de iniciação científica durante o curso de especialização “As células, o Genoma e Você, Professor” (para a atualização de professores do ensino básico na área de biologia molecular). O curso fez parte do projeto educacional do Centro de Terapia Celular (CTC) do Hemocentro de Ribeirão Preto-SP e FMRP/USP - um dos dez CEPIDs (Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão) financiados pela FAPESP e coordenado pela Casa da Ciência também do Hemocentro. Um dos objetivos do projeto educacional é provocar o debate e “difundir” o conhecimento gerado na universidade. Esse processo de difusão pode ser definido como: “(...) a capacidade de transformar o conhecimento teórico ou prático em ferramenta útil para a sociedade” (Moura, 2007, p. 3). O trabalho relatado aqui define bem este processo de difusão realizado pela Casa da Ciência.

Os estudantes participantes pertenciam à rede pública de ensino da região de Ribeirão Preto-SP, sendo quatro do ensino fundamental (8ª série) e um do ensino médio (3ª série).

O objetivo foi difundir conhecimento científico para alunos do ensino básico. Para isso, estabeleceu-se contato com pós-graduandos que desenvolveram com eles um trabalho

nos moldes científicos sobre a biologia de uma espécie de camarão de água doce, com a confecção de uma monografia.

Para isso, a pesquisa dos especialistas foi adaptada para uma linguagem apropriada para a aprendizagem de conteúdos do ensino fundamental e médio de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1998).

Cabe aqui ressaltar, que a aproximação entre o pesquisador e o aluno, algo raro de acontecer, foi facilitada pela participação de ambos no curso de especialização, uma vez que os estudantes acompanhavam seus professores e tinham um espaço próprio com atividades exclusivas para eles.

Referencial metodológico

A referência principal dos programas desenvolvidos no projeto educacional do CTC se baseia na proposta de ensino utilizado no Laboratório de Ensino de Ciências (LEC) da FFCLRP/USP, que aliava pesquisa-ensino à extensão nos programas de formação de professores na área de Ciências, garantindo a avaliação no processo (Barbieri, 2002).

Uma das características do LEC era o contato dos alunos e docentes da USP, campus de Ribeirão Preto, com alunos e professores do ensino básico (Barbieri, 1999 e 2001). Construído para realizar o intercâmbio da USP com as escolas de ensino básico, o estágio no LEC era uma exigência das disciplinas de Prática de Ensino para alunos dos cursos de Ciências Biológicas, Química e Psicologia. Neste estágio os licenciandos desenvolviam cursos extraclasse para alunos do ensino fundamental e médio das escolas públicas e privadas realizados na própria escola e, principalmente, na USP. Registros deste período estão disponíveis para consulta na Casa da Ciência.

A iniciação científica: aprendendo sobre o Filo Artropoda com os camarões

Neste trabalho, várias características dos artrópodos foram estudadas através do camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Decapoda). Avaliaram-se características reprodutivas, morfológicas, fisiológicas, filogenéticas e comportamentais desta espécie, bem como a caracterização físico-química do local de coleta.

No total foram dez encontros que ocorriam na Casa da Ciência todas as sextas-feiras à tarde durante o período de outubro a dezembro do ano de 2002, divididos em duas partes, iniciando-se com um trabalho de campo para coleta dos camarões em uma represa na cidade de Sertãozinho-SP e outra, com o estudo do camarão em laboratório.

Primeira Parte: caracterização do ambiente e a pesquisa de campo.

O objetivo de ir a campo fazer a coleta foi mostrar a importância de caracterizar o ambiente onde vive o organismo.

O estudo do ecossistema foi realizado através de várias análises da água como a medição da temperatura, do oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica e salinidade (figura 1).



Figura 1 - alunas em coleta de campo medindo os parâmetros físico-químicos com kit de análise de água.

A título de ilustração, apresentamos a seguir um trecho da monografia descrevendo os resultados encontrados.

3.1 Avaliação dos Parâmetros Físico-Químicos.

(...)

A análise dos parâmetros físico-químicos da água da Represa da Usina São Geraldo em Sertãozinho-SP mostrou que as condições ambientais para as espécies aquáticas daquele local estavam em bom estado para a existência de seres vivos. A concentração de oxigênio dissolvido foi 9 mg/L, o pH medido foi 7,1, ou seja, neutro; a Condutividade Elétrica foi 114 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$; e a temperatura 30°C. A salinidade da água foi menor que 0,5‰, característica de águas continentais distantes do mar ou estuário.

Para a coleta dos animais utilizou-se uma peneira junto a vegetação marginal (figura 2). Foram coletados aproximadamente 69 camarões e no próprio local foi feita análise da proporção de machos e fêmeas da população.



Figura 2 - coleta dos camarões e análise da proporção de machos e fêmeas.

Na seqüência, apresentamos a título de ilustração um trecho da monografia onde as alunas descrevem seus achados.

3.2 Avaliação da Proporção Macho e Fêmea.

Foram coletados 69 animais, sendo que 68 deles eram fêmeas. Portanto, baseando-se em coleta feita na Represa da Usina São Geraldo, em Sertãozinho-SP, pode-se concluir que nesta região há uma proporção de 1 macho para 68 fêmeas.

Os estudos relacionados a proporção sexual em crustáceos decápodos geralmente apresentam valores próximos a probabilidade de 1:1, no entanto, devido a fatores como atividade alimentar, taxa de crescimento, susceptibilidade à predação e migrações na época reprodutiva, podem ocorrer alterações neste padrão (Maysa et al, 2000). Embora aparentemente o número de machos seja bastante reduzido na população de *M. amazonicum* em Sertãozinho, foi coletado um número significativo de fêmeas ovígeras, podendo ser inferido que a quantidade de machos é suficiente para manter a continuidade da população local.

Após a coleta o grupo retornou à Casa da Ciência para transferir os animais para os aquários preparados com aeradores e vegetação do próprio ambiente (figura 3).

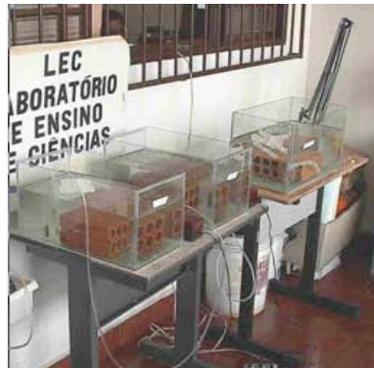


Figura 3 - aquários na Casa da Ciência onde foram realizados os experimentos sobre preferência e aceitabilidade alimentar.

Segunda Parte: o estudo do camarão.

Os estudantes iniciaram o estudo através de aulas teóricas e práticas focando os diversos sistemas, como o digestório, circulatório, respiratório, excretor e reprodutivo, fazendo uma relação entre estrutura e função.

Estudaram por exemplo a fecundidade através da relação entre o número de ovos carregados no abdome das fêmeas e o tamanho de cada fêmea (figura 4).



Figura 4 - alunas em trabalho de laboratório contando o número de ovos do camarão com auxílio de uma lupa para estudo da fecundidade.

Abaixo segue parte da monografia com a descrição dos resultados.

3.3 Fecundidade

Os experimentos que relacionaram o tamanho da fêmea com a quantidade de ovos indicaram que a quantidade de ovos que a fêmea carrega em seu abdome é diretamente proporcional ao seu tamanho. A maior fêmea analisada mediu 7,5 cm e carregava 591 ovos no seu abdome; a fêmea intermediária mediu 5 cm e carregava 234 ovos; a menor fêmea mediu 3,5 cm e carregava 179 ovos (Figura 6). Percebe-se assim que, quanto maior a fêmea, maior a quantidade de ovos que ela poderá produzir. A estratégia reprodutiva apresentada por *M. amazonicum* acompanha o padrão característico dos crustáceos decápodos que habitam regiões tropicais, cuja fecundidade aumenta em relação ao tamanho das espécies (Alarcom & Mantelatto, 2000).

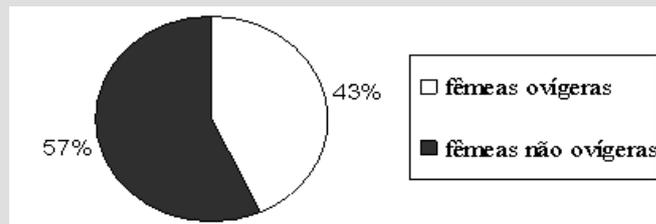


Fig. 5. Gráfico mostrando a porcentagem de fêmeas ovígeras e não-ovígeras.

Os diversos sistemas foram estudados através da dissecação de estruturas do camarão: como do cordão nervoso dorsal, para o estudo do sistema nervoso; retirada da hemolinfa para estudo do sistema circulatório; dissecação do hepatopâncreas para estudo do sistema digestório e dissecação e contagem do número de brânquias, com o intuito de estudar os sistemas osmorregulatório e respiratório (figura 5). Alguns caranguejos vivos de água doce foram doados pelo Laboratório de Fisiologia de Crustáceos da FFCLRP da USP e utilizados para retirada da urina pelo poro da glândula antenal, visto que esse órgão em camarões é bastante pequeno para a retirada de urina, para estudo do sistema excretor.



Figura 5 - dissecação do cordão nervoso ventral do camarão. Ao lado foto do cordão nervoso extraído por uma das alunas.

Na seqüência, apresentamos trecho da monografia com descrição da hemolinfa dos crustáceos.

3.4.2. Características da Hemolinfa de *M. amazonicum* e sua Relação com o Sistema Circulatório de Crustáceos.

*Foi observado que a hemolinfa de *M. amazonicum* tem um tom azulado devido a presença de hemocianina, pigmento que contém cobre no qual o oxigênio se liga. Em contraste, nos mamíferos o sangue tem uma cor avermelhada, devido a presença do pigmento hemoglobina que possui ferro no qual o oxigênio se liga. A hemolinfa tem nos crustáceos, a mesma função que o sangue tem nos mamíferos: transportar oxigênio, nutrientes e excretas a todo o corpo.*

Nesta etapa os alunos tiveram a oportunidade de ter contato com o trabalho de laboratório, podendo manipular lupas, microscópios e dissecar um organismo para estudar suas partes, desenvolvendo assim suas habilidades manuais. Na escola muitas vezes eles não têm oportunidade de manipular estes equipamentos e ir ao laboratório, seja pela falta de equipamentos e local apropriado, número grande de alunos por sala de aula ou pela própria falta de experiência do professor que muitas vezes não teve muitas aulas de laboratório durante sua formação acadêmica.

Além de caracterizar a espécie com o estudo de seus diversos sistemas, realizou-se um experimento sobre preferência e aceitabilidade alimentar do camarão. Não foi dado aos alunos um programa pronto, nem mesmo uma metodologia já totalmente definida para o estudo do comportamento alimentar; pelo contrário, eles foram estimulados o tempo todo a pensarem e a participarem ativamente da elaboração do experimento. Este constava de três perguntas básicas: Os camarões aceitam carne? Os camarões aceitam vegetais? Os camarões preferem carne ou vegetal?

Os animais foram então distribuídos em três aquários, com cinco animais cada. Em cada aquário foram colocados pedaços de carne e cenoura, sendo 10 pedaços de carne em um aquário, 10 pedaços de cenoura em outro aquário e no terceiro foram colocados 5 pedaços de carne e 5 de cenoura. Nos dois primeiros avaliou-se a aceitabilidade, ou seja, se os camarões aceitavam carne e cenoura. No terceiro aquário, foi avaliada a preferência alimentar, ou seja, foi pesquisado se eles preferiam carne ou cenoura.

Eles tinham que observar o comportamento, anotando o que os camarões comiam (figura 6). Após 24 horas os resultados foram analisados através da contagem dos pedaços de carne ou cenoura que sobraram nos aquários.



Figura 6 - alunas observando a preferência alimentar do camarão *M. amazonicum*.

Abaixo segue trecho da monografia com os resultados sobre preferência e aceitabilidade alimentar.

3.5 Avaliação do Comportamento Alimentar de *M. amazonicum*.

Nos aquários em que foram testados a aceitação e a preferência os resultados foram o seguinte:

*Tabela 2. Resultado da preferência e aceitação alimentar do camarão *M. amazonicum*. N=5 animais.*

Aquários	Sobras nos Aquários (pedaços)
1º aquário: cenoura	0
2º aquário: carne	2
3º aquário: cenoura e carne	½ de cenoura

*Pode ser concluído que o camarão *M. amazonicum* é onívoro, ou seja, come tanto vegetais quanto carne. No entanto, pôde-se constatar que quando são oferecidas as duas opções, os animais preferem carne. Durante a execução do experimento para testar a preferência alimentar também pôde ser observado que os animais pegavam os pedaços de cenoura oferecidos, mas quando encontravam pedaços de carne dispersos pelo aquário, deixavam o vegetal e trocavam-no por*

A monografia e o “Pré-congresso”

Após a finalização dos experimentos passou-se para a fase de redação dos resultados encontrados durante a pesquisa, que foram escritos na forma de uma monografia científica contendo: resumo, introdução, objetivos, materiais e métodos, resultados, discussão e bibliografia.

Para a redação da monografia, os estudantes tiveram que realizar pesquisas sobre os artrópodes e em especial os crustáceos. Recorreram aos livros didáticos, inclusive aos utilizados no ensino superior, como o clássico livro de Zoologia de Invertebrados de Barnes (1984), as revistas, as próprias anotações e até uma dissertação de mestrado sobre fisiologia de crustáceos. Além disso, realizaram pesquisas na internet sobre o assunto, sob orientação dos pós-graduandos. Após a pesquisa bibliográfica os alunos passaram a escrever o texto.

A monografia foi defendida por eles em dezembro de 2002, no Hemocentro de Ribeirão Preto, com a presença de uma banca examinadora composta por três professores de biologia, onde apresentaram uma aula sobre o tema trabalhado e foram argüidos pela banca (figura 7). Na preparação da aula, tiveram contato e aprenderam a usar vários recursos audiovisuais, como retroprojetor, computador na preparação de transparências e apresentação em PowerPoint e utilização de projetor de multimídias. A monografia encontra-se depositada na biblioteca da Casa da Ciência para consulta.



Figura 7 - defesa da monografia realizada no Hemocentro. Oportunidade de terem contanto com recursos multimídias e de ensinar o que aprenderam.

Os estudantes participaram também do “Pré-congresso de alunos e seus professores” realizado no Hemocentro de Ribeirão Preto. Este evento foi idealizado para que os professores participantes do curso de especialização e seus alunos pudessem apresentar os trabalhos extraclasse desenvolvidos nas escolas em forma de painel, jogos, dramatizações, modelos, etc. (figura 8).



Figura 8 - apresentação do trabalho sob a forma de painel no “Pré-congresso” realizado no Hemocentro. Oportunidade de ensinar a outros alunos o que aprenderam durante o trabalho de pesquisa.

Resultados alcançados e conclusões

Os alunos participaram de forma ativa durante todo o trabalho, construindo o conhecimento com seus orientadores, desenvolvendo o pensamento crítico e a capacidade de responder questões através das relações com os conceitos aprendidos durante os encontros.

Foi evidenciada a capacidade de trabalho em grupo, mas cada qual com sua individualidade e se completando ao mesmo tempo. A interação entre alunos é importante no desenvolvimento cognitivo; sendo os grupos heterogêneos em seus conhecimentos, um indivíduo mais avançado pode contribuir no desenvolvimento dos outros (Oliveira, 1993).

Embora este trabalho com os alunos tenha tido a duração de apenas dois meses, eles alcançaram com êxito os objetivos inicialmente propostos, como evidenciado acima. O desenvolvimento de várias habilidades como o manuseio de instrumentos de laboratório, a capacidade de buscar o conhecimento em fontes diversas de informação e o uso correto de recursos audiovisuais também foram alcançados, o que é importante para a efetiva aprendizagem de ciências.

Através da confecção de uma monografia, tiveram a oportunidade de aperfeiçoar sua redação, o que tornou este projeto interdisciplinar. Os estudantes que participaram deste projeto tornaram-se, segundo seus professores (comunicação pessoal), alunos diferenciados na sala de aula, participando de feiras de ciências, seminários e assessorando-os durante as aulas. Inclusive, um deles continuou seus estudos na Casa da Ciência com uma bolsa de iniciação científica, concedida pela FAPESP para estudantes do ensino médio, para desenvolver um projeto de iniciação científica orientado por pesquisadores do Hemocentro de Ribeirão Preto/SP, junto com outros alunos selecionados durante o curso de especialização.

Ficou bastante claro através deste trabalho, que projetos nos moldes científicos podem ser desenvolvidos, desde que os alunos sejam eficientemente incentivados a desenvolverem um trabalho investigatório e que, neste caso, os especialistas (no caso os pós-graduandos) tiveram um papel central para o perfeito andamento do mesmo, pois dominavam o assunto e os procedimentos práticos realizados. Confirmou-se aqui o que Ignasi Oró (1999) sugeriu: “O modo pelo qual melhor se aprende um conteúdo é fazendo com que as crianças utilizem procedimentos próprios do trabalho científico, investiguem e descubram a realidade tal como ela é”. Portanto, atividades experimentais de cunho investigatório podem ajudar os alunos a aprenderem melhor conceitos relacionados às ciências colocando-os na situação de construtores de seu próprio conhecimento (Matos e Valadares, 2001).

Esta aproximação entre estudantes de pós-graduação e alunos, facilitada pela participação de ambos no curso de especialização, e aliado ao método da pesquisa como instrumento de aprendizagem, deve, portanto, ser estimulada pelas instituições de ensino superior como forma de aperfeiçoar o ensino e, principalmente, difundir o conhecimento.

Com este trabalho, mostrou-se como é possível promover a difusão de saberes científicos. A Casa da Ciência, através do projeto educacional do CTC, promove essa difusão a partir dos seus vários projetos com alunos e professores do ensino básico (Pesquisa Fapesp 135, 2007, suplemento especial).

Agradecimentos

À FAPESP, aos professores de biologia Estevão Demétrio de Oliveira, Ricardo Marques Couto, Fernando Roma e Maria da Graça.

Referências bibliográficas

- Barbieri, M. R. (1999). *Aulas de Ciências: projeto LEC-PEC de ensino de ciências*. Ribeirão Preto: Holos.
- Barbieri, M. R.; Sicca, N. A. L. & Carvalho, C. P. (2001) *A construção do conhecimento do professor: uma experiência de parceria entre professores do ensino fundamental e médio da rede pública e a universidade*. Ribeirão Preto: Holos.
- Barbieri, M. R. (2002). *Laboratório de Ensino de Ciências: 20 anos de história*. Ribeirão Preto: Holos.
- Brasil. Secretaria de Educação Fundamental (1998). *Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais*. Brasília, MEC/SEF.
- Barnes, R. D. (1984). *Zoologia dos invertebrados*. São Paulo: Roca, 4ed.
- Carvalho, A. M. P. de & Gil-Pérez, D. (1993). *Formação de professores de ciências: tendências e inovações*. São Paulo: Cortez.
- Demo, P. (1984). Pesquisa participante: mito e realidade. Rio de Janeiro. *SENAC/DN*, 11
- Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of sciences. *International Journal on Science Education*, v. 11, 481-490.
- Fapesp (2007). Para encurtar caminhos. *Revista Pesquisa Fapesp*, 135 (suplemento especial), 9-14.
- Matos, M. G, & Valadares, J. (2001): O efeito da actividade experimental na aprendizagem da ciência pelas crianças do primeiro ciclo do ensino básico. *Investigações em ensino de ciências* http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol6/n2/v6_n2_a5.htm
- Moreira, M. & Buchweitz, B. (1993). *Novas estratégias de ensino e aprendizagem*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Moura, M. (2007). Difusão de conhecimento e transformação social. *Revista Pesquisa Fapesp*, 135 (suplemento especial), 3.
- Novak, J. & Gowin, D. B. (1999). *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2ed.
- Oliveira, M. K. de. (1993). *Vygotsky - aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico*. São Paulo: Scipione.
- Oró, I. (1999). Conhecimento do meio natural. In: *Como trabalhar os conteúdos procedimentais em aula*. Antoni Zabala (org.). Porto Alegre: Artmed, 2ed.