

PROPOSTA EDUCACIONAL EM FÍSICA: DISCUTINDO CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE¹

Rejane Aurora Mion

(Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário, Trindade, Florianópolis, SC, 880000-000, Fone(Fax): 048 2335351 e Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, e-mail: ramion@rocketmail.com).

José André Peres Angotti

(Universidade Federal de Santa Catarina. CP 476, Campus Trindade, 88040.900 - Florianópolis, SC - Fone: 048 331 9263, e-mail: ced1opm@ced.ufsc.br).

Fábio da Purificação de Bastos

(Universidade Federal de Santa Maria. Campus Universitário, Bairro Camobi, Santa Maria, RS. Fone(Fax): 055 2208010, e-mail:fbastos@ce.ufsm.br).

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, o *programa* de investigação-ação. Os resultados mostram que o trabalho docente é possível nesta direção, 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 *episteme* 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 esta disjunção no ensino de Física/Ciências e buscar os elos para melhoria da aprendizagem, sempre contando com o desejável interesse, sempre forte quando o sujeito se defronta com os "objetos" da tecnologia.

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 geradores² nas aulas de Física, constitui um dos componentes importantes para o processo de conscientização.

¹ Trabalho parcialmente financiado pelo CNPq.

² - 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.

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?

Num primeiro momento buscaremos, analisar a dimensão epistemológica das atividades educacionais que envolvem objetos tecnológicos. Num momento seguinte, 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 separadamente, mas sim desenvolvendo investigação das ações relacionados com objetos tecnológicos da realidade dos envolvidos. Finalmente, desenvolvemos uma discussão sobre a dimensão epistemológica do trabalho com tais objetos, relacionando-a à experiência desenvolvida com os alunos, ao longo de um ano letivo.

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 "se confia no geral que os únicos meios confiáveis para o melhoramento da condição humana provém das novas máquinas, técnicas e substâncias químicas".*

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.

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 sobre como funcionam e nem como foram fabricados, ou sobre 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. Se pensa 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 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, isto é, sem compreender que esse aprendizado pode ser um componente de ações libertadoras do desconhecimento, o que provoca a opressão. Isto implica em dizer que não se dá atenção à "adequada interpretação" do significado que tecnologia possui. Neste 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 passe. 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".*

Estas mudanças nem sempre são conscientes e planejadas. Por exemplo computadores, microondas são aparatos adquiridos por necessidade "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 sentarmos e observar o desenrolar deste 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 das políticas do sistema capitalista e a perversidade do neoliberalismo. Nestes o lucro é mais importante que o humano. Sonambulismo citado pelo autor, refere-se a alienação produzida pela propaganda que objetiva o consumo -- compramos levados 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 significado da tecnologia 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 que querem nos fazer crer que existe e que é a alienação.

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, e a inversão de valores ou crise de valores em que vivemos, aliados a quase certeza da impunidade, corremos o risco de acharmos normal. Por outro lado, já nos acostumamos com alguns aparatos tecnológicos fruto de avanços científico-tecnológicos e que sem eles 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 poderá acontecer. Nós chegamos a um estágio que não podemos nos privar deste *caldo cultural*.

"O modo como os homens produzem seus meios de vida depende, antes de tudo, da natureza mesmo dos meios de vida com que se encontram e que se trata de reproduzir. Este modo de produção não deve considerar-se somente enquanto é a reprodução da existência física dos indivíduos. É, melhor, um determinado modo de atividade destes 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 se confronta com as tecnologias como formas de vida, deveria 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 do fazer propaganda política? Segundo WINNER (1987), os artefactos podem conter propósitos políticos. Primeiro, os artefactos tecnológicos se convertem numa maneira de solucionar um problema social. Ex. bomba d'água no Nordeste. Segundo, 'tecnologias inerentemente políticas'. Com o termo 'política', o autor quer dizer disposições de poder e autoridade em associações humanas assim como atividades que tem 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? 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 de fábrica com encosto somente nos bancos dianteiros? Tem política nisso? E as conseqüências?

Esta idéia reforça a tese de que é necessário implementar propostas político-pedagógicas que viabilizem a educação numa perspectiva emancipatória dos envolvidos. Reelaborar os conhecimentos físicos, assumidos como conhecimentos educacionais em Física através do estudo das leis, princípios, conceitos, etc., envolvidos na fabricação e funcionamento de artefatos tecnológicos como possibilidade de refletir sobre seus significados. Discutir temáticas que poderão ser levantadas, problematizando-se a partir desses objetos, situações e fenômenos do nosso cotidiano.

Quanto ao problema da má distribuição da renda, em particular a da falta de terra para milhões de brasileiros, ou, grandes propriedades sem levar em conta a função social da terra, se refletindo na falta de dignidade que só o trabalho pode nos proporcionar. E na escola, quando isso é relacionado ao tema eletricidade? Quando em uma aula de Física, mais especificamente, quando se trabalha com os princípios de conservação da Energia se discute 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 deve ser construída? Quando as comunidades são convidadas a discutir? Ou devemos todos acreditar e concordar que uma usina como a de Itaipú é o melhor modelo? Ou, em resumo, isto não é universo temático de Física? Bom, se isso não é universo temático de Física, vamos aos automóveis.

O automóvel se, transformado em equipamento gerador, mesmo que, trabalhando com temáticas comumente pré-determinadas no currículo de Física do ensino médio da educação básica -- Mecânica, Termometria, Termodinâmica, Óptica, Ondas, Eletricidade e Magnetismo --, podem ser perfeitamente estudados a partir da fabricação e funcionamento do carro. Inclusive e principalmente, tendo os princípios de conservação na perspectiva conceitual unificadora como fio condutor de todo este trabalho.

Creemos ser possível construir um currículo de Física no ensino médio norteado pelos princípios de conservação e mais, face à constante opção dos alunos pelo carro por ocasião dos levantamentos, somos testemunha que esta máquina é forte candidata a ser investigada como equipamento gerador. Será que, além de estudar os princípios físicos, os conceitos, etc., relativos ao seu funcionamento e fabricação, não é possível discutir as causas e os efeitos das montadoras de automóveis no Brasil nesse momento de implementação do projeto "modernoso" onde, *"observa-se a globalização por um lado, do mercado e do capital e por outro lado, da pobreza e da miséria"*? E mais, sendo o automóvel um meio de transporte particular e que no máximo transporta cerca de 200 kg além de sua própria- mínima de 800 kg- o que significa 3 a 4 pessoas, com um número cada vez maior de unidades circulando; exigindo uma rede complexa de investimentos pesados, sem deixar de lançar quantidades de poluentes no meio ambiente. Então, emissão e composição de poluentes, estradas, pontes, viadutos, passarelas, transporte coletivo também não poderiam ser "conteúdos" educacionais em Física ou em ciência e 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 e genuinamente brasileira. Quando se discute em aulas de ciências naturais e tecnologia, o que ocorreu com esse programa. Por que pararam as pesquisas? É possível que tenha faltado interesse para entender que isso poderia significar ao Brasil sua independência energética e dar um salto em termos tecnológicos. Pensamos que apenas a elite política e intelectual sabem disso e que dentre eles, poucos tem uma visão clara do que esse avanço científico-tecnológico poderia significar em termos políticos, culturais, administrativos e econômicos. Não fomos convidados a discutir esse, como tantos outros assuntos de interesse público.

Defendemos uma proposta curricular construída via investigações e ações no espaço educativo formal, investigando a transformação de objetos tecnológicos em equipamentos geradores, pois encerra potencialidades como possibilidade para a discussão dessas temáticas interfaceando o ensino de Física com ciência e tecnologia, sem criar uma nova disciplina específica. Concretizar essa proposta poderá viabilizar o processo de conscientização na educação formal. Podemos não impedir que essas montadoras se instalem aqui, mas podemos e devemos fazer resistência concreta com embasamento científico-tecnológico a esse modelo de sociedade.

A estratégia utilizada pelo grupo, intérpretes autores da proposta que em partes nesse estudo, sob o olhar dos alunos está sendo analisada, foi construir na prática um programa de investigação-ação educacional ensinando Física. O que segue, é 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, voltei à escola. Objetivávamos obter indícios que me 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 via diálogo com os envolvidos.

Para a elaboração do presente trabalho, obtivemos as informações a partir de um questionário elaborado por nós, tendo como parâmetros balizadores, categorias de análise escolhidas na ocasião em que construía as primeiras auto-reflexões sobre a prática educativa, olhando exclusivamente para o diário de registros. Dessas, selecionamos algumas que considerávamos que podiam elucidar alguns aspectos considerados importantes para o desenvolvimento da investigação. Enquadramos-a como uma entrevista estruturada e que foi construída especialmente para esta finalidade, ou seja, estruturar o diálogo com os educandos no espaço escolar.

Esta proposta, foi desenvolvida durante um ano letivo com alunos de 1ª série do 2º grau em uma escola pública do RS. A mesma foi planejada, implementada e avaliada de forma colaborativa com outros professores também de Física e em suas respectivas escolas, porém, desenvolvida nas aulas normais da disciplina do ensino médio.

A discussão a seguir, representa uma reflexão realizada com os alunos um ano e 4 meses após sua conclusão. Para a realização desta reflexão optamos por algumas falas dos alunos por considerá-las relevantes e ao mesmo tempo, por possuírem potencial para responder a problemática deste artigo.

A seguir transcreveremos algumas falas dos educandos, precedidas da respectiva pergunta que as gerou. Na seqüência desenvolvemos uma análise interpretativa preliminar das mesmas. Devemos ressaltar, que nesta etapa nosso intuito -- de acordo com a concepção de investigação-ação educacional adotada -- era de apenas validar as auto-reflexões elaboradas até o momento e partir para a elaboração de uma reflexão que propiciasse pelo menos um fotograma real do vivido.

Uma questão feita aos alunos se referia à "alguma atividade vivida nas aulas de Física naquela época em que realizamos a proposta", obtendo as seguintes respostas:

" 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. Como que a Sra. deu um trabalho, para pesquisar sobre os freios. Nós fomos ali na Ford, e daí um mecânico nos explicou os tipos. Também em sala de aula com o ventilador, com o toca discos, com o liquidificador, que se fosse colocado ele, se não tivesse atrito ele giraria 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 que a gente citou todos os aparelhos domésticos que tinha rotação. A ativ. da cadeira giratória, do toca-disco, do ventilador, da bicicleta também me marcou muito, mas acho que nós só fizemos o desenho da bicicleta, não sei se chegou a levar a roda da bicicleta ou não."

Pelas respostas obtidas não é possível afirmar que os educandos perceberam que havia 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 trabalhadas educacionalmente --, por exemplo a atividade educacional que fazia menção ao ventilador. Provavelmente os aspectos mencionados foram significativos mas isto não nos autoriza a afirmar que tinham clareza do que orientava a ação docente.

Outro aspecto abordado na entrevista, foi o que se refere a conscientização, pois apostamos num princípio educativo freiriano, 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. Por isso, torna-se compromisso e consciência histórica, o que implica assumir que o ser humano assumirá o papel de sujeito que faz e refaz o mundo.

Neste 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 uma estrutura desumanizante sem penetrá-la. Para realizar a humanização, se supõe a eliminação da opressão desumanizante, pois é absolutamente necessário transcender as situações-limites nas quais os seres humanos são reduzidos ao estado de coisas.

Portanto nesta perspectiva educacional, educar é conscientizar. Conscientiza-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. Parafraseando 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. Isto também implica, fornecer aos educandos a oportunidade de adquirir uma base sólida de conhecimentos que lhes propiciem conhecer a realidade em que vivem, oportunizar a vivência de relações sociais mais democráticas, que antecipam uma ordem social mais coletiva, participativa, igualitária, a partir de uma ação individual e coletiva. Não são os discursos que formam a consciência política, mas a prática ao dar sentido concreto a estes discursos.

Através do diálogo com os educandos, buscamos indícios de que em nossa vivência 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, onde responderam que:

"Mudou. Eu comecei a perceber as coisas, como elas aconteciam. Comecei discutir com meu primo os assuntos estudados. Eu sempre lembro e aplico a regra da mão direita para abrir e fechar parafusos".

"Mudou a minha forma de ver as coisas. Vejo com mais clareza e procuro entender as coisas, porquê acontece tal coisa. Hoje não fico no que vejo, mas procuro entender isso que vejo. Até na sala de aula, as vezes eles pedem para fazer tal coisa e a gente quer saber porque temos que fazer tal coisa".

"Acho que sim porque você passou a ver os detalhes, do nosso cotidiano. Por exemplo, no liquidificador eu via que tinha aquelas borrachinhas, mas não sabia para que servia. Eu achava que era só da parte estética, só então eu 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 da tua vida, que eu não saberia explicar porque você aprende, porque acontece. Começamos a ver coisas que pareciam normais e que você nem se perguntava porque 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 mais na prática, de ver o fenômeno, eu acho que a gente passa a dar maior importância à aquilo que acontece perto da gente. Porque antes aquilo passava despercebido, e depois tu começa a observar que cada coisa é influência de uma outra coisa, que é importante. Tu começa a observar. Acho que

desenvolve bastante a tua capacidade de raciocínio, tu começa imaginar mas, o quê vai acontecer? Vai acontecer isso. Tu 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 desta, pois possibilitaram-lhes o diálogo em torno de assuntos desta natureza. Ao mesmo tempo, afirma que este aprendizado facilitou-lhe realizar o seu trabalho, isto é, nesta instância 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.

Este educando fez a leitura das atividades educacionais de uma forma muito aproximada da que nós educadores que vivemos e elaboramos de forma colaborativa este projeto educativo de investigação-ação. Desta forma, temos fortes indícios para afirmarmos que ele realmente estudou freirianamente esses conteúdos de física. Afinal, consegue trabalhar dinamicamente o concreto e o abstrato, pois pelo que diz, consegue fazer a relação do que foi estudado com sua realidade. Passa a perceber-la não apenas como realidade concreta, pois não só a vê, mas a percebe como sua, e por isto sabe do potencial transformador da educação que viveu. Além disto, faz do que estudou em física -- com os objetos tecnológicos -- instrumento para sua libertação cultural, ou seja, incorpora seu quefazer como objeto cognoscível, mediador do diálogo com o outro no mundo.

Para estes 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 bastam mais saber o fato como situação idealizada, mas o que ele representa. Passaram a questionar, ver mais a fundo, olhar as coisas mais claras, buscando o entendimento dos processos que estão vivendo e que são estruturados pela ciência e pela tecnologia.

Para nós estes 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 e 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. Neste 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 em sala de aula isso.

Ao mesmo tempo, mostram que tem 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 às aulas de Física este fato. No nosso entendimento, se eles adquiriram esta percepção, devem ter adquirido consciência da suas vivências, dos seus mundos. Esta consciência é que pode conduzi-los para uma construção de cidadania. Pois tomando consciência do que os cercam, percebem a sua

realidade como ela é. Depois poderão entendê-la não apenas como realidade concreta. Desta forma, poderão agir e refletir sobre a mesma 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 mudou algo a partir daquela vivência -- na forma de se relacionarem com as pessoas e com o mundo -- é porque o processo de conscientização lhes 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 estes valores de respeito as diferenças, que vem a ser a diversidade. Ou seja, é preciso terem consciência de que somos iguais, mas ao mesmo tempo, diferentes na maneira de agir, pensar e sentir. Que podemos ser iguais, mas que mesmo assim, conservamos nossa individualidade, podendo ter atitudes e práticas diferentes. Esses valores éticos de respeito a esta individualidade é que favorecem as relações que estabelecemos com as pessoas -- do ponto de vista freiriano, interações dialógicas verdadeiras! Desenvolver essa percepção, essa consciência é desenvolvermo-nos enquanto cidadãos!

Pode ser que estes 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.

Nestas falas, os educandos fazem também reflexões sobre a prática educacional vivida e -- na nossa opinião -- indicam que a mesma 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 mesmos --, que potencializavam ações-participantes, onde 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 transformações na mesma.

Porém, estas reflexões vão além, indicando que podiam falar, dizer a sua palavra. Por este diálogo é que superaram a contradição educador e educando -- na concepção educacional bancária --, onde a relação deixa de ser de sujeitos que sabem para sujeitos que nada ou pouco sabem. Ao invés disto, numa relação mais respeitosa entre sujeitos que compartilham um objeto cognoscível -- o conhecimento educacional em física.

Nesta instância, estávamos como educadores-educandos, buscando e mantendo o diálogo. Para isso foi preciso que os envolvidos dialogassem entre si, para que pudéssemos nos entender sobre o que pensamos e como vivemos...enfim nosso contexto. Estávamos pesquisando o pensar deles enquanto agíamos educacionalmente, transformando-nos portanto durante este 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.

Estes 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 as 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 foi os princípios de conservação, que era o nosso fio condutor -- principalmente no nível curricular. Buscamos através do diálogo com os educandos indícios de que eles tivessem percebido esse norte.

Os educandos relacionam os conteúdos com o seu quefazer cotidiano. Para alguns deles a importância dos conteúdos estudados, está diretamente relacionado com sua utilização, no seu trabalho, na sua prática cotidiana. Este fato pode ser devido a síntese que estes 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, o funcionamento desses e as relações com o conteúdo estudado.

Percebemos -- pelos depoimentos acima -- 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 freiriana -- 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 transformarem 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 nesta 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, ao invés disto, 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 em relação a Educação em Física abordado, referiu-se ao estudo de objetos tecnológicos. A vivência dessa prática educacional foi pautada pelo desenvolvimento de atividades teórico-experimentais com os objetos tecnológicos, sempre buscando retomar o direcionamento da cidadania. Porém, conforme já foi dito anteriormente, devido ao fato desses 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 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 podemos afirmar que os educandos perceberam o direcionador curricular: os princípios de conservação. Em nenhum momento, apesar de termos dado muita ênfase neste princípio físico durante as aulas, isto 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 disto, a expressão "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. Isto implica -- na nossa opinião -- na validação do instrumento elaborado que gerou as respostas que ora analisamos.

Finalmente, segundo nossa visão isto não significa que o trabalho educativo realizado naquela ocasião fica totalmente 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 liquidificador era rotação, o movimento rotacional. Com o toca-discos estudamos a velocidade, a frequência, o período, velocidade angular. Diretamente colaborei, foi quando realizamos aquela prova, que foi 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, tu tinha que ir atrás da resposta."

"Ventilador, toca-discos, liquidificador, a da cadeira que a gente trabalhou foi a inércia nas rotações, o momento de inércia, que eu colaborei porque ajudei 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 pegava 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 destes. O que interessa nesse momento, é que alguns lembram dos objetos que estiveram presentes em nossas aulas, sendo capazes de relacionar aos temas abordados com os mesmos.

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 que por isso dialógica.

O segundo depoimento revela que eles davam importância à busca de soluções para o 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. Isto 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 estivessem lá concretamente. Através de desenhos, é como se estivessemos olhando a realidade à distância, como se não quizessemos vivê-la de fato!

Desta 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 haviam bicicletas inclusive na sala (porque este 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, ao invés 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 representa 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 que os objetos não estiveram lá. Nas suas falas eles fazem essa constatação e criticam, mesmo que subrepticamente. "Nós não usávamos tanto objetos, mas sim, desenho de objetos, figuras representando situações."

Tentamos mudar esta 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. Nesta ocasião redirecionamos nossa ação, fazendo com que os objetos tecnológicos efetivamente ingressassem mais em nossas aulas. A reflexão nos proporcionou visualizar este 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-discos, pensado teoricamente como um equipamento gerador, chegamos mesmo a estudar conservação de momento angular, via compreensão do seu princípio de funcionamento.

Apesar disto tudo, cremos poder afirmar que trabalhar com objetos tecnológicos, torna o processo de ensino-aprendizagem mais significativo aos envolvidos e que esta 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 estes depoimentos, por um lado, não ilustram satisfatoriamente as atividades educacionais vividas, por outro, qualificam o quanto foi significativo para eles 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 nesta área do conhecimento, de tal forma propicie o entendimento de como funcionam alguns sistemas físicos com os quais interagimos cotidianamente. Na nossa opinião, na educação dialógica em física, isto é fundamental!

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 isto lhes facilita para entender os conteúdos, se bem que não se trata de facilitar a apreensão dos conteúdos e sim de incorporá-los.

Bibliografia

ANDERSON, S. e BAZIN, M. *Ciência e (in)dependência*. Livros Horizonte, Lisboa, 1977 (2 volumes).

ANGOTTI, J.A.P. *Fragmentos e Totalidades no Ensino de Ciências*. Tese de Doutorado, FEUSP, 1991.

ANGOTTI, J.A.P. e DELIZOICOV, D.N. *Metodologia do Ensino de Ciências*. Cortez, São Paulo, 1992.

CARR, W. e KEMMIS, S. *TEORIA CRÍTICA DE LA ENSEÑANZA: Investigación-acción en la Formación del Profesorado*. Martinez Roca, Barcelona, 1988.

DE BASTOS, F.P. *Pesquisa-ação emancipatória e prática educacional dialógica em ciências naturais*. Tese de Doutorado, FEUSP, 1995.

FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia*. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1997.

FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.

GRAF. *Física vol. 1, 2 e 3*. São Paulo, EDUSP, 1990. (Vários autores).

GARCIA, M. I. G. e CEREZO, J. A. L. E LUJÁN LÓPEZ, J.L. *CIENCIA, TECNOLOGÍA E SOCIEDAD: Una Introducción al Estudio Social de la Ciencia y la Tecnología*. Cap. 6,7 e 9. Editorial Tecnos, S.^a, Madrid.1996.

GOLDMAN, Steven L. *Ninguna Innovación Sin Representación: La Actividad Tecnológica en una Sociedad Democrática*. In ESTUDIOS SOBRE SOCIEDAD Y TECNOLOGÍA. Barcelona, Anthropos, 1992.

MENEZES, L.C., KAWAMURA, R.D. e HOSOUME, Y. *Objetos e Objetivos no Aprendizado da Física*. Atas do IV EPEF, UFSC/CED, Florianópolis, 1994.

MION, Rejane A. *Processo Reflexivo e Pesquisa-Ação: apontamentos sobre uma prática educacional dialógica em Física*. Dissertação de Mestrado. PPGE/UFSM-RS, 1996.

PACEY, Arnold. *La Cultura de la Tecnología*. Fondo de Cultura Económica, México, 1990.

WINNER, L. *La Ballena y el Reactor*. GEDISA Editorial. 1987.