

# ESTUDO DO IMPACTO SÓCIO-AMBIENTAL CAUSADO PELA CONSTRUÇÃO DAS USINAS HIDROELÉTRICAS DA REGIÃO DE ILHA SOLTEIRA

Washington L. P. CARVALHO<sup>1</sup>  
Carmen Roselaine de Oliveira FARIAS<sup>2</sup>  
Jeniana Volpe Sim ZOCOLER<sup>3</sup>  
Nilva Fernanda Garcia MOMESSO<sup>4</sup>  
Juliana LUCINDO<sup>5</sup>  
Eliane C. GONÇALVES<sup>6</sup>  
Denis PEIXOTO<sup>7</sup>

**Resumo:** Tendo como pano de fundo as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) procurou-se estudar como a instalação de grandes artefatos tecnológicos (Usinas de Ilha Solteira, Jupia e Três Irmãos) modificou o ambiente na região de Ilha Solteira. Assim, este estudo pode ser caracterizado, de maneira geral, como uma tentativa de inserir alunos do ensino médio em uma questão ambiental séria, porém, normalmente, não visível para a sociedade: os impactos sócio-ambientais causados pela construção de usinas hidrelétricas de grande porte. Para a realização do estudo, alunos do ensino médio e da universidade foram inseridos em uma atividade de construção de maquetes tridimensionais. Através deste trabalho e de atividades complementares, procurou-se investigar a percepção dos alunos sobre um contato mais aprofundado com os problemas causados por certa concepção de progresso tecnológico. A diversidade de facetas do projeto permitiu certa complementaridade de ações que resultou em significativo envolvimento dos participantes.

**Palavras-chave:** utilização de maquetes; danos ambientais.

## ***O conceito de desenvolvimento e suas limitações***

Desde há muito tempo, existe um modelo de desenvolvimento que, de várias maneiras, é socialmente disseminado. Nele o desenvolvimento científico é de grande importância porque ele gera desenvolvimento tecnológico e este, por sua vez, gera desenvolvimento econômico, o qual conduz ao desenvolvimento social (Bazzo, 1998; Auler e Bazzo, 2001). Trata-se de um modelo linear bastante simples, mas que nas últimas décadas foi bem questionado e tem se mostrado totalmente inapropriado. Fritjof Capra, em seu texto “O ponto de mutação” enfatiza bem o lado paradoxal do chamado progresso tecnológico:

“Nosso progresso, portanto, foi uma questão predominantemente racional e intelectual, e essa visão unilateral atingiu agora um estágio alarmante, uma situação tão paradoxal que beira a insanidade. Podemos controlar os pousos suaves de espaçonaves em planetas distantes, mas somos incapazes de controlar a fumaça poluente expelida pelos nossos automóveis e nossas fábricas. Propomos a instalação de comunidades utópicas em gigantescas colônias espaciais, mas não podemos administrar as nossas cidades...” (CAPRA, 1982, p. 39).

<sup>1</sup>Professor do Departamento de Física e Química – FE/UNESP/Ilha Solteira – Disciplina Metodologia do Ensino de Física.

<sup>2</sup>Programa de Pós-graduação em Educação – Universidade Federal de São Carlos

<sup>3</sup>Professora da Escola Estadual de Urubupungá de Ilha Solteira – SP

<sup>4</sup>Professora da Escola Estadual de Urubupungá de Ilha Solteira – SP

<sup>5</sup>Aluna de graduação do curso de Licenciatura em Física – FE/UNESP/Ilha Solteira

<sup>6</sup>Aluna de graduação do curso de Licenciatura em Física – FE/UNESP/Ilha Solteira

<sup>7</sup>Aluno de graduação do curso de Licenciatura em Física – FE/UNESP/Ilha Solteira

Uma oposição mais contundente a esta idéia de se tomar o progresso científico e tecnológico como sinônimos de desenvolvimento geral das sociedades, que ainda hoje é muito forte, começou a ganhar mais energia no início da década de setenta, quando, em 1972, foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano, em Estocolmo, na Suécia. Esta Conferência significou uma resposta ao agravamento dos problemas ambientais, e o embate entre a idéia reinante de progresso, de produção e as condições de vida das populações. Os antecedentes da crise ambiental já haviam se manifestado nas décadas anteriores:

“Os antecedentes da crise ambiental da década de 1970 manifestaram-se ainda nas décadas de 1950 e 1960, diante de episódios como a contaminação do ar em Londres e Nova York, entre 1952 e 1960, os casos fatais de intoxicação com mercúrio em Minamata e Niigata, entre 1953 e 1965, a diminuição da vida aquática em alguns dos Grandes Lagos norte-americanos, a morte de aves provocada pelos efeitos secundários imprevistos do DDT e outros pesticidas e a contaminação do mar em grande escala, causada pelo naufrágio do petroleiro Torrey Canyon, em 1966” (Medina, 1997, p. 258).

A idéia simplista de que o crescimento econômico traria o desenvolvimento foi abandonada em proveito de uma caracterização mais complexa desse conceito. Para Sachs (1998), em sua forma pluridimensional, o desenvolvimento, entendido simultaneamente como um projeto e um caminho histórico em direção a ele, aplica-se ao conjunto das nações. O autor considera que o desenvolvimento tem se balizado, ao longo do último terço do século XX, pela emancipação dos países coloniais, das mulheres, da emergência da sociedade civil organizada, e pelo progresso ameaçado dos Estados protetores (*welfare States*).

Para Sachs (1998), desenvolvimento e democratização se confundem enquanto processos históricos, pois, numa acepção ampla, a democratização significa mais do que uma simples instauração ou restabelecimento do Estado de direito, mas sim o aprofundamento “da democracia no *quotidiano*, do exercício da *cidadania* com vistas à expansão, à universalização e à apropriação efetiva dos direitos de segunda e terceira gerações” (p. 151).

A idéia corrente de “progresso” ou “desenvolvimento”, que está tão enraizada nas sociedades, mundo afora, tem sido cega em relação à questão ambiental. O conceito de desenvolvimento sustentável, que se tornou freqüente nas últimas décadas, principalmente após a Conferência da ONU sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Rio 92, permanece um desafio para as sociedades. Por não possuir critérios definidos ou um sentido próprio, o desenvolvimento sustentável é um termo caracterizado por variadas interpretações, guardando sob seu signo diferentes propósitos e práticas.

Para os educadores, em geral, lidar com a polissemia do desenvolvimento sustentável também se constitui um grande desafio. Sauv  (1999), discutindo as propostas da UNESCO de Educa o para o desenvolvimento sustentável ou Educa o para um futuro

sustentável, considera que esta abordagem reduz a educação ambiental a uma simples ferramenta, entre outros tantos tipos de “educação para...”. Para a autora, os proponentes dessa proposta oferecem uma visão estreita da educação ambiental, restringindo-a a uma abordagem naturalista ou que focaliza essencialmente a solução de problemas de natureza biofísica. A educação ambiental, nesta visão, não passa de uma estratégia para a implementação do desenvolvimento sustentável. Por outro lado, Sauv e considera a educa o ambiental um componente essencial, e não um mero acessório da educa o, e envolve a reconstru o dos sistemas de rela oes entre pessoas, sociedade e o ambiente (p.11).

Particularmente, a educa o em ciências, através da abordagem ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA), tem um papel importante no tratamento desta questão, pois uma enorme parte dos danos ambientais acontece em nome do desenvolvimento e do bem estar geral e este bem-estar, por sua vez, está intimamente relacionado às conquistas tecnológicas.

Por exemplo, um simples chuveiro elétrico, moderno, com resistência feita de liga met lica que suporta altas temperaturas, chega a dissipar uma potência de oito mil Watts, e possibilita um banho quente com uma grande vazão de água.   medida que este chuveiro fica mais acessível a considerável parcela da popula o, o padrão de consumo de energia elétrica aumenta significativamente em certo período do dia. Assim, com essa e outras novidades tecnológicas, que propiciam grande conforto a determinadas camadas da sociedade, num prazo não muito longo a necessidade de novas usinas para a gera o de energia elétrica torna-se inevitável. Daí, chega-se facilmente a problemas que conhecemos, mas que a soluço satisfatória ainda não existe. Construir que tipo de usina? Hidrelétrica? Nuclear? Termelétrica? Qual   o custo sócio-ambiental do empreendimento?

Assim, atualmente, não cabe mais conceber uma educa o e uma prática científico-tecnológica que não considere as suas conseq ncias sócio-ambientais. No âmbito da educa o em ciências e da educa o ambiental, ao invés de se fragmentar o conhecimento,   importante evidenciar-se a complexidade da realidade, através da explicita o de rela oes CTSA. Conforme a Conferência de Tbilisi afirmou, o propósito fundamental da educa o ambiental   evidenciar as interdependências econ micas, políticas e ecológicas do mundo moderno. Dentre as recomenda oes desta conferência, destaca-se que, para a realiza o de suas fun oes:

“a educação ambiental deve suscitar uma vinculação estreita entre os processos educativos e a realidade, estruturando suas atividades em torno dos problemas concretos que se impõem à comunidade; focar a análises de tais problemas de uma perspectiva interdisciplinar e globalizadora que permita uma compreensão adequada dos problemas ambientais (Recomendação nº 1- 17)” (Medina, 2001, p. 29).

Nesse sentido, a educação em ciências pode atender aos princípios da educação ambiental quando aborda o impacto da C&T na sociedade e suas interações com outros aspectos da vida humana, contribuindo para a construção crítica do conhecimento científico, sem cair na repulsa absoluta às vantagens científicas e tecnológicas, nem na visão ingênua de sua neutralidade.

Também, é da esfera educacional, abordar as relações CTSA a partir da dimensão ética que essa situação proporciona, considerando que, quando se fala de questões ambientais, está-se falando de questões humanas, sociais e culturais. Dentro dessa perspectiva, perquirir a respeito do direito ambiental é proveitoso, principalmente porque evidencia as formas de conhecimento e as posturas éticas que são assumidas na relação sociedade-ambiente.

Ao se tratar o direito ambiental no âmbito das relações CTSA, evidencia-se o reconhecimento de algumas questões relevantes para a compreensão da dinâmica social em torno dos problemas ambientais. Questões como responsabilidade para com o futuro, direitos coletivos e difusos, modos e recursos de defesa ambiental podem ser contribuições interessantes na formação do cidadão, visando um projeto utópico, mas necessário, de sociedade, que seja baseada na participação política e afirmação da democracia.

## **DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO**

A pesquisa desenvolvida neste projeto seguiu um percurso balizado pela teoria da pesquisa-ação participativa, que é concebida como um processo social, participativo, colaborativo, emancipatório, crítico e reflexivo (Kemmis e Wilkinson, 2002). Assim, o que era feito o era porque haviam pressupostos teóricos compartilhados, modificáveis e modificadores do contexto, das pessoas e das suas posições em relação àquilo que lhes era apresentado.

A equipe de trabalho era construída por um professor da FEIS/Unesp, duas professoras e seis alunos da Escola Estadual de Urubupungá, uma estudante de pós-graduação, duas alunas e um aluno de graduação (Licenciatura em Física).

Inicialmente, foi realizado o estudo do Relatório da Comissão Geographica e Geológica do Estado de São Paulo (São Paulo, 1905, 1911), que descrevem uma exploração ao extremo sertão do Estado, e que foram publicados no início do século XX. O Relatório contém mapas, fotos e uma minuciosa descrição dos aspectos geográficos, geológicos, climáticos, faunísticos, florísticos e sociais da região em estudo, o que possibilitou o levantamento de dados

sobre como era, há cerca de cem anos, a fauna, flora, rios, quedas d'água, clima e ocupação humana da atual região dos lagos, onde se situa o município de Ilha Solteira.

Os alunos participantes do projeto delimitaram o espaço geográfico a ser estudado, baseando-se nos conhecimentos prévios que tinham sobre região. Num segundo momento eles calcularam e interpretaram as áreas de mapas antigos que mostravam trechos, meandros e contornos dos rios Paraná e Tietê. Realizaram o mesmo procedimento utilizando fotos atuais das regiões consideradas. Dados complementares de sensoriamento remoto foram obtidos e utilizados.

Os dados obtidos através de sensoriamento remoto têm-se mostrado extremamente úteis para estudos e levantamentos de recursos naturais, por fornecerem uma visão sinótica que permite ver grandes extensões de área em uma mesma imagem, e também por sua resolução temporal, o que facilita os estudos dinâmicos de uma região. A partir de um curso de sensoriamento remoto realizado no INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), as duas professoras da Escola Estadual de Urubupungá, participantes do projeto, conseguiram valiosos materiais que auxiliaram na confecção das maquetes.

Foram realizadas visitas técnicas e excursões para usinas hidrelétricas da região, centro de piscicultura, estação de reflorestamento de Jupia, visita de barco a áreas alagadas e fazendas da FEIS/UNESP. Essas visitas tinham como objetivo o detalhamento e a contextualização de informações. Nestas visitas os técnicos da FEIS/UNESP foram importantes, pois orientaram os alunos sobre espécies nativas, reconstituição da mata ciliar, danos e recuperação de solo etc. Iniciou-se, então, a construção da maquete.

A opção pela construção de uma maquete da microrregião de Ilha Solteira, deveu-se pelo argumento, sustentado por Simielli (1992), de que a maquete permite a passagem de um nível abstrato (mapa) para um nível concreto (modelo tridimensional), e também se configura como um material que fornece uma visão macro para uma reflexão sobre as transformações ambientais, sociais, econômicas e culturais que ocorreram desde o planejamento até a construção das Usinas da região. Neste momento foram encontradas dificuldades, pois não se dispunha de mapas da região antes das transformações causadas pela construção das Hidrelétricas, e não havia mapas atuais da região disponíveis e, assim, era necessário algum recurso para se fazer as comparações desejadas, isto é, entre o que foi e o que é esta região considerada. Essa dificuldade que à primeira vista pareceu superável foi resolvida quando surgiu a oportunidade da realização de um Curso de Sensoriamento Remoto oferecido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), pois se poderiam utilizar imagens de satélite para conseguir realizar comparações. Para as professoras, a oportunidade do curso vinha satisfazer uma necessidade que é apontada nos

Parâmetros Curriculares Nacionais (MEC, 1999), que reforçam a importância do uso de novas tecnologias, a exemplo da utilização do sensoriamento remoto, que se distingue da maioria dos recursos educacionais, pela possibilidade que oferecem de se conseguir informações multidisciplinares, uma vez que dados contidos em uma única imagem podem ser utilizados para multifinalidades. Florenzano (2002).

A técnica de construção da maquete era algo novo para todos do grupo. Felizmente, contou-se com a colaboração de um ex-funcionário da CESP, especialista em maquetes, que se dispôs a ensinar os aspectos básicos da construção dessas em isopor. O trabalho exigiu grande paciência dos alunos, pois implicava em selecionar pequenas áreas que possuíam a mesma altitude e recortá-las em camadas de folha de isopor de 0,5 cm que deveriam ser adequadamente sobrepostas, de modo que em seguida pudessem receber uma camada de massa acrílica, e acabamento com tinta, texturas, efeitos etc. Se, por um lado, o envolvimento dos alunos na construção da maquete era intenso, por outro havia o constante desafio de se problematizar as regiões nas quais eles estavam trabalhando na maquete.

Os encontros da equipe eram semanais, realizados no início na sede do Núcleo de Apoio ao Ensino de Ciências e Matemática, NAECIM, de Ilha Solteira e também na E.E de Urubupungá onde uma sala foi transformada em laboratório para a construção de maquete. Nestes encontros além da confecção da maquete, ocorreram palestras, um mini-curso sobre “Noções de Sensoriamento Remoto”, ministrado pelas professoras que fizeram o curso no INPE, com o auxílio do Prof. Dr. Hélio Ricardo da Silva, da FEIS/UNESP, e também de um monitor da disciplina de Sensoriamento Remoto na FEIS. Nestes seminários foram utilizadas imagens dos satélites CBERS e TM-LANDSAT-7. Uma valiosa ajuda foi utilizar a Carta de Ocupação da Terra na Região de Ilha Solteira, que faz parte de um trabalho desenvolvido pela Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elizete A. de Freitas Lima (FEIS/UNESP). Todas as atividades realizadas foram fotografadas e algumas filmadas. Os alunos sempre procuravam registrar o que era desenvolvido em cada atividade para depois elaborarem seus relatórios.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Através do estudo de Relatórios da Comissão Geográfica e Geológica, do estudo de textos e desenvolvimento da pesquisa, os alunos verificaram que vários danos que foram causados ao ambiente pela construção das Usinas hidrelétricas da região poderiam ter sido minimizados e mesmo evitados, se antes das construções existisse o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), no caso de Ilha Solteira e Jupia, e se este estudo, no caso de Três Irmãos, tivesse sido levado a sério.

Neste projeto foi dada atenção à leitura. Já durante o cálculo e a interpretação das áreas dos mapas, os alunos manifestaram criatividade ao encontrarem maneiras para calcular as áreas das ilhas da região. As dificuldades em transformar unidades e trabalhar com números decimais tiveram que ser especialmente trabalhadas, para que fosse possível trabalhar com escalas.

Durante as excursões e visitas técnicas notamos grande participação dos alunos, pois eles podiam relacionar aquilo que observavam com o trabalho de construção dos maquetes. Ou seja, eram situações onde o aprendizado tendia a ser significativo, pois as informações recebidas faziam parte de um contexto com o qual eles já estavam previamente familiarizados. Nesse sentido, foi interessante notar uma multiplicidade de sensações manifestada pelos alunos.

O curso de sensoriamento remoto oferecido pelo INPE permitiu às professoras caminharem com mais segurança no trabalho com imagens de satélite. Este recurso serviu também para o processo de construção de conceitos pelos alunos e os permitiu ultrapassar uma perspectiva de abordagem, até então restrita, pois, além de interpretação de imagens, tinham condições de aproveitar o vasto potencial de uso e aplicações do sensoriamento remoto.

Foi interessante observar como a associação do uso do sensoriamento remoto com o trabalho de campo contribuiu para a evolução do projeto, pois, possibilitou a contextualização das informações obtidas a partir das imagens, que nos levou a concluir, desta fase, que a junção, principalmente, dessas duas ferramentas possibilita uma maior compreensão, por parte do aluno, das transformações ocorridas na natureza e das relações do homem e suas conseqüências no uso e ocupação da Terra.

Destaca-se ainda a importância da parceria da universidade pública com a escola pública, pois foi através dela que se tornou possível vários níveis de colaboração com o projeto, como orientação, apresentação de palestras, disponibilização de materiais, equipamentos e estrutura física, além da facilitação de visitas com acompanhamento técnico a suas Fazendas. Além desta parceria foi possível contar com a colaboração do Viveiro de Mudas da Prefeitura Municipal de Ilha Solteira, da Secretaria Estadual de Saneamento e Meio Ambiente e da CESP.

## **CONCLUSÃO**

Através da análise dos Relatórios de 1905 e 1911, fotos e mapas antigos, assim como imagens de satélites, fotos aéreas atuais e visitas as visitas técnicas realizadas na região, os alunos fizeram relatórios e seminários sobre as transformações que ocorreram. A maior contribuição desses estudos foi que os alunos sentiram a necessidade de produzir um material que despertasse o interesse e facilitasse a compreensão daqueles que não têm familiaridade com o sensoriamento remoto. Este material foi apresentado numa Feira Cultural que aconteceu na

Escola Estadual de Urubupungá, na ocasião destacaram através das imagens de satélite as principais alterações que ocorreram, além de mostrarem com determinados objetos podem ser discriminados por meio da: forma, textura, tamanho, sombra, padrão, localização e cores, criaram legendas para facilitar a identificação das imagens de satélite comparando com fotos aéreas.

Observou-se que pelos relatórios e seminários apresentados que os alunos ampliaram seus conhecimentos sobre a história da cidade (cuja ocupação foi “estrategicamente” planejada), sobre a fauna e flora da região, sobre localização geográfica, e através da utilização de escalas puderam calcular as áreas alagadas, a diminuição das áreas das ilhas na região, inclusive a Ilha Solteira, que deu origem ao nome da cidade, que foi em torno de 46%. Durante a realização das atividades foi surgindo idéias de novos projetos, ou “desdobramentos”, como a melhoria da arborização da escola, principalmente com espécies nativas, grafitagem de um espaço na escola com paisagens que revelam diferentes localidades da região e também a ampliação da imagem do satélite CBERS.

Como síntese de todo este trabalho, e demonstração de que o processo de instrumentação foi positivo no aspecto educacional, os alunos que participaram do projeto propuseram atividades de educação ambiental para a Escola: Curso de Educação Ambiental, que será ministrado por uma bióloga da CESP, no qual eles atuaram como instrutores, formando uma turma de 40 Monitores Ambientais Mirins, que terão que desenvolver projetos na Escola e no município, como plantio de árvores nativas ao redor da escola, programa semanal na Rádio Comunitária local sobre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

Um outro fator positivo foi a observação de um maior interesse, principalmente dos alunos, professores e funcionários envolvidos com o projeto, em participar de palestras e eventos sobre meio ambiente, qualidade de vida, tecnologia e cidadania. Entre eles: Feira Cultural, Eco Ilha, Gincana da Cidadania, I Semana do Meio Ambiente (FEIS-UNESP), Mini curso de Sensoriamento Remoto, Palestras sobre Ecologia oferecida pelo Prof. Dr. Sérgio de Carvalho da FEISUNESP, e Silvicultura, oferecida pelo Prof. Dr. Mário L. T. de Moraes FEIS-UNESP.

O trabalho em grupo, envolvendo professores de várias áreas foi uma experiência gratificante, pois foi possível enfatizar o trabalho em novas competências, entre elas a de se trabalhar em equipe e administrar a formação continuada de professores, negociando um projeto de interesse comum com colegas.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AULER, D. & BAZZO, W. A. reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação*, v.7, n.1, 2001.

BAZZO, W. A. *Ciência, Tecnologia e Sociedade e o contexto da Educação tecnológica*. Florianópolis, Ed. UFSC, 1998.

CAPRA, Fritjof. *O Ponto de Mutação: a ciência, a sociedade e a cultura emergente*. São Paulo: Cultrix, 1982.

FLORENZANO, T.G. *Imagens de Satélite para estudos ambientais*. São Paulo: Oficinas de Textos, 2002.

KEMMIS, S. & WILKSON, M. A pesquisa ação participativa e o estudo da prática. In: Pereira, J.E.D 7 Zeichner, K. M. (Orgs.) *A pesquisa na formação do trabalho docente*. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

MARTINEZ, Eduardo; FLORES, Jorge. *La popularización de la ciencia e de la tecnologia*. México: Unesco, 1997.

MEC. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais e suas tecnologias, Inep/MEC, 1999.

MEDINA, Nana-Mininni. Breve histórico da Educação Ambiental. In: Pádua, S. M.; TABANEZ, M. F. (Orgs.). *Educação Ambiental: caminhos trilhados no Brasil*. Brasília: FNMA/IPE, 1997. p. 257-270.

SACHS, Ignacy. O desenvolvimento enquanto apropriação dos direitos humanos. *Estudos Avançados*, 12 (33), 1998, p. 149-156.

SÃO PAULO. Relatório da Comissão Geographica e Geológica.- Exploração do Rio Tieté. (Barra do Rio Jacaré – Guassú ao Rio Paraná), 1905.

SÃO PAULO, Relatório da Comissão Geographica e Geológica. Exploração do Rio Paraná. I- (Barra do Rio Tieté ao Rio Paranahyba) e II - (Barra do Rio Tieté ao Rio Parapanema. 2. ed.,1911.

SAUVÉ, Lucie. *Environmental education between modernity an postmodernity: searching for an integrating education framework*. Canadian Journal of Environmental Education, 4, Summer, 1999, p. 9-35.

SIMIELLI, M.E. et al. *Do plano ao tridimensional: A maquete como recurso didático*. Boletim Paulista de Geografia, São Paulo, n.70, 1992.