

# EDUCAÇÃO EM FÍSICA: DISCUTINDO CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE <sup>1</sup>

*José André Perez Angotti\**

*Fábio da Purificação de Bastos\*\**

*Rejane Aurora Mion\*\*\**

**Resumo:** Analisamos uma proposta processual que vem sendo construída via investigações e ações no ensino formal de Física, que busca a mutação de equipamentos tecnológicos “resolvidos” em equipamentos geradores de reflexão, indagação e conscientização. O processo é comprometido com as dimensões temáticas do ensino/aprendizagem e com a tríade ciência, tecnologia e sociedade. A estratégia utilizada pelos autores foi construir, na prática, um programa de investigação-ação. Os resultados apontam em favor do trabalho docente nessa direção progressiva, seja na decodificação dos equipamentos ou na aprendizagem mais significativa dos universais da Física vinculados aos produtos tecnológicos tradicionais ou contemporâneos, usualmente reconhecidos pelos licenciandos e seus alunos do ensino médio. Ressaltamos a disjunção entre tecnologia muito acessível a usuários não reflexivos e conhecimento científico pouco acessível. Isso se justifica pelos desdobramentos da tradição do pensamento grego que separou a *techné* da *epistémé* e, mais recentemente, pelos resultados da certeza do século passado, que hoje parece ser ainda convicção: a melhoria imperativa da qualidade de vida pelo progresso da tecnologia dispensa qualquer questionamento. Cabe enfrentar essa disjunção no ensino de Física e Ciências Naturais e buscar os elos para a melhoria da aprendizagem, naturalmente contando com o desejável interesse, sempre forte, quando o sujeito se defronta com os “objetos” da tecnologia.

**Unitermos:** Ensino de Física; Investigação-Ação; Ciência, Tecnologia, Sociedade; Objetos Tecnológicos

**Abstract:** *We have analyzed a processual proposal which has been built through investigations and actions in the formal Physics teaching which seeks the changing of technological equipment “turned into” reflective, inquiring and conscious generating equipment. The process is committed with both thematic dimensions of teaching/learning and science, technology and society approach. The strategy is based in the construction of a investigation-action program. The results show improvement of teachers knowledge in this progressive direction, on the decoding of equipments or on the significant learning of Physics universals linked to the traditional or contemporary technological products, usually known by the future teachers and their high school learners students. We emphasized the split between technology, too accessible to non-reflective citizens, and the not accessible scientific knowledge. This is justified due to the unfolding of the Greek traditional disjunction between *techné* and *epistémé* and, more recently, by the results of applied science as conviction: the imperative improvement of life quality for the progress of the technology sets beyond any questioning. It time to face this split in the Physics/Natural Science teaching and search the links for learning improvement, considering the strong effective interest when students deal with the technological “objects”.*

**Keywords:** *Physics Teaching; Action-Research; Science, Technology and Society; Technological Equipments*

\* Professor Doutor, Departamento de Metodologia do Ensino e do Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil (e-mail: angotti@ced.ufsc.br)

\*\* Professor Adjunto Doutor, Departamento de Metodologia do Ensino e do Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil (e-mail: fbastos@ce.ufsm.br)

\*\*\* Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina e Professora do Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino, Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG, Ponta Grossa, Paraná, Brasil (e-mail: ramion@uepg.br)

<sup>1</sup> Trabalho parcialmente financiado pelo CNPq.

## Introdução

Pretendemos com este artigo refletir sobre a importância do trabalho com objetos tecnológicos no ensino de Física, enfatizando uma dimensão dialógica de educação e buscando as relações possíveis com uma concepção processual de ciência, tecnologia e sociedade. O trabalho com os objetos tecnológicos, quando transformados em equipamentos geradores<sup>2</sup> nas aulas de Física, constitui um dos componentes importantes para o processo de conscientização.

A questão que se coloca é: qual o potencial transformador de uma proposta educacional pautada pelo estudo reflexivo-ativo de aparatos tecnológicos? É possível construir e exercitar cidadania ensinando Física, estudando leis, teorias e princípios físicos envolvidos no funcionamento e/ou fabricação de objetos tecnológicos?

No primeiro momento, buscaremos analisar a dimensão epistemológica das atividades educacionais que envolvem objetos tecnológicos. No segundo, apresentaremos uma reflexão realizada com os alunos que viveram essa experiência educacional de investigação-ação, nas aulas de Física. É importante ressaltar que essa proposta de investigação-ação foi elaborada, implementada e avaliada colaborativamente, constituindo uma interface do ensino de Física com o estudo de Ciência e Tecnologia presentes na realidade vivida. Os resultados mostraram que é possível trabalhar esta temática – Ciência, Tecnologia e Sociedade –, sem criar uma disciplina específica, mas sim, desenvolvendo investigação das ações relacionadas com objetos tecnológicos da realidade dos envolvidos. Finalmente, a partir dos dois momentos iniciais, buscamos indícios que apontem possibilidades para a construção de uma proposta para o ensino de Física e a formação de professores.

### **A dimensão epistemológica implícita nas atividades que envolvem objetos tecnológicos.**

Por que uma cultura tão permeada por incontáveis instrumentos, técnicas, sistemas tradicionais e sofisticados não desenvolve propostas educacionais norteadas pelos mesmos?

Winner (1987:21), responderia que:

*Grande parte da resposta podemos encontrá-la na assombrosa influência da idéia de “progresso” no pensamento social durante a era industrial. E que neste século que está findando acredita-se, no geral, que os únicos meios confiáveis para o melhoramento da condição humana provêm das novas máquinas, técnicas e substâncias químicas.*

Esse é o pensamento vigente: que a tecnologia vai nos dar melhores condições de vida. Aposta-se apenas na tecnologia, deixando para um segundo plano o ser humano, esquecendo que ele é capaz de planejar, agir, observar e refletir, educando-se no processo, ao desenvolver a capacidade de reelaborar conhecimentos indispensáveis às mudanças das condições de vida.

<sup>2</sup> Equipamentos geradores, segundo De Bastos (1995), são aqueles artefatos tecnológicos e/ou objetos reais do cotidiano dos envolvidos, que oferecem possibilidades e condições de gerar um plano de aula ou um programa educacional em torno das leis, teorias e princípios envolvidos na fabricação e no funcionamento destes.

Concordamos com o autor quando afirma que do ponto de vista convencional, as relações humanas com os objetos tecnológicos são consideradas óbvias demais para merecer uma reflexão sistemática. Muitas vezes desconhecemos as regras de funcionamento dos objetos tecnológicos; além disso, por estarmos tão próximos de alguns deles, não os problematizamos. Não questionamos seu funcionamento nem como foram fabricados, ou as causas e/ou conseqüências da sua inserção no nosso meio. O autor diz mais:

*Causa decepção a noção razoável que herdamos de tempos antigos e menos complicados: a que divide a gama de possíveis interesses acerca da tecnologia em duas categorias básicas: fazer e utilizar. Na primeira a atenção se centra em “como funcionam as coisas” e em “fazer que as coisas funcionem”. Temos a tendência de pensar que esta é uma atração para certas pessoas em determinadas ocupações, porém nada mais. “Como funcionam as coisas” é o terreno dos inventores, os técnicos, os engenheiros, os mecânicos de reparações etc., quem prepara os instrumentos artificiais para a atividade humana e os mantém em bom funcionamento. Pensa-se que aqueles que não estão diretamente envolvidos com nenhuma das diversas esferas do “fazer” têm pouco interesse ou necessidade de conhecer os materiais, os princípios ou os procedimentos que incluem ditas esferas (Winner, 1987: 21).*

No ensino de Física, por exemplo, por vezes esquecemo-nos da nossa responsabilidade na construção da cidadania dos envolvidos, ao priorizar os valores internos desta ciência, “acima de qualquer suspeita ou acontecimento”. Tal construção poderá ser mais tangível através da implementação de propostas epistemológicas e metodológicas reflexivas sobre objetos tecnológicos. Há a preocupação em fazer com que as coisas funcionem e saber como elas funcionam, sem pensar no seu potencial emancipador ou não, isto é, sem compreender que esse aprendizado pode ser um componente de ações libertadoras do desconhecimento, o que provoca a opressão. Isso implica em dizer que não se dá atenção à “adequada interpretação” do significado que a tecnologia possui. Nesse sentido, ensinar e aprender Física, é ao mesmo tempo adquirir conhecimentos científicos históricos e socialmente construídos, de modo a propiciar o entendimento de fenômenos da natureza bruta, bem como da transformada, com os quais interagimos diariamente.

Segundo Winner (1987:22):

*A linguagem da noção de “uso” também inclui termos comuns que nos permitem interpretar as tecnologias segundo uma variedade de contextos morais. As ferramentas podem ser “usadas bem ou mal”, e para “bons ou maus propósitos”; posso utilizar uma faca para cortar um pedaço de pão ou para apunhalar a primeira pessoa que passa. Devido a que os objetos e os processos tecnológicos têm uma utilidade confusa, se os considera fundamentalmente neutros com respeito a sua posição moral.*

Se quisermos nos desenvolver, caminhando em direção a uma análise ou filosofia tecnológica crítica, é preciso superar a idéia convencional do que é tecnologia e do que ela significa. É fundamental questionar o “como a tecnologia afeta nossa vida?”. Nossos conceitos, idéias, relações sociais, limites morais e políticos têm sido reestruturados no curso do desenvolvimento tecnológico moderno. Como afirma Winner (1987:26):

*... parece que é característico da relação de nossa cultura com a tecnologia o fato de que raramente estamos inclinados a examinar, discutir ou julgar iminentes mudanças com ampla e plena consciência do que estas implicam.*

Essas mudanças nem sempre são conscientes e planejadas. Por exemplo, os computadores e os fornos de microondas são aparatos adquiridos por necessidades “criadas”, normalmente de consumo, e que na maioria das vezes atropelam as mudanças nas formas de vida.

*Poderia parecer que o ponto de vista que estou sugerindo é de determinismo tecnológico: que a inovação tecnológica é a causa fundamental das mudanças sociais e que os seres humanos não temos outra possibilidade que sentar e observar o desenrolar desse processo inevitável. (...) Segundo meu ponto de vista, uma noção mais reveladora é a de sonambulismo tecnológico. O interessante problema de nosso tempo é que caminhamos dormindo voluntariamente através do processo de reconstrução das condições da existência humana (Winner, 1987: 26).*

Pensamos que é muito mais que “sonambulismo” por parte da população. É, isto sim, falta de formação escolar em ciência e tecnologia, falta de conscientização, mas principalmente reflete a intencionalidade e a lógica de políticas e gestões que mantêm e, não raro, fortalecem as exclusões; o lucro é sempre mais importante que o ser humano, o mercado regula as demandas e define os perfis ideais, as competências... O sonambulismo citado pelo autor refere-se à alienação produzida pela propaganda que objetiva o consumo – compramos influenciados pela propaganda ou por um possível *status* que a aquisição pode nos proporcionar, e não pela necessidade ou pela utilidade. Não se trata de ser contra ou a favor da tecnologia, concordando inclusive com FREIRE (1997), mas ter consciência de como ela pode contribuir na qualidade de vida, e de nossa compreensão do seu significado na vida humana.

*O que importa não é a tecnologia mesma, mas o sistema social ou econômico no qual está incluída. Esta máxima, que em diversas variações é a premissa central de uma teoria que pode chamar-se a determinação social da tecnologia, é de evidente sabedoria (Winner, 1987:36-37).*

A nossa tarefa enquanto educadores na formação científica e educacional em ciências naturais e tecnologia é trabalhar no sentido da conscientização em uma direção inversa ao determinismo tecnológico.

Os filmes de ficção (novelas futuristas) vão induzindo o telespectador a aceitar e mudar seu comportamento, valores, e a própria consciência. Com tanta violência que se vê na televisão, a inversão e crise de valores em que vivemos, aliados à quase certeza da impunidade, provoca o risco de acharmos tudo normal. Por outro lado, já nos acostumamos com alguns aparatos tecnológicos frutos de avanços científico-tecnológicos sem os quais perderíamos boa parte da qualidade de vida e a possibilidade de construirmos melhores condições de vida e de trabalho, podendo-se dizer que a própria vida estaria ameaçada sem eles. Eis aqui talvez a maior mudança. A mudança está implícita, não é mero efeito que poderá, ou não, acontecer. Nós chegamos a um estágio em que não podemos nos privar desse *caldo cultural*.

*O modo como os homens produzem seus meios de vida depende, antes de tudo, da natureza mesma dos meios de vida com que se encontram, e que se trata de reproduzir. Esse modo de produção não se deve considerar somente enquanto a reprodução da existência física dos indivíduos. É, melhor, um determinado modo de atividade desses indivíduos, um determinado modo de manifestar sua vida, modo de vida dos mesmos. Tal e como os indivíduos manifestam sua vida, assim são (Marx apud Winner, 1987:30).*

*Quando a imaginação política confronta-se com as tecnologias como formas de vida, deveria-se poder dizer algo acerca das eleições (implícitas ou explícitas) feitas no curso da inovação tecnológica e os motivos para efetuar tais eleições de forma sensata (Winner, 1987:34).*

Quantas são as pessoas que conhecem a tecnologia de fazer propaganda política? Segundo Winner (1987), os artefatos podem conter propósitos políticos. Primeiro, os artefatos tecnológicos se convertem numa maneira de solucionar um problema social. Por exemplo, bomba d'água numa região seca. Segundo, "tecnologias inerentemente políticas". Com o termo "política" Winner (1987) quer aludir a disposições de poder e autoridade em associações humanas, assim como atividades que têm lugar dentro dessas disposições. Por tecnologias entende peças ou sistemas maiores ou menores de *hardware* de uma classe específica.

Quem não ouviu falar na famosa Linha Vermelha ou na Ferrovia Norte-Sul no Brasil? Pois bem, o que pouco se ouviu dizer é que a Linha Vermelha foi construída com fortes finalidades políticas de exclusão e de camuflagem da indigência. O Rio de Janeiro, a "cidade maravilhosa" não pode escancarar a pobreza que lá, como em todo o Brasil, existe. Os turistas que viajam para lá não gostariam de sentir-se em meio da miséria, da fome, do desemprego e provavelmente da promiscuidade; poderiam ficar constrangidos. A solução "prática" foi providenciar um caminho que passasse por cima, em vez de solucionar os problemas sociais existentes. E a Ferrovia Norte-Sul, alguém sabe por que foi construída? Os automóveis que vinham da fábrica com encosto somente nos bancos dianteiros? Há política nisso? E quais são suas conseqüências?

Essa idéia reforça a tese de que é necessário implementar propostas político-pedagógicas que viabilizem a educação numa perspectiva libertadora dos envolvidos. É preciso reelaborar os conhecimentos físicos, assumidos como conhecimentos educacionais em Física, mediante o estudo de leis, princípios, conceitos, e relações de conceitos etc., envolvidos na fabricação e funcionamento de artefatos tecnológicos, como possibilidade de refletir sobre seus significados. É preciso discutir temáticas que poderão ser levantadas, problematizando, a partir desses objetos, situações e fenômenos do nosso cotidiano.

Igualmente, o problema da má distribuição da renda, em particular a falta de terra para milhões de brasileiros, as grandes propriedades que não levam em conta a função social da terra, e que se refletem na falta de dignidade que só o trabalho pode nos proporcionar; tudo isso pode fazer parte do universo temático do ensino de Física. E na escola, quando isso é relacionado ao conceito de Energia? Quando em uma aula de Física, mais especificamente quando se trabalha com os princípios de conservação da Energia, discutem-se temas como, por exemplo, a origem dos trabalhadores sem terra? Como, onde e por quem é decidido que tipo ou que capacidade deve ter uma usina hidrelétrica? Onde ela deve ser construída?

Quando as comunidades são convidadas a discutir? Ou devemos todos acreditar e concordar que uma usina como a de Itaipú é a melhor opção? Será que essas questões não podem fazer parte do universo temático de Física? Bom, se esse não é universo temático de Física, vamos aos automóveis:

O automóvel, se investigado e transformado em equipamento gerador, pode oferecer uma alternativa temática para o ensino-aprendizado de Física (Ciências Naturais) no ensino médio. Cremos ser possível construir um currículo de Física no ensino médio norteado pelos princípios de conservação, na perspectiva dos *conceitos unificadores*, e mais, face à constante opção dos alunos pelo automóvel por ocasião dos levantamentos, somos testemunhas de que essa máquina é forte candidata a ser investigada como equipamento gerador. Será que, além de estudar os princípios físicos, leis, conceitos; uma nova estruturação desses conceitos e suas relações; seu funcionamento e fabricação etc.; não é possível discutir as causas e os efeitos da implementação do projeto “modernoso” das montadoras de automóveis no Brasil nesse momento, em que “*observa-se, por um lado, a globalização do mercado e do capital, e, por outro lado, da pobreza e da miséria?*” E mais, o automóvel é um meio de transporte particular e que, no máximo, transporta cerca de 200 kg – além de sua própria massa, mínima de 800 kg –, o que significa 3 a 4 pessoas; há um número cada vez maior de unidades circulando, o que exige uma rede complexa de investimentos pesados, além de ele lançar poluentes no meio ambiente. Assim, emissão e composição de poluentes, estradas, pontes, viadutos, passarelas, transporte coletivo, pedágios também não poderiam ser “conteúdos transversais” em parte atendidos pela Física ou pelo conjunto das disciplinas de ciências, sem negligenciar a tecnologia? E, quando da instalação de uma montadora em uma região, parece que os supostos benefícios superam amplamente os eventuais riscos e prejuízos, e que a grande empresa está favorecendo tanto a região e seus habitantes que naturalmente as concessões devem ser ilimitadas.

E o pró-álcool? Uma fonte de energia renovável, com inegáveis contribuições da ciência e tecnologia brasileira, parece também um assunto distante, da origem à sua extinção. Por que pararam as pesquisas? É possível que tenha faltado interesse para se entender que isso poderia contribuir bastante para nossa independência energética e viabilizar um salto em termos tecnológicos. Pensamos que, dentre os envolvidos, apenas poucos teriam clareza do significado do êxito desse programa em termos políticos, culturais, administrativos e econômicos.

Defendemos uma proposta curricular construída via um programa de investigação-ação educacional no espaço educativo formal, investigando a transformação de objetos tecnológicos em equipamentos geradores, como possibilidade para a discussão dessas temáticas no ensino de Física com ciência e tecnologia, sem criar uma nova disciplina específica. Decisões coletivas de grande interesse social e econômico numa região, como a instalação de uma montadora, ou em todo o país, como as mudanças de hábito frente às pressões pelo racionamento de energia elétrica, merecem participação mais explícita e consciente na vida dos cidadãos, e a escola pode cumprir melhor seu papel nesse desafio.

A estratégia utilizada pelo grupo, os intérpretes autores da proposta que, em partes, sob o olhar dos alunos está sendo analisada nesse estudo, foi construir na prática um programa de investigação-ação educacional ensinando Física. O que segue é a análise dessa proposta do ponto de vista da prática educacional dialógica em Física via objetos tecnológicos, com os educandos, um dos momentos coletivos do processo reflexivo – a reflexão.

## Discutindo uma experiência educacional dialógica em Física

Algum tempo depois da concretização da proposta educacional, quando realizávamos pesquisa educativa em um programa de pós-graduação em educação no mestrado, voltamos à escola. Objetivávamos obter indícios que nos levassem a inferir sobre como os educandos estavam interpretando a prática educacional passada, que vivenciamos juntos. Pretendíamos sistematizar esse momento coletivo, por entendê-lo como um componente do processo de reflexão na investigação-ação educacional. Em outras palavras, estávamos investigando quais seriam os passos para fazer uma reflexão. Pensamos que para fazer isso é importante existir uma ação, e esta pode ser efetivada pelo diálogo com os envolvidos.

Para a elaboração do presente trabalho, obtivemos as informações a partir de um questionário construído depois das primeiras interpretações dos registros. Seleccionamos, dentre as informações, algumas julgadas fundamentais para o desenvolvimento da investigação. Os questionários foram, então, aplicados em sessões de entrevistas do tipo semi-estruturadas.

A seguir transcreveremos algumas falas dos educandos provocados pelas questões formuladas e na seqüência desenvolvemos uma análise interpretativa preliminar das mesmas. Devemos ressaltar que nesta etapa nossa intenção era colher elementos e interpretações para buscarmos um cenário que propiciasse pelo menos um fotograma do vivido.

*“Lembro das atividades com as figuras, a do barco, a do foguete, a atividade com a roda d’água quando estudamos conservação de energia, as leis de Newton”.*

*“ Sim, eu acho que não só das aulas. A senhora deu um trabalho para pesquisar sobre os freios. Fomos na Ford, e um mecânico nos explicou os tipo de freios. Também em sala de aula, com o ventilador, o toca discos, o liquidificador; se não tivesse atrito eles girariam ao contrário, se não tivesse os negocinhos de borracha em baixo. Aqui na porta, não me lembro se era medir a força...”*

*“A primeira aula foi aquela em que a gente citou todos os aparelhos domésticos que tinham rotação. As atividades da cadeira giratória, do toca-discos, do ventilador, da bicicleta também me marcaram muito, mas acho que nós só fizemos o desenho da bicicleta, não sei se chegou a levar a bicicleta ou não”.*

Pelas respostas obtidas não é possível afirmar que os educandos perceberam uma *ação intencional mapeada pelo planejamento*, pois os fatos lembrados apenas mencionam alguns objetos tecnológicos utilizados nas atividades educativas. Porém, eles lembram de alguns aspectos das atividades que não aparecem nos registros – devido ao fato de não terem sido desenvolvidas sistematicamente –, por exemplo, a atividade que fazia menção ao ventilador. Provavelmente, os aspectos mencionados foram significativos, mas isso não nos autoriza a afirmar que os sujeitos tinham clareza do que orientava a ação docente.

Outro aspecto abordado na entrevista refere-se à conscientização, pois apostamos num princípio educativo freireano, de que somente o ser humano é capaz de agir conscientemente sobre a realidade objetivada. Entendemos que a tomada de consciência não é ainda conscientização, porque esta consiste no desenvolvimento crítico da tomada de consciência. A conscientização implica que ultrapassemos a esfera espontânea de apreensão da realidade para chegar a uma esfera crítica na qual a realidade se dá como objeto cognoscível e na qual o ser humano assume uma posição epistemológica.

A conscientização pode ocorrer durante a vivência no processo de ação-reflexão-ação. Por isso, torna-se compromisso e consciência histórica, o que implica compreender que o ser humano assuma o papel de sujeito que faz e refaz o mundo.

Nesse sentido, o processo de educar para a conscientização, como atitude crítica dos seres humanos, jamais se esgotará. É processo num determinado momento e deve continuar sendo processo no momento seguinte, durante o qual a realidade transformada mostra um novo perfil.

A conscientização nos leva assumir uma postura utópica frente ao mundo. Utópica entendida como a dialetização dos atos de denunciar e de anunciar a estrutura humanizante. É um ato de conhecimento, pois ninguém denuncia (com as devidas argumentações) uma estrutura sem penetrá-la. Para realizar a humanização, supõe-se a eliminação da opressão desumanizante, pois é absolutamente necessário transcender as situações-limite nas quais os seres humanos são reduzidos ao estado de coisas.

Portanto, nessa perspectiva educacional, educar é conscientizar. Conscientizar-se a partir da realidade dos educandos, sendo por isso ato educacional de formação de consciência crítica de si mesmo e da sociedade em que estão inseridos. Paraphraseando FREIRE (1987), ninguém se conscientiza sozinho, os seres humanos se conscientizam nas interações, na vivência de uma prática.

Frente a isso, conscientizar também é educar para a construção da cidadania. Isso também implica fornecer aos educandos a oportunidade de adquirir uma base sólida de conhecimentos que lhes propiciem conhecer a realidade em que vivem, propiciar a vivência de relações sociais mais democráticas, que antecipam uma ordem social mais coletiva, participativa, igualitária, a partir de uma ação individual e coletiva. Compreendemos que não são os discursos que formam a consciência política, mas a prática, ao dar sentido concreto a esses discursos.

Por meio do diálogo com os educandos, buscamos indícios de que em nossa ação educacional vivíamos um processo de conscientização e portanto de construção da cidadania. Em outras palavras, buscamos saber se aquelas aulas de Física potencializaram um outro olhar sobre o mundo que os cerca, a que responderam:

*“Mudou. Eu comecei a perceber as coisas, como elas aconteciam. Comecei a discutir com meu primo os assuntos estudados. Eu sempre lembro e aplico a regra da mão direita para retirar e apertar parafusos”.*

*“Mudou a minha forma de ver as coisas. Vejo com mais clareza e procuro entender as coisas, por quê acontecem. Hoje, não fico no que vejo, mas procuro entender isso que vejo. Até na sala de aula às vezes eles pedem para fazer tal coisa e a gente quer saber por que temos que fazer tal coisa”.*

*“Acho que sim, porque passei a ver os detalhes do nosso cotidiano. Por exemplo, no liquidificador eu via que tinha aquelas borrachinhas, mas não sabia para que serviam. Eu achava que era só da parte estética, só então passei a perceber que era para fixar o aparelho em cima da mesa, para que ele não girasse em sentido contrário ao das faquinhas. E outras coisas também que você vê na tua vida, que eu não saberia explicar por que se aprende ou por que acontecem. Começamos a perceber coisas que pareciam normais e que a gente nem se perguntava por que aconteciam”.*

*“Eu acho que é importante até pela forma como a gente vai se relacionar com as pessoas”.*

*“Eu acho que mudou bastante, porque antes da gente começar aquele estudo, aquele método de estudar a Física, de ver o conteúdo não só escrito, mas na prática, de ver o fenômeno, acho que a gente passou a dar maior importância a aquilo que acontece por perto. Antes aquilo passava despercebido, e depois você começa a observar que cada coisa é influência de uma outra coisa, que é importante. Você começa a observar. Acho que desenvolve bastante a capacidade de raciocínio. Começa a imaginar, a pensar no que vai acontecer. Vai acontecer isso? Começa a prestar mais atenção e dá a tua idéia”.*

O educando do primeiro depoimento afirma que ocorreram mudanças, pois ele começou discutir com outras pessoas sobre os assuntos estudados. Acreditamos que as aulas atuaram como um componente disso, pois possibilitaram-lhes o diálogo em torno de assuntos desta natureza. Ao mesmo tempo, afirma que esse aprendizado facilitou-lhe realizar o seu trabalho, isto é, nessa instância ele tornou-se mais cidadão, uma vez que conhecimentos adquiridos nas aulas de Física colaboraram para realizá-lo melhor, emancipando-o de um processo mecanicista que caracterizava anteriormente seu *que fazer* diário.

Esse educando fez leitura das atividades educacionais de uma forma muito aproximada da que nós, educadores que vivemos e elaboramos de forma colaborativa esse projeto educativo de investigação-ação. Dessa forma, temos fortes indícios para afirmar que ele realmente estudou esses conteúdos de Física na perspectiva proposta. Afinal, ele consegue trabalhar dinamicamente o concreto e o abstrato, pois, pelo que diz, consegue fazer a relação do que foi estudado com sua realidade. Ele passa a percebê-la não apenas como realidade concreta, pois não só a vê, mas a percebe como sua, e por isso sabe do potencial transformador da educação que viveu. Além disso, faz do que estudou em Física – com os objetos tecnológicos – instrumento para sua libertação cultural, ou seja, incorpora seu *que fazer* como objeto cognoscível, mediador do diálogo com o outro no mundo.

Para esses educandos a vivência de uma prática educacional dialógica em física oportunizou-lhes uma leitura da sua realidade. Problematizando-a, puderam buscar seus significados, pois para eles não basta mais o fato como situação idealizada, mas o que ele representa. Passaram a questionar, ver mais a fundo, olhar as coisas com mais clareza, buscando o entendimento dos processos que estão vivendo e que são estruturados pela ciência e pela tecnologia.

Para nós, esses educandos relacionam as aulas de Física com a possibilidade de sua libertação cultural, pois passaram a perceber as coisas ao seu redor e buscar os porquês, isto é, uma explicação, uma justificativa para o que acontece ao seu redor. Ao relacionarem isso ao fato de adquirir mais cultura, falam da importância do conhecimento educacional, não descartando nem desvalorizando o saber adquirido nas experiências vividas, mas acreditam na emancipação relacionando teoria – apreendida nos bancos escolares – e prática – vivida no dia-a-dia na oficina da vida –, que a educação formal pode lhes possibilitar.

Na nossa compreensão, as falas desses educandos mostram como nossas aulas convergiam para uma prática educacional dialógica. Nesse sentido, estamos inclinados a afirmar que a prática educacional suscitou esse sentimento, essa percepção. Se eles passaram a ser mais auto-críticos, auto-reflexivos, foi porque vivemos isso em sala de aula.

Ao mesmo tempo, os alunos mostram que têm potencial para fazer reflexões acerca de suas ações e também de ter percepção e consciência do que fazem, pensar e analisar sobre suas atuações para agir melhor, de maneira mais informada. Em outras palavras, agora são

mais observadores, investigadores de sua própria realidade. Atribuem isso às aulas de Física. No nosso entendimento, se eles adquiriram essa percepção, devem ter adquirido consciência de suas vivências, de seus mundos. Essa consciência é que pode conduzi-los para uma construção de cidadania. Pois tomando consciência do que os cercam, eles percebem a sua realidade como ela é. Depois poderão entendê-la não apenas como realidade concreta. Dessa forma, poderão agir e refletir sobre ela para transformá-la, torná-la mais humana.

Nesses depoimentos – na nossa opinião – está explícito que nossa prática educacional estava embasada em princípios, valores éticos que fundamentam a cidadania. Se eles conseguem sentir que algo mudou a partir daquela vivência – na forma de se relacionarem com as pessoas e com o mundo – é porque o processo de conscientização foi incorporado na forma de um sentimento ético de respeito pela vida, pelos outros seres humanos. Afinal, para se relacionarem como pessoas é preciso que existam e que se observem esses valores de respeito às diferenças, que vêm a ser a diversidade. Ou seja, é preciso ter consciência de que somos iguais, mas, ao mesmo tempo, diferentes na maneira de agir, pensar e sentir. Que podemos ser iguais, mas, mesmo assim, conservarmos nossa individualidade, com atitudes e práticas diferentes. Esses valores éticos de respeito a essa individualidade é que favorecem as relações que estabelecemos com as pessoas – do ponto de vista freireano, interações dialógicas verdadeiras. Desenvolver essa percepção, essa consciência, é desenvolvermo-nos enquanto cidadãos.

Pode ser que esses educandos estivessem querendo falar em relações democráticas, que pensamos ter vivido em sala de aula – via interação entre educadora e educandos –, interação construída e embasada no respeito pelos direitos democráticos de participação e liberdade, pautada numa prática educativa de quem está ali para ensinar e aprender ao mesmo tempo, tendo o conhecimento educacional em Física como mediador do diálogo.

Nessas falas, os educandos fazem também reflexões sobre a prática educacional vivida e – na nossa opinião – indicam que ela estava permeada por valores educacionais que tentamos construir e viver juntos. Uma prática que partia da realidade dos envolvidos – ao estudar a Física com objetos tecnológicos extraídos da realidade dos alunos –, que potencializavam ações participantes, às quais os envolvidos eram sujeitos no processo de ensinar e aprender. Através dos objetos tecnológicos, pretendíamos penetrar na realidade dos envolvidos, para compreendê-la, conhecê-la e potencializar mudanças nela.

Porém essas reflexões vão além, indicando que eles podiam falar, dizer a sua palavra. Por esse diálogo é que superaram a contradição entre educador e educando – na concepção educacional bancária –, em que a relação deixa de ser de sujeitos que sabem para sujeitos que nada ou pouco sabem. Em vez disso, numa relação mais respeitosa entre sujeitos que compartilham um objeto cognoscível – o conhecimento educacional em Física.

Nessa instância, estávamos como educadores-educandos, buscando e mantendo o diálogo. Para isso foi preciso que os envolvidos dialogassem entre si, para que pudéssemos entender o que pensamos e como vivemos; enfim, nosso contexto. Estávamos pesquisando o pensar deles enquanto agíamos educacionalmente, transformando-nos portanto durante esse processo em investigadores ativos-críticos. Ativos porque estávamos ali vivendo a ação, e críticos porque estávamos “*admirando*” a prática educacional, da qual éramos intérpretes-autores.

Esses depoimentos ainda falam de participação e liberdade, que são princípios básicos de relações democráticas. A prática educacional tinha a intenção de ser comprometida com esses princípios, por isso buscava-se vivê-los durante a ação, no plano concreto.

Acreditamos que se queremos que os educandos se transformem em sujeitos históricos, é na própria ação que devem ser sujeitos.

Buscamos, com nossas ações individuais, tornar a prática educacional uma ação coletiva, pautada por princípios de liberdade e participação. Com a ação coletiva, as aulas incorporaram às vezes aspectos de solidariedade, igualdade e diversidade – por exemplo, quando realizada em grupos –, formando uma relação democrática de poder, um dos princípios básicos da cidadania.

Quanto à educação em Física, uma das categorias analisada foram os princípios de conservação, nosso fio condutor – principalmente no nível curricular. Buscamos, por meio do diálogo com os educandos, indícios de que eles tivessem percebido esse norte.

Os educandos relacionam os conteúdos com o seu *que fazer* cotidiano. Para alguns deles, a importância dos conteúdos estudados está diretamente relacionada com sua utilização, no seu trabalho, na sua prática cotidiana. Este fato pode ser devido à síntese que eles supostamente fazem entre os conhecimentos adquiridos nas aulas de Física e o seu emprego no trabalho que realizam. Isto ressalta a percepção que têm ao trabalhar com objetos tecnológicos do cotidiano, como por exemplo, seu funcionamento e as relações com o conteúdo estudado.

Percebemos – nos depoimentos – que o interesse dos educandos estavam mais voltados para o estudo do funcionamento dos objetos tecnológicos que freqüentaram nossas aulas. Daí nossa interpretação do quanto nossas aulas poderiam ter sido mais educativas – segundo a concepção educacional freireana – se tivéssemos feito com que mais artefatos tecnológicos freqüentassem nossas aulas. Os poucos objetos que freqüentaram efetivamente o espaço escolar, foram utilizados apenas como recurso didático, não chegando a se transformar em equipamentos geradores.

Pelos depoimentos, esse teria sido um dos saltos em termos de qualidade de nossas aulas, uma vez que é o centro dos interesses dos educandos. Buscamos mudanças nos conteúdos educacionais, porém não soubemos aproveitar a oportunidade para efetivá-las, ao não termos trabalhado nessa perspectiva educacional com os objetos tecnológicos, ou seja, como equipamentos geradores.

Apostávamos no diálogo, na participação, e para isso era preciso vivermos uma prática educacional como *prática da liberdade*, uma vivência que não exclui a responsabilidade na condução e direcionamento do processo, mas que, em vez disso, favorece as interações democráticas, no sentido de manter e viabilizar o direito de cada um dizer a sua palavra e de expor as suas idéias.

Outro aspecto abordado em relação à educação em física referiu-se ao estudo de objetos tecnológicos. A vivência dessa prática educacional foi pautada pelo desenvolvimento de atividades práticas e teórico-experimentais com os objetos tecnológicos, sempre buscando retomar o direcionamento da cidadania. Porém, conforme já foi dito anteriormente, devido ao fato de esses objetos freqüentarem muito pouco a sala de aula e menos ainda como equipamentos geradores, o que ocorreu é que os que por lá passaram e com os quais sistematizamos atividades práticas e teórico-experimentais, foram utilizados apenas como recurso didático, ou seja, como *objetos-meios*.

Mesmo assim, na nossa compreensão, as atividades teórico-experimentais sistematizadas a partir de objetos tecnológicos viabilizaram uma prática educacional dialógica e podem ser vistas como um componente da operacionalização da cidadania.

Contudo, precisamos destacar o fato de não podermos afirmar que os educandos perceberam o direcionador curricular: os princípios de conservação. Em nenhum momento, apesar de termos dado muita ênfase nesse princípio físico durante as aulas, isso é evidente nas suas respostas. É claro que a pergunta *qual foi a coisa mais importante que aprendeu naquela ocasião nas aulas de Física*, pode ter dado margem a diversas interpretações. Além disso, o termo “coisas”, pode ter sido interpretado como sinônimo de objetos. Mas, por outro lado, observa-se que alguns educandos entenderam que estávamos querendo saber a respeito de princípios físicos, leis gerais, tanto que citaram alguns. Isso implica – na nossa opinião – na validação do instrumento elaborado que gerou as respostas que ora analisamos.

Finalmente, não acreditamos que o trabalho educativo realizado naquela ocasião tenha ficado depreciado educacionalmente. Afinal, esta abordagem conceitual – conhecida como *conceitual unificadora* – que prioriza curricularmente as leis de conservação – na verdade os *conceitos unificadores regularidade e transformação* –, apesar de ter sido incorporada por nós, pode não ter balizado nossa prática educacional em Física.

Quando indagados sobre os objetos, temas e o envolvimento deles com as aulas, afirmaram:

*“O tema estudado com o liqüidificador era rotação, o movimento rotacional. Com o toca-disco estudamos a velocidade, a freqüência, o período, velocidade angular. Diretamente colaborei, foi quando realizamos aquela prova, sobre o torque. Era uma prova em que todo mundo tinha que montar o sistema com os clips a respeito do equilíbrio... Eu gostei, achei produtiva a aula. Não tinha como ficar esperando alguém te dar a resposta, mas ir atrás dela”.*

*“Ventilador, toca-discos, liqüidificador; a da cadeira que a gente trabalhou foi a inércia nas rotações, o momento de inércia, que eu colaborei porque ajudei a contar o tempo”.*

*“Lembro da máquina de lavar roupa, a bicicleta, para calcular ... O desenho da roda d'água, que a gente estudou os tipos de energia, a energia potencial gravitacional, a energia cinética. Eu participei naquela da cadeira giratória também, na segunda vez, no caso da rotação com os braços abertos, com os braços fechados, qual girava com mais velocidade... não lembro do conteúdo, só da atividade”.*

Os educandos acima citam na maioria das vezes os mesmos objetos, porque realmente foram esses poucos que freqüentaram a sala de aula. Portanto, era de se esperar que lembrassem apenas desses. O que interessa nesse momento é que alguns lembram dos objetos que estiveram presentes em nossas aulas, sendo capazes de relacionar aos temas abordados.

Eles enfatizam a importância da participação no desenvolvimento da atividade. Quando o educando diz “eu acho que quem participa, quem sentou na cadeira é que vai entender melhor a aula”, no nosso entendimento ele quer dizer que se você tem uma ação e participa, não esquece. Ou seja, se você é sujeito na ação, compreende o conteúdo, e a partir disso tem muito mais possibilidade de participar do diálogo. Ao mesmo tempo, ele está falando de uma aula dinâmica, ativa, e por isso dialógica.

O segundo depoimento revela que os alunos davam importância à busca de soluções para os problemas e que com isso sentiam que estavam participando. Entendemos que eles querem ressaltar a importância da ação vivida, pois com ela buscamos deixar de lado a passividade presente no cotidiano escolar.

As citações acima também lembram das figuras de objetos que freqüentaram nossas aulas em detrimento dos objetos, o que mostra o quanto nossa prática em sala de aula estava distante das nossas reais intenções. Se queríamos trabalhar a nossa realidade através dos objetos tecnológicos, deveríamos pelo menos ter oportunizado aos educandos que os mesmos estivessem lá concretamente. Por meio de desenhos, é como se estivéssemos olhando a realidade à distância, como se não quiséssemos vivê-la de fato!

Dessa perspectiva, nem é possível dizermos que a escola era pública, pois, como se sabe, apesar de sempre estar sem verbas para compra de material didático – por exemplo, comprar uma bicicleta para deixá-la no laboratório –, no caso, esse não era o problema, uma vez que havia bicicletas inclusive na sala (porque esse é o meio de transporte de muitos de nossos educandos, de casa para a escola. Como o laboratório de Física fica no térreo, eles pediam para guardá-las lá durante a aula).

As bicicletas estavam lá estacionadas. Contudo, no quadro negro e nos cadernos desenhávamos bicicletas. Tínhamos as bicicletas ali, podíamos ver, tocar, mexer, sentir... No entanto, preferimos olhá-las via esquema, em vez de mexer nelas verdadeiramente.

Isso nos leva a refletir sobre as práticas educacionais... Até que ponto estamos realmente comprometidos em entendê-las quando nossos educandos atuam com desenhos, que representam a realidade abstratamente? Será que levamos em conta que eles estão ali, fazendo parte da realidade como nós, enquanto nos recusamos a agir em favor da pretensa análise científica do evento? Porque viabilizamos aos educandos apenas uma visão de mundo cientificista, majoritariamente analítica, em detrimento de uma prática educacional popular?

Retomando a análise dos depoimentos, creio que os educandos se deram conta de que os objetos não estiveram lá. Nas suas falas eles fazem essa constatação e criticam, mesmo que sub-repticiamente: “Nós não usávamos tanto objetos, mas sim, desenhos de objetos, figuras representando situações”.

Tentamos mudar essa situação, principalmente por estarmos vivendo uma espiral auto-reflexiva – nós já tínhamos nos dado conta disso, quando nos reunimos para refletir sobre nosso planejamento e ação. Nessa ocasião redirecionamos nossa ação, fazendo com que os objetos tecnológicos efetivamente ingressassem mais em nossas aulas. A reflexão nos proporcionou visualizar esse equívoco. Porém, em alguns casos não houve redirecionamentos no plano prático. Por exemplo, ao trabalharmos com conservação de energia, não soubemos resgatar como ocorre o processo num automóvel, optando pela análise tradicional e distanciada de uma usina hidrelétrica convencional.

Chegamos a imprimir um certo direcionamento nas aulas com a utilização de objetos tecnológicos, em torno dos quais sistematizamos algumas atividades práticas e teórico-experimentais. Com alguns deles, por exemplo o toca-disco, pensado teoricamente como um equipamento gerador, chegamos mesmo a estudar conservação de momento angular, via compreensão do seu princípio de funcionamento.

Apesar disso tudo, cremos poder afirmar que trabalhar com objetos tecnológicos torna o processo de ensino-aprendizagem mais significativo aos envolvidos e que essa prática potencializa as ações-participantes. Mesmo porque, se eles pouco freqüentaram nossas aulas, nos esforçamos para freqüentar o ambiente deles e aprender sobre eles, como no caso em que visitamos oficinas mecânicas para estudar os tipos de freios.

Se os depoimentos, por um lado, não ilustram satisfatoriamente as atividades educacionais vividas, por outro, qualificam o quanto foi significativo para os educandos

trabalharem com objetos tecnológicos. Isso indica que trabalhar com objetos tecnológicos apenas como recurso didático é pouco significativo, principalmente se levarmos em conta o que tínhamos nos proposto e que vem ao encontro dos interesses dos educandos, ou seja, transformá-los em equipamentos geradores (De Bastos, 1995). Para nós, estudar Física é ao mesmo tempo adquirir conhecimentos científicos nessa área do conhecimento, de tal forma que propicie o entendimento de como funcionam alguns sistemas físicos com os quais interagimos cotidianamente. Na nossa opinião, na educação dialógica em Física, isso é fundamental.

Os educandos mencionam também a importância da interação entre teoria e prática. Para eles, trata-se de poder ver as teorias na prática – o que pode ser um equívoco, ou uma visão restrita do potencial educativo das teorias físicas. Contudo eles acreditam que isso lhes ajuda a entender os conteúdos, embora não se trate de facilitar a apreensão dos conteúdos, e sim de incorporá-los.

### Conclusão

Resultados parciais sugerem uma reorientação de nossos planos. Faz-se necessário conduzirmos uma discussão introdutória sobre a dimensão epistemológica do trabalho com objetos técnicos.

Constatamos que o interesse dos educandos centrava-se no funcionamento e fabricação de objetos técnicos correlacionados aos conceitos e relações em estudo. Tudo indica que a construção, desenvolvimento e análise de propostas desta natureza, pautadas pela *investigação temática* podem contemplar tanto o processo reflexivo, ao lado do investigativo – o *como funciona* – destes objetos técnicos.

Dessa forma, concluímos em favor de uma proposta educacional dialógica em Física que engendre a concepção de investigação de objetos tecnológicos transformados em *equipamentos geradores*, priorizando o ensino por *temas*, buscando problematizar conceitos e práticas e *ensaiar* novas estruturas deles, a partir de um processo de investigação-ação no ensino de ciências naturais e formação de professores neste campo do conhecimento.

### Referências bibliográficas

- ANDERSON, S.; BAZIN, M. *Ciência e (in)dependência*. Lisboa: Livros Horizonte, 1977. v. 2.
- ANGOTTI, J. A. P. *Fragmentos e totalidades no ensino de Ciências*. 1991. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ANGOTTI, J. A. P. Construção e Realidade no Ensino de Física. In: \_\_\_\_\_. *Fragmentos e totalidades no ensino de Ciências*. 1991. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo. Anexos.
- ANGOTTI, J. A. P.; DELIZOICOV, D. N. *Metodologia do Ensino de Ciências*. São Paulo: Cortez, 1992.
- CARR, W.; KEMMIS, S. *Teoría crítica de la Enseñanza: investigación-acción en la formación del profesorado*. Barcelona: Martinez Roca, 1988.

- BASTOS, F.P. *Alfabetização técnica na disciplina de Física: uma experiência educacional dialógica*. 1990. Dissertação (Mestrado) - CED/PPGE, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- BASTOS, F.P. *Pesquisa-ação emancipatória e prática educacional dialógica em ciências naturais*. 1995. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.
- FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. *Física*. São Paulo: EDUSP, 1990. 3v.
- GARCIA, M.I.G.; CERÉZO, J.A.L.; LUJÁN LÓPEZ, J. L. *Ciencia, tecnología e sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Editorial Tecnos, 1996. cap. 6, 7 e 9.
- GOLDMAN, S.L. Ninguna innovación sin representación: la actividad tecnológica en una sociedad democrática. In: *Estudios Sobre Sociedad y Tecnología*. Barcelona: Anthropolos, 1992.
- MENEZES, L.C., KAWAMURA, R.D.; HOSOUME, Y. Objetos e objetivos no aprendizado da Física. In: EPEF, 4, 1994, Florianópolis. *Atas...* Florianópolis: UFSC, 1994.
- MION, R. A. *Processo reflexivo e pesquisa-ação: apontamentos sobre uma prática educacional dialógica em Física*. 1996. Dissertação (Mestrado) – PPGE, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- PACEY, A. *La cultura de la tecnología*. México: Fondo de Cultura Económica, 1990.
- WINNER, L. *La ballena y el reactor*. GEDISA Editorial, 1987.

**Artigo Recebido em: 03/05/00**

**Artigo Aceito para Publicação em: 01/06/01**

