

EXPERIMENTAÇÃO E INTERATIVIDADE (*HANDS-ON*) NO ENSINO DE CIÊNCIAS: A PRÁTICA NA *PRAIXIS* PEDAGÓGICA
(Science education by using experimentation and hands-on activities: the practical in pedagogical *praxis*)

Rosely Aparecida Liguori Imbernon [imbernon@usp.br]

Maria Cristina Motta de Toledo [mcristol@usp.br]

Káthia Maria Honório [kmhonorio@usp.br]

Adriana Pedrosa Biscaia Tufaile [atufaile@usp.br]

Rosana Retsos Signorelli Vargas [rosanav@usp.br]

Patricia Targon Campana [pcampana@usp.br]

Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo
Av. Arlindo Bettio 1000, Ermelino Matarazzo, 03828-000 - São Paulo, SP

Simone Falconi [simone@eciencia.usp.br]

Estação Ciência, Universidade de São Paulo,
Rua Guaicurus 1394, Lapa, 05033-002 - São Paulo, SP

Maria Elena Infante-Malachias [marilen@usp.br]

Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo
Av. Arlindo Bettio 1000, Ermelino Matarazzo, 03828-000 - São Paulo, SP

Resumo

As práticas pedagógicas adotadas no ensino de Ciências estão, em geral, distantes da realidade do aluno. A partir desse confronto, discutimos a importância das atividades práticas no ensino de Ciências através da realização de oficinas para crianças, jovens, professores e alunos de curso de Licenciatura em Ciências da Natureza da Universidade de São Paulo. Nas oficinas aplicamos os projetos *ABC na Educação Científica*, *Mão na Massa* e *Experimentoteca* e realizamos registros pré e pós-oficinas, para estabelecer a correlação entre o conhecimento prévio do conteúdo abordado ou da prática educacional utilizada e da mudança que os instrumentos propostos provocaram na percepção dos sujeitos. Os resultados mostraram que, em geral, professores sentem falta de atividades práticas para o ensino de Ciências e que este tipo de atividade pode contribuir com idéias e oportunidades para que os docentes melhorem a sua prática docente.

Palavras-chave: Experimentação; Ensino de Ciências; Interatividade (mão-na-massa).

Abstract

The pedagogical methods adopted in the science education generally show distance from students reality. From this confrontation, we have discussed the importance of practical activities in science education. We have given workshops about “ABC Project in Science Education - *Mão na Massa* (hands-on)” and “*Experimentoteca*” to children, teenagers, teachers and undergraduate students of Nature Science Teaching. We have applied diagnostic tests before and after the workshops to detect the correlation between the previous knowledge about the subject or about the teaching experience and the changing that the proposed tools have done in their views. The results have shown the needs felt by science teachers of experimental activities in their classes, and that this kind of activities can give tools and opportunities to them to improve their teaching practice.

Keywords: experimentation; science education; interactivity (hands-on).

Introdução

A década compreendida entre os anos de 2005 a 2014 foi declarada pela UNESCO como a década da educação para o desenvolvimento sustentável e algumas das questões fundamentais levantadas pelo escritório Regional de Educação para América Latina e o Caribe são: (1) como

promover o interesse pela cultura científica? (2) Como envolver os jovens estudantes nas questões do desenvolvimento da ciência e da tecnologia? Uma vez que estudos recentes têm indicado a crescente falta de interesse dos estudantes diante dos estudos científicos (Fourez, 2003; Gil-Perez et al., 2005). Segundo os autores, as acusações feitas à Ciência de dogmatismo e carência de sentido poderiam ser consideradas pertinentes quando se referem à maneira pela qual o ensino de Ciências ocorre nas escolas.

Em muitos casos, os conceitos e processos das diferentes áreas do conhecimento das ciências da natureza, como exemplo, são transmitidos prontos e fora do contexto histórico e cultural onde surgiram e, de fato, esta “ciência” aparece para os alunos como algo pronto, mas extremamente complexo. O cientista aparece como um ser humano privilegiado que “descobre” os mistérios da natureza.

Desde finais da década de 50, as publicações que se preocupam com o ensino de ciências vêm divulgando o conceito de alfabetização científica (*Scientific Literacy*) para os meios acadêmicos. Uma delas (Bybee, 1997) propõe vários estágios para a alfabetização científica dos indivíduos, de forma que, neste conceito, um indivíduo pode ser analfabeto em relação aos conhecimentos gerados pela ciência ou se localizar em algum dos estágios definidos pelo autor (alfabetização nominal, funcional, conceitual, procedimental e, finalmente, multidimensional). O autor explica que esse último estágio da alfabetização científica (multidimensional) vai além da aprendizagem do vocabulário, de esquemas conceituais e de métodos e procedimentos, e corresponderia ao desenvolvimento de outras perspectivas da ciência e da tecnologia, que incluam a história das idéias científicas, a natureza da ciência e da tecnologia, e o papel das duas na vida pessoal e social. Segundo o autor, devemos ajudar os estudantes a alcançarem este último estágio. Esta visão nos leva a discutir sobre a necessidade de implantação na escola de um processo de ensino no qual, ao mesmo tempo em que permita a construção do conhecimento técnico-científico, permita também a construção de um conhecimento da realidade social articulada com a cidadania planetária, a realidade do meio que os cerca (Morin, 2002).

Pensar nos saberes cotidianos e científicos remete-nos à construção desses saberes e conceitos, uma vez que a aprendizagem pressupõe entender tanto sua dimensão como produto quanto sua dimensão como processo, isto é, o caminho pelo qual os alunos elaboram pessoalmente os conhecimentos (Mauri, 1997). No entanto, a escola não tem atingido os objetivos propostos para o ensino de Ciências. Segundo Sforzi, (2004) a escola, não necessariamente por omissão ou má-fé, mas principalmente por inadequação de conteúdo e método, tem dificuldade em tornar o conhecimento significativo para aqueles que por ela passam.

Diante desse cenário cabe perguntar qual é o papel do professor no processo ensino-aprendizagem? Pontuschka, (1994) expõe que o professor não poderá oferecer ao aluno aquilo que ele não possui; entretanto, se ele conhecer somente o conteúdo de uma disciplina, ele irá apenas discursar sobre esse conhecimento e isso não é suficiente para formar o cidadão, pois o professor deve oferecer algo mais. Compiani, (2005) afirma que atualmente o desenvolvimento do profissionalismo do professor é mais complexo e não basta introduzir produtos acabados para aplicação pelos professores em suas escolas; agora é necessário que a introdução de estratégias e processos tenha como foco a formação dos professores, de maneira que eles elaborem seus métodos e produtos do ensino-aprendizagem de acordo com a realidade concreta de suas escolas.

A prática educativa do professor deveria indicar a sua intencionalidade, no sentido de explicitar as finalidades educativas de sua *praxis*; isto é, as transformações que podem surgir a partir da sua prática. Esta prática pressupõe aulas mais interessantes, dentro de uma metodologia investigativa e colaborativa que possibilite a participação dos alunos no processo de ensinar e

aprender. Dentro deste contexto é que se inserem as propostas de uma prática fundamentada na experimentação e na interatividade constante deste texto.

A iniciativa que descrevemos neste trabalho refere-se a uma proposta dos docentes do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza (LCN), da Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH), da Universidade de São Paulo (USP), com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e Fundação Vitae, em parceria com a Estação Ciência - USP. As atividades descritas foram desenvolvidas com professores de Ciências para o Ensino Fundamental, alunos do curso de LCN (EACH-USP), e alunos do Ensino Fundamental II de escolas públicas.

Educação Científica & Sociedade

Se tomarmos a última década como referência temporal, verificaremos que, não obstante os grandes avanços tecnológicos e científicos, a globalização das informações e da comunicação, ainda há um grande abismo entre o conhecimento científico e a sociedade em geral. Os resultados de um recente estudo sobre a percepção da Ciência e Tecnologia no Brasil, realizado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (Izique, 2007), indicaram posições bastante diferentes, sendo que somente 46% dos entrevistados responderam afirmativamente que a ciência e tecnologia trazem mais vantagens que desvantagens à sociedade. De acordo com o estudo citado acima, os domínios científicos prioritários são formados pelas tecnologias na área de medicina (72%), agricultura (52%) e energia solar (37%). Em geral, os brasileiros demonstraram dificuldade na compreensão dos objetivos científicos, pois 37% dos entrevistados não os compreendem e 14% não gostam dos temas abordados. Para o autor da pesquisa, os dados indicam que esse cenário reflete a falta de divulgação desse conhecimento científico.

Alguns autores utilizam a expressão “*modelo de déficit*” que se refere a uma série de considerações gerais sobre a interação entre ciência e sociedade (Rodari & Merzagora, 2007). Esse modelo aponta a comunidade científica como a fonte – a censora – das informações que são transmitidas ao público, numa via de mão única. Conseqüentemente, o analfabetismo científico, ou seja, a ignorância do público sobre temas científicos seria um dos fatores da falta de participação do cidadão no processo decisório que envolve aspectos do desenvolvimento científico, tais como as questões da bioética, por exemplo, entre tantas outras.

O ensino fundamental se configura para a grande maioria dos estudantes como sendo o primeiro contato intensivo com a Ciência de nossa época. Para uma grande parcela da população será, também, o único momento desse convívio e, partindo desta constatação, pode-se afirmar que a maneira de abordar e trabalhar com esses saberes sistematizados, e, portanto, a própria forma de sua organização e apresentação, requer uma prática educativa em que não somente conteúdos teóricos sejam abordados.

Quando se trata do ensino de Ciências da Natureza, a falta de preparação específica dos professores para relacionar os diferentes saberes, buscando integrar o conhecimento científico ao cotidiano do aluno através da prática educativa, tem indicado um grande distanciamento entre o ensino de Ciências observado regularmente na escola e a apropriação do conhecimento científico, necessário para formação de um cidadão crítico e participativo.

A Experimentação e a Interatividade na Prática do Ensino de Ciências

Como exposto anteriormente, um dos maiores problemas no ensino de Ciências decorre, muitas vezes, da falta de sentido que os conteúdos científicos apresentam para o aluno e da ausência

de uma conexão lógica entre os conteúdos desenvolvidos teoricamente e o mundo real em que o aluno vive. A efetiva participação do aluno na obtenção do conhecimento é uma das chaves para que o aluno passe de seu comportamento de passividade à responsabilidade pelo seu próprio aprendizado. Os aspectos pedagógicos da aplicação de ocasiões práticas e/ou concretas para a compreensão de conceitos partem do princípio de que o aluno só aprende aquilo que, de uma forma ou outra, venha a modificar seu comportamento e integrar sua personalidade. Trata-se, pois, de fazer o aluno participar e apropriar-se daquilo que lhe é ensinado, possível somente quando o ensino reflete as suas necessidades reais (Santos, 2001).

Segundo a Teoria de aprendizagem significativa, o conhecimento que o aluno já possui é fundamental para a aquisição do novo conhecimento (Ausubel, 1978). Desta forma, torna-se necessário considerar suas experiências e concepções como ponto de partida das estratégias de ensino, possibilitando, assim, uma aproximação cada vez maior ao conhecimento científico. Embora o ensino de Ciências no Ensino Fundamental esteja a cargo de somente um professor na escola, “*o professor de Ciências*”, cabe a este profissional desenvolver o conhecimento científico-escolar com os alunos numa visão interdisciplinar, de múltiplos conteúdos. No entanto, ao realizarmos a composição do grupo de pesquisadores/interventores que elaborariam as atividades propostas, identificamos a necessidade de diferentes perspectivas disciplinares, para que na simplificação de conteúdos, terminologias, conceitos, abordagens do cotidiano, fosse mantido o rigor científico que tais atividades requerem.

Além desse cuidado quanto ao saber científico do grupo, um diálogo entre os diferentes saberes foi estabelecido, pois Físicos, Químicos, Biólogos, Matemáticos, Geólogos, Geógrafos e Educadores discutiram o potencial das suas atividades para o estabelecimento de atividades efetivamente interdisciplinares, que não se constituíssem apenas como atividades híbridas. Cabe salientar que a questão *meio ambiente*, embora não proposta como foco nas atividades emergiu dos debates após a realização das mesmas, como forma de externalizar o cotidiano a partir dos conceitos observados e analisados nas interatividades, estabelecendo-se desta forma, a transversalidade do tema ambiental.

A partir dessa fundamentação científica, buscamos integrar atividades de experimentação e interatividade para o ensino de Ciências da Natureza, contemplando o ensino de Química, Física e Matemática, integrados às Ciências da Terra e da Vida, utilizando unidades da Experimentoteca e do projeto ABC na Educação Científica – Mão na Massa como elementos articuladores da prática educativa que serão detalhados a seguir.

A prática na *praxis*: A Experimentoteca e a Interatividade

A Experimentoteca é um Laboratório de Ciências desenvolvido pelo Centro de Divulgação Científica e Cultura (CDCC-USP), que pretende racionalizar o uso de material experimental, da mesma maneira que uma Biblioteca Pública facilita o acesso de um grande número de publicações a um público extenso. A Estação Ciência (EC-USP) apresenta um acervo de unidades da Experimentoteca em uso e atende simultaneamente escolas e alunos que podem utilizá-la. A Experimentoteca destina-se a alunos de 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental, assim como alunos do Ensino Médio, podendo ser adaptada a outras faixas etárias, sendo formada, basicamente, por material experimental ou demonstrativo, que possibilita a experimentação por parte dos alunos, havendo material para 10 equipes de alunos trabalharem simultaneamente sobre cada tema.

A EACH-USP, por meio de um projeto em parceria com a EC-USP, com apoio financeiro da FAPESP (edital FAPESP-Vitae), utilizou o acervo da Experimentoteca como instrumento em oficinas pedagógicas oferecidas a professores das redes pública, estadual e municipal na Região

Metropolitana de São Paulo (RMSP), a alunos do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza - LCN da EACH-USP e a estudantes do ensino fundamental durante o Fórum Infante-Juvenil (dentro do Fórum Mundial de Educação Alto Tietê, realizado em Mogi das Cruzes, em setembro de 2007). A proposição das Unidades de Experimentoteca como material didático requereu de uma avaliação pelos usuários, professores e alunos, participantes das oficinas. Essa avaliação envolveu um diagnóstico pré e pós-oficinas, estabelecendo-se uma correlação entre o conhecimento prévio do conteúdo abordado (aluno) ou da prática educativa utilizada no desenvolvimento do conceito (professores e alunos/professores) e como os instrumentos propostos alteraram ou não essa percepção.

Entretanto, para que essa avaliação nos permitisse evidenciar todas as possibilidades de aplicação desse instrumento, assim como buscar também a melhoria dos mesmos, separamos os grupos envolvidos nas Oficinas da Experimentoteca, formalizando assim três grupos de estudo (Tabela 1).

Tabela 1: Grupos de participantes nas oficinas Experimentoteca e Mão na Massa

	Características do Grupo	Nº de participantes	Local	Atividades desenvolvidas
Grupo 1	Professores das redes pública, estadual e municipal	80	Diretorias de Ensino da Rede Municipal de Ensino da RMSP e Escola Ambiental*	Experimentoteca**
Grupo 2	Alunos do curso de LCN da EACH-USP	70	Laboratórios da EACH-USP	Experimentoteca** e “Mão na Massa” Solos***
Grupo 3	Crianças e jovens participantes do Fórum Infante-Juvenil (FIJ)	80	Fórum Mundial de Educação do Alto Tietê em Mogi das Cruzes	Experimentoteca**

*A Escola Ambiental é um centro de formação continuada da Secretaria Municipal de Educação de Mogi das Cruzes, SP

** Física, Matemática, Química e Ciências da Terra

*** Projeto ABC na Educação Científica – Mão na Massa Módulo Didático Solos - Estação Ciência/USP

A interatividade foi desenvolvida empregando a metodologia do Programa ABC na Educação Científica - Mão na Massa como forma de ensinar/aprender Ciências.

O termo “Mão na Massa” teve sua origem no termo *hands-on*, cuja origem está associada a Frank Oppenheimer e o museu Exploratorium de São Francisco (EUA) e à aprendizagem participativa em centros e museus de ciência. A prática expressa a concepção de que o mundo é compreensível através da ciência e que a *interatividade* traduz essa conceituação, uma vez que o indivíduo (aluno, professor, cidadão) tem uma relação direta com os experimentos, protagonizando ações e descobrimentos, convertendo-se em sujeito ativo no processo de aquisição do conhecimento científico (Pavão & Leitão, 2007). Em nosso estudo, utilizamos o princípio do projeto “Mão na Massa”, desenvolvido pelo CDCC-USP e EC-USP, para a aplicação de algumas oficinas com alunos do curso de LCN da EACH-USP.

A proposta das oficinas “Mão na massa” prevê a articulação entre a experimentação e a expressão oral e escrita, de forma a propiciar ao aluno a apropriação progressiva de conceitos científico-escolares. As crianças observam um objeto ou um fenômeno do mundo real, próximo e perceptível, e experimentam com ele. Por meio de suas investigações, as crianças argumentam, raciocinam e discutem suas idéias e resultados, construindo, assim, o seu conhecimento. As atividades propostas permitem ao aluno o desenvolvimento de habilidades, visto que cabe a ele

levantar hipóteses, proceder ao registro individual escrito e colocar esses registros aos outros alunos para elaboração de um registro coletivo negociado, através da expressão oral e a argumentação.

Realização das oficinas: Experimentoteca e “Mão na Massa”

Experimentoteca: A experimentação como estratégia didática no ensino de Ciências desperta um forte interesse entre alunos de diversos níveis de escolarização. Em seus depoimentos, os alunos costumam atribuir à experimentação um caráter motivador e lúdico. Também não é incomum relatos de professores que afirmam que a experimentação aumenta a capacidade de aprendizado, pois funciona como meio de envolver o aluno nos temas em pauta (Giordan, 1999). Além dessas observações, um experimento não pode estar desvinculado do contexto sócio-econômico-ambiental no qual o aluno se insere. Embora uma demonstração sirva para elucidar um conceito científico-teórico, deve, principalmente, servir de explicação para situações cotidianas e conhecidas do aluno, favorecendo, assim, o processo de ensino e aprendizagem. De fato, se o conteúdo teórico apresentado não estiver contextualizado em seu dia-a-dia, o aluno, mesmo “entendendo” os conceitos, não saberá aplicá-los adequadamente, tornando o aprendizado mecânico e sem significação, e não exercerá influência no meio social em que atua e vive.

As atividades de experimentação podem ser demonstrações ditas fechadas ou demonstrações/observações abertas. Enquanto as demonstrações fechadas se caracterizam principalmente pela simples ilustração de um determinado fenômeno, sendo uma atividade centrada no professor. As atividades de demonstração/observação abertas incorporam outros elementos, apresentando uma maior abertura e flexibilidade para discussões que podem permitir um aprofundamento nos aspectos conceituais e práticos relacionados com os equipamentos, a possibilidade de se levantar hipóteses e o incentivo à reflexão crítica, de modo que a demonstração consistiria de um ponto de partida para a discussão sobre os fenômenos abordados, com possibilidade da exploração mais profunda do tema estudado (Araújo & Abib, 2003).

Desta forma, a utilização de atividades experimentais durante as aulas permite ao aluno adquirir a curiosidade necessária para o aprendizado em Ciências, superando o paradigma da “abstração” que se requer do aluno neste modelo de prática didática, o que melhora a assimilação, a construção de idéias e formulação de hipóteses, algo que supera, e muito, o esforço apenas da imaginação (Hofstein et al., 2003).

Com o objetivo principal de disponibilizar experimentos aos professores de Ciências das escolas do eixo leste da RMSP, foram reproduzidos na EACH-USP alguns conjuntos oriundos da Experimentoteca, desenvolvida pelo CDCC-USP e que está disponível na EC-USP. O acervo da Estação conta com 52 títulos, referentes aos temas Solos, Ar, Água, Seres Vivos, Química, Física e Corpo Humano; já o CDCC-USP conta com mais de 70 títulos. Além disso, foram planejados outros experimentos simples, referentes a temas comuns no ensino de Ciências, para serem desenvolvidos e montados na própria EACH-USP.

A partir do desenvolvimento desse trabalho objetivou-se, também, a) disponibilizar para os professores da rede pública da RMSP instrumentos de fácil aplicação em aula, na forma de experimentos, envolvendo conceitos de Física, Química, Biologia, Matemática e Geologia, cuja abordagem estivesse para estudantes do Ensino Fundamental II e Ensino Médio, considerando-se, também, o enfoque e profundidade das discussões sobre os assuntos envolvidos, b) desenvolver atividades de instrumentalização para o ensino de Ciências, de forma a dar suporte ao professor, discutindo com ele tanto os conteúdos específicos quanto elementos metodológicos para o seu desenvolvimento, c) realizar cursos e oficinas para demonstrar aos professores e alunos a utilização dos materiais desenvolvidos, d) avaliar a efetividade dos instrumentos de apoio didático e finalmente, e) discutir com os grupos envolvidos nas oficinas as possibilidades de

interdisciplinaridade, grau de dificuldade de aplicação pelo professor, grau de dificuldade de realização pelos alunos, etc. Além disso, foi também objetivo do trabalho incentivar os alunos de LCN a refletirem sobre o tema da experimentação e contextualização dos conceitos científicos na prática pedagógica.

Em todos os grupos nos quais as oficinas foram aplicadas, foi possível verificar que o ensino de Ciências, em geral, nem sempre utiliza recursos que propiciem ao aluno um “diálogo” ou um “olhar” para o fenômeno de forma a facilitar a visualização de tal fenômeno em seu cotidiano.

A Tabela 2 sintetiza as observações efetuadas pelos participantes das atividades, em função da unidade da Experimentoteca utilizada e do público alvo.

Tabela 2: Dados observados pelo Professor-interventor e professores/alunos/crianças-participantes para cada oficina das Unidades da Experimentoteca

Unidade	Tema / Atividade	Grupo de Participantes	Observações inseridas pelo professor interventor e apontadas pelos participantes
Física	Lei de Ohm: proporcionalidade entre duas grandezas: a tensão e a corrente elétrica	<ul style="list-style-type: none"> • Professores da rede • Alunos LCN 	<p><u>Professor/Interventor</u>: associou os conceitos ao cotidiano no tocante ao uso de energia elétrica e utilização de aparelhos eletro-eletrônicos;</p> <p><u>Professor da rede pública/Alunos LCN</u>: apontaram o fascínio que a eletricidade exerce sobre os alunos (o chuveiro que aquece a água; o choque elétrico; como a energia chega às tomadas); a atividade prática torna o ensino/aprendizado de Física “menos chato”; tanto professores quanto alunos de LCN atuaram mais como alunos aprendendo Física do que conhecendo uma estratégia de ensino de Física; quando apresentado os conceitos teóricos associados à aplicação no cotidiano os participantes interagiram de forma mais motivada.</p>
Química	Ácidos e Bases: conceitos sobre substâncias ácidas e básicas empregando materiais do cotidiano (sucos, materiais de limpeza, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> • Professores da rede • Alunos LCN • Crianças FIJ 	<p><u>Professor/Interventor</u>: Utilizou elementos do cotidiano para demonstrar o caráter ácido/base das substâncias (alimentos, sucos, extratos vegetais, condimentos);</p> <p><u>Professor da rede pública/Alunos LCN</u>: os conceitos teóricos sobre a teoria Ácidos-Bases foram discutidos e a utilização de substâncias comuns, os participantes indicaram substâncias outras além das utilizadas.</p> <p><u>Crianças FIJ</u>: demonstraram muita apreensão quando citados que as substâncias eram “ácidos” associando-as a substância que provoca “queimaduras”; participam muito bem na execução dos experimentos.</p>
Matemática	Sistemas lineares: utiliza conceitos de volume, densidade e massa e aplicações da teoria no cotidiano	<ul style="list-style-type: none"> • Professores da rede • Alunos LCN • Crianças FIJ 	<p><u>Professor/Interventor</u>: embora os conteúdos estejam mais próximos do Ensino Médio, a proposta previa que se provocasse nos participantes a proposição de novas formas de utilização da unidade;</p> <p><u>Professor da rede pública</u>: sugestões de utilização da unidade sobre conteúdos como densidade, massa, volume, materiais.</p> <p><u>Alunos LCN</u>: conteúdos sobre Sistemas Lineares associados a avanços relevantes da atualidade como tomografia computadorizada, sistema GPS (Sistema de Posicionamento Global) e determinação das densidades de matérias com dados coletados por sondas.</p> <p><u>Crianças FIJ</u>: a participação de grupos de crianças somente ocorreu quando os pais acompanharam e incentivaram a participar da oficina.</p>
Ciências da Terra	Permeabilidade dos solos: utiliza componentes do solo (argila e areia) e compara a permeabilidade de solos orgânicos (terra vegetal) e calcários (cimento)	<ul style="list-style-type: none"> • Professores da rede • Alunos LCN • Crianças FIJ 	<p><u>Professor/Interventor</u>: aplicou a unidade mostrando como diferentes componentes do solo natural e construído (urbano) se comportam em face da dinâmica natural (chuva), explicando conteúdos relativos ao Ciclo Hidrológico, recarga de aquíferos, pluviosidade e enchentes;</p> <p><u>Professor da rede pública</u>: aplicação no desenvolvimento da horta escolar; projetos em áreas rurais e áreas de mananciais.</p> <p><u>Crianças FIJ</u>: As crianças estabeleceram relações entre os materiais (terra vegetal, areia, argila, e calcário) utilizados e os diferentes tipos de solos (solos com vegetação, praia, várzeas de rios, solo impermeabilizado das cidades) e discutiram o que ocorreria em caso de uma chuva intensa.</p>

Os professores e alunos do curso de LCN, em geral, identificaram a possibilidade da utilização das unidades da Experimentoteca em outras áreas que não aquelas especificadas para a atividade prática.

Mão na Massa: Foi aplicado o projeto “ABC na Educação Científica - Mão na Massa”, por meio de oficinas realizadas para alunos do Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza e professores das séries iniciais do ensino fundamental, que é o público ao qual o Projeto ABC na Educação Científica – Mão na Massa se destinou inicialmente. O objetivo das oficinas foi apresentar o método “ABC na Educação Científica - Mão na Massa”, pela realização de atividades do Módulo Didático Solos desenvolvido pela Estação Ciência, aplicados a um grupo de 70 participantes.

No primeiro dia a atividade iniciou com a pergunta: “O que é uma paisagem?”. Divididos em grupo os alunos discutiram entre si e elaboraram uma representação com a síntese do grupo. Essa representação foi apresentada pelos grupos à sala toda proporcionando a discussão sobre a definição de paisagem e os elementos que a compõe, apontando as semelhanças e diferenças entre as paisagens representadas, bem como as características resultantes da ação antrópica. A partir dessa discussão classificaram-se as diferentes paisagens existentes, através da identificação dos elementos que as compõem, como árvore, rio, casa, nuvem, pássaros, etc., e neles a hidrografia, o clima, o relevo e a vegetação. Discutiram-se as mudanças que uma paisagem pode sofrer com a ajuda do ser humano acentuando algumas modificações ou sofrendo a ação dessas modificações ou transformações da paisagem, além de perceber o solo como elemento componente das paisagens. Em seguida, cada grupo recebeu três copos, cada um com uma amostra de solo para identificar. Distribuídas as amostras entre todos os grupos eles levantaram visualmente ou pelo tato suas diferenças e semelhanças. O objetivo com essa caracterização simples é chamar a atenção dos alunos para o reconhecimento dos componentes constituintes do solo: minerais, matéria orgânica, água e ar. Os grupos apresentaram suas conclusões acerca das amostras, que foram anotadas para a sala toda no painel, direcionando a discussão para uma análise da predominância dos componentes texturais das amostras. Essa atividade simples de observação é importante para fazer com que os alunos das séries iniciais pensem a respeito das diferenças entre as amostras de solo, procurando identificar e encontrar esses constituintes enquanto exploram as amostras.

No segundo dia de oficina, recapitulou-se a atividade anterior ressaltando a importância dos momentos da aula: colocação da questão problema, levantamento de hipóteses, verificação e teste das hipóteses, discussão dos resultados observados ou obtidos e registro.

Percebeu-se que professores que atuam tanto no Ensino Médio quanto no Ensino Fundamental II, por terem formação específica em Ciências, já tinham alguma vivência de prática investigativa apontando o interesse na atualização, troca de experiências com os outros colegas e reflexão sobre a prática. Em alguns depoimentos, alguns professores citaram a importância de introduzir esse método, principalmente nas séries iniciais, pois:

“os alunos estão chegando ao ensino médio sem nenhuma articulação entre o conteúdo das disciplinas com a expressão oral e escrita; são alunos “copistas” e isso é péssimo. Temos que fazer algo”.

Professor 1

Quando o aluno realiza a experimentação e entende, ou tenta entender o conhecimento apresentado, buscando explicar os fenômenos que o cercam, o conteúdo teórico tem uma força que o torna indelével, em contraposição ao memorístico que, infelizmente, desaparece sem deixar marca. A dependência aluno-professor não somente se perpetua, mas aumenta, e assim, o professor é sempre quem sabe e o aluno quem ignora; os conhecimentos, desta forma, são recebidos e acumulados, mas não são descobertos. É preciso que o aluno investigue, aprenda a aprender.

Além de o aprendizado ser prejudicado, a passividade intelectual do aluno apresenta reflexos, também, na formação deste como cidadão, à medida que implica na contínua anulação do senso crítico, criador e ativo do aluno, ao mesmo tempo em que este assume um papel social determinado. Dentro desta perspectiva, o aluno se incorpora à sociedade mediante a mera adaptação, e não por sua integração consciente.

De maneira a modificar esse quadro, é necessário que o processo educativo deixe de ser apenas uma prática autoritária e se transforme num exercício dialógico e democrático (Freire 1996). Desta forma, o diálogo através da experimentação e da interatividade pode ser o primeiro passo a ser dado para alcançar a participação do aluno no processo educativo, da mesma forma que a “ação” ampliaria esta participação para uma verdadeira práxis..

Considerações sobre a Experimentação e a Interatividade na *práxis* educativa

Como método para orientar a avaliação da efetividade das oficinas, tanto como forma de reflexão no ensino de Ciências para os professores da rede pública participantes, como instrumentalização no ensino de Ciências para os alunos do curso de LCN da EACH-USP, identificamos na Pesquisa-ação a fundamentação necessária aos nossos propósitos (Thiollent, 1986). O desenvolvimento do presente estudo, ao apropriar-se da pesquisa-ação como método, pressupõe o ator pesquisador/interventor no cenário/sala de aula, que se pretende investigar, através das oficinas propostas, o que de certa forma aproxima-se da pesquisa participante. Assim, os pesquisadores apresentaram papel ativo no equacionamento dos problemas encontrados, no acompanhamento e avaliação das ações, organizando assim sua ação. A partir da análise e avaliação das oficinas, buscamos indicadores que permitissem demonstrar a necessidade, ou não, de melhoria das unidades que compõem a Experimentoteca, assim como procuramos detectar quais aspectos deveriam ser objeto dessa melhoria, com o intuito de reproduzi-las e formar, na EACH, um acervo para disponibilizar para a comunidade da zona leste da RMSP, assim como verificar de que forma a “prática” vem pautando o Ensino de Ciências no Ensino Fundamental.

A educação em Ciências é um processo de enculturação (Mortimer, 2000) e, considerando-se o princípio do diálogo proposto por Paulo Freire (1996), identificamos que a construção de conceitos em Ciências pelo aluno requer uma comunicação eficiente do professor. Por conseguinte, esse diálogo, quando proposto na forma de atividades práticas, requer que tenha embasamento efetivo na construção não somente de conteúdos teóricos, mas, e principalmente, na aplicabilidade dos conceitos no cotidiano do aluno.

Uma hipótese para explicar a dificuldade em transmitir conteúdos das Ciências Naturais pelos professores do ensino fundamental decorre da formação desse professor, que requer a interdisciplinaridade como fator de integração dos diferentes saberes. Contudo, percebe-se mais que isso, os professores precisam estar sendo sempre “instrumentalizados” com materiais ou discussões, através de oficinas, cursos, etc., que lhe permitam dar continuidade gradual na postura dentro da sala de aula e estar em contato com os avanços científicos e tecnológicos.

Em geral, observou-se que, dentre os professores participantes das oficinas, quase a totalidade estrutura suas aulas através de exposições teóricas, requerendo ao aluno a construção pessoal dos significados, e algumas vezes complementam esses conteúdos com aulas experimentais específicas para cada conteúdo, não identificando umnexo-lógico entre o conteúdo desenvolvido, o ambiente cotidiano e demais conteúdos das Ciências da Natureza.

No universo de professores com os quais trabalhamos, um pequeno grupo citou o desenvolvimento de aulas experimentais, com observações, a partir das quais constroem os

conteúdos teóricos. É importante salientar algumas colocações pontuais, porém significativas, como o estudo do meio, o uso do livro paradidático, a integração com a comunidade, demonstrando que alguns professores buscam melhorar a prática no ensino de Ciências, mesmo que individualmente. Quando o professor desenvolve atividades práticas, essa se dá, principalmente, em sala de aula. Outros ambientes citados foram: laboratório da escola, pátio, horta, jardim, etc. A utilização de parques, exposições, casa (lar do aluno) foram outros ambientes que os professores citaram para desenvolver uma atividade prática.

Ao discutirmos com o professor o objetivo de utilizar a atividade prática no ensino de ciências, respostas diversas foram citadas, tais como motivar e estimular o interesse e o prazer do aluno em investigar; o desenvolvimento e percepção do método científico, enfatizando a aprendizagem através do conhecimento científico; a questão sobre o desenvolvimento de “atitudes científicas” como abertura de espírito e objetividade foi citada pontualmente. Salientam-se aqui algumas citações interessantes, como desenvolver *atitudes de responsabilidade sobre o meio ambiente* e aguçar o “*olhar*” científico para o cotidiano.

Em geral, os professores participaram das oficinas buscando aprimoramento profissional; novas práticas educativas; a renovação da metodologia de ensino, buscando integrar a teoria ao cotidiano; desenvolver o conhecimento científico; aplicar o método científico na sala de aula; buscar ampliar o conhecimento científico para aplicação na Educação Infantil. É importante ressaltar que algumas Coordenadoras e Diretoras de Unidades de Ensino participantes citaram unanimemente buscar melhorar o trabalho da equipe e reestruturar projetos desenvolvidos na escola.

As mesmas oficinas aplicadas professores e alunos de LCN da EACH-USP foram, também, desenvolvidas com crianças durante o Fórum Infanto-Juvenil, no âmbito do Fórum Mundial de Educação do Alto Tietê. Embora as atividades compusessem um contexto de atividades lúdicas do evento, a condução das mesmas seguiu o mesmo critério metodológico, o que configurou para as crianças presentes uma “aula diferente”. A grande participação dos pais nas oficinas permitiu ampliar o diálogo científico; a criança explicava aos pais e não aos colegas ou professores os processos que experimentava ou observava. Esse fato, embora ocorrido de forma inusitada, propiciou aos pesquisadores uma nova forma de abordagem em atividades práticas no ensino de Ciências, envolvendo atores externos ao ambiente escola/sala de aula, e que permitiria ao aluno desenvolver habilidades e competências também na comunicação do conhecimento científico.

As ações realizadas durante o Fórum evidenciaram que a “prática em ciências” pode ser realizada como atividade democrática e dialógica, em eventos não especificamente relacionados à divulgação em Ciências.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESP pela concessão de Auxílio para o desenvolvimento do projeto “Implantação de um núcleo de divulgação e educação científica na EACH-USP com apoio da Estação Ciência”, no âmbito do Edital FAPESP – Vitae, Fase I, para apoio à implantação de Programas de Pesquisa em Museus e Centros de Ciência do Estado de São Paulo.

Referências

Araújo, M. S. T., & Abib, M. L. V. S. (2003). Atividades experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25(2), 176-194.

- Ausubel, D. P. (1978). *Educational Psychology: A Cognitive View*. Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Bybee, R. (1997). *Towards an Understanding of Scientific Literacy*. Graeber, W e Bolte, C. (Eds).
- Compiani, M. (2005). Geologia/Geociências no Ensino Fundamental e a Formação de Professores. *Revista do Instituto de Geociências – USP* 3, 13-30.
- Fourez, G. (2003) *Crise no Ensino de Ciências? Investigações em Ensino de Ciências, Porto*
- Freire, P. (1996). *Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra.
- Gil-Perez, D., Sifredo, C., Valdéz, P., & Vilches, A. (2005). *Cual es la importancia de la Educación Científica en la sociedad actual?* In: Como promover el interés por la cultura científica: Una propuesta didáctica para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Santiago, OREALC/UNESCO.
- Giordan, A. (1999) *Une didactique pour les sciences expérimentales*. Paris: Éditions Belin.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. (2003). Developing students' ability to ask better questions resulting from inquiry-type chemistry laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7), 791-806.
- Izique, C. (2007). As chaves do desenvolvimento – A saída para a América Latina pode estar na “destruição criativa” baseada em ciência e tecnologia. *Revista FAPESP*, 136, 3.
- Mauri, T. (1997). *O que faz com que o aluno e a aluna aprendam os conteúdos escolares?* In: *O construtivismo na sala de aula*. Col, C et al. 3ª edição. São Paulo: Ed. Ática.
- Morin, E. (2002). *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. 8a ed. São Paulo: Cortez. Brasília: Unesco.
- Mortimer, E. F. (2000). *Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências*. Belo Horizonte: Editora UFMG.
- Pavão, A. C., & Leitão, A. (2007). *Hands-on? Minds-on? Hearts-on? Social-on? Explainres-on!* In: Luisa Massarani. (Org.). *Mediação em museus*.
- Pontuschka, N.N.A. (1994). *A formação pedagógica do professor de geografia e as práticas interdisciplinares*. Tese de doutoramento. Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Rodari, P., & Merzagora, M. (2007). *Mediadores em museus e centros de ciência: Status, papéis e capacitação. Uma visão geral européia*. In: Massarani, Luisa, Merzagora, Matteo, Rodari, Paola. *Diálogos & ciência: mediação em museus e centros de Ciência*. Rio de Janeiro: Museu da Vida/Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz.
- Santos, M.E.N.V.M. (2001). *A cidadania na “Voz” dos manuais escolares*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Sforni, M. S. F. (2004). *Aprendizagem conceitual e organização de ensino: contribuições da teoria da atividade*. Araraquara: JM Editora.
- Thiollent, M. (1996). *Metodologia da Pesquisa-ação*. 13. ed. São Paulo: Cortez.

Recebido em: 24.08.09

Aceito em: 19.05.09