
AS CONCEPÇÕES DE ENSINO DE FÍSICA E A CONSTRUÇÃO DA CIDADANIA^{1 2}

Gabriel Dias de Carvalho Júnior
Colégio Marista Dom Silvério
Belo Horizonte – MG

Resumo

O ensino de Física nos anos 60 e 70 possuía um cunho altamente matematizado. No entanto, sabemos que a mera aplicação de equações não abre espaço para questionamentos da estrutura social estabelecida. Recentemente, temos uma crescente discussão a respeito da função social do ensino de Física, o que tem permitido que a prática docente se dê a nível conceitual e articulada com a realidade do aluno. Assim, a aula de Física passa a ser considerada, também, um momento de construção de valores éticos a respeito da utilização de recursos naturais e das tecnologias decorrentes. A concepção de ensino de Física que um certo professor ou uma instituição possui, sua ideologia, sua política e seus valores, podem ser explicitados através da análise de sua prática pedagógica.

Palavras-chave: *Física, ensino, conceito, transgressão, avaliação, professor, diálogo.*

Abstract

The teaching of physics during the 1960s and 1970s followed a highly mathematical approach. As a result, it is know that the simple application of equations does not allow for questioning of the established social structure. Recently, a discussion has arisen with regard to the social function of physics teaching, that has enabled

¹ Conceptions of physics teaching and the construction of citizenship.

² Recebido: outubro de 2000.
Aceito: novembro de 2001.

pedagogic practice to rise to the conceptual level and to articulate with the reality of the student. Thus, the physics lesson has come also to be considered as a moment for the construction of ethical values with respect to the use of natural resources and developing technologies. The conception of physics teaching that a particular teacher or institution possesses, together with their ideology, politics and values, can be made explicit through an analysis of their pedagogical practice.

Keywords: *Physics, teaching, concept, transgression, evaluation, teacher, dialogue.*

*Não vou me deixar embrutecer
eu acredito nos meus ideais
podem até maltratar o meu coração
que o meu espírito ninguém vai conseguir quebrar
(Renato Russo)*

I. Introdução

As ciências da natureza fornecem elementos para que se possa entender melhor o mundo à nossa volta, sendo importantes para a construção de uma sociedade mais crítica e comprometida com o destino de todos os seres. Nessa área do conhecimento, os métodos que os cientistas utilizam para a obtenção e o tratamento de resultados são rigorosos e os mecanismos de controle de experiências permitem uma reprodução das mesmas em qualquer parte do mundo.

Pelo fato de possuírem uma característica experimental, as ciências naturais podem investigar os fenômenos através de observações minuciosas, criar modelos teóricos que expliquem tais fenômenos e validá-los nos laboratórios e nas pesquisas de campo. Uma dada experiência que puder ser reproduzida em várias partes do mundo será ou não confirmada através da análise dos resultados encontrados. O conhecimento científico assim estabelecido deve ser socializado para que os saberes produzidos possam ser utilizados a serviço de reais melhorias para a população mundial. É de se lamentar que os interesses de grandes grupos econômicos se sobreponham ao bem-estar das pessoas, à medida em que a produção de conhecimento científico é utilizada como instrumento de dominação. Percebe-se, neste contexto, que o objetivo da educação científica é, meramente, capacitar tecnicamente os futuros cientistas e não propiciar a construção de valores. A lógica parece ser: perde-se em *humanidade*, mas ganha-se em *produtividade*.

Enquanto ato político, a educação escolar deve se opor a essa lógica da produtividade, primando pela construção de valores éticos, que são imprescindíveis à obtenção de uma sociedade igualitária. Os educadores têm a função de ressignificar a ética social e aplicá-la em sua área de conhecimento. O ensino das Ciências Naturais deve ser feito em plena conexão com toda essa dimensão sócio-política, pois a capacitação técnica é indissociável do desenvolvimento da sensibilidade de se aplicar ou não uma determinada tecnologia que, de alguma forma, pode ser nociva à natureza.

Há concordância de que grandes momentos de progresso científico e tecnológico estão associados ao esforço de guerra. E quem são os estrategistas militares, os especialistas em criptografia responsáveis pela inteligência, os criadores de bombas e de bombardeiros? São os nossos ex-alunos em modelagem, em teoria dos jogos e probabilidades, em teorias dos números e em lógica, em física matemática. Em essência, são indivíduos que de nós aprenderam Ciências e Matemática, mas ao que parece, de nós não aprenderam nada de ética, de moral, de humanidade e de fraternidade (D'AMBROSIO, 1994, p.12).

Vive-se em uma sociedade “light”, onde tudo é relativizado; o homem é hedonista e seus anseios são guiados pela mídia. Nesse contexto, a Escola desempenha um papel fundamental, o de ser um local onde se desenvolve a formação humanista e integral das pessoas. Dessa forma, a linha de conduta de um verdadeiro educador deve ser calcada no estreitamento de relações com o aluno, criando um “pacto” de mútua cooperação. A maneira através da qual o aluno vê (em todas as suas dimensões) o professor é consequência direta da maneira como o processo educativo é conduzido. Uma conduta ética do professor desperta a confiança do aluno. E, como nos ensina o educador Paulo Freire:

Não há pensar certo fora de uma prática testemunhal que o re-diz em lugar de desdizê-lo. Não é possível ao professor pensar que pensa certo, mas ao mesmo tempo perguntar ao aluno se sabe com quem está falando (FREIRE, 2000, p. 38).

O ensino de Física, em particular, deve permitir que os alunos, através de atividades propostas durante as aulas, tenham acesso a conceitos, leis, modelos e teorias que expliquem satisfatoriamente o mundo em que vivem, permitindo-lhes entender questões fundamentais como a disponibilidade de recursos naturais e os riscos de se utilizar uma determinada tecnologia que poderia ser nociva a algum ecossistema. O trabalho crítico do professor deve auxiliar ao aluno a construir uma mentalidade também crítica, questionadora, transgressora. Em uma palavra:

libertária. Além de crer na importância de seu trabalho como educador, o professor deve pautar toda a sua prática em uma discussão consistente a respeito da realidade, ser ético nas relações mantidas com todos os envolvidos no processo educativo e coerente em suas atitudes.

Há várias concepções de ensino de Física nos níveis fundamental e médio. No entanto, pode-se dicotomizá-las em **conceitual** e **matematizada**. Apesar de tal polarização representar uma simplificação da realidade, não se perde em precisão quanto aos objetivos básicos dos projetos de ensino de Física. A linha conceitual quer trabalhar, fundamentalmente, a compreensão de fenômenos físicos através da discussão, do debate e do enfrentamento de posições. Acredita-se que a utilização de fórmulas matemáticas pode auxiliar a quantificação dos fenômenos, mas que só deve ser utilizada a partir do momento em que os alunos compreenderem os conceitos envolvidos. Já a concepção matemática dá grande ênfase às equações que permeiam a Física. Assim, o mais importante, nessa concepção, é a memorização de leis e fórmulas para a posterior aplicação na resolução de problemas. Imagina-se a Física como um conhecimento pronto que deve ser transmitido aos alunos.

II. A supremacia das equações

A utilização de um ensino de Física matemático, em que as equações têm supremacia sobre os conceitos, desempenhou o seu papel em escolas pautadas pela repetição mecânica de conhecimentos, onde o professor era tido como o retentor das verdades científicas, e o aluno era concebido como mero receptor do conhecimento físico estabelecido.

Ao longo dos anos 60 e 70, por exemplo, as competências maiores de um aluno no campo da Física estavam relacionadas à resolução de problemas numéricos em que a dificuldade não estava centrada no conceito físico e, sim, nas relações matemáticas exigidas, nas operações efetuadas e na criatividade (?) em desenvolver expressões algébricas para atingir resultados. Estas competências, ao serem desenvolvidas, propiciavam a criação de uma mentalidade pragmática em relação à Ciência que, até hoje, percebemos ser muito forte por parte de alguns alunos e de suas famílias.

Além disso, a simples manipulação de equações sem o questionar/dialogar com a teoria física associada não abre espaço para discussões mais elaboradas, não oportuniza o exercício da argumentação. Pelo contrário,

Em nome de uma suposta essencialidade de se aprender certas coisas, que na maioria servem apenas para brutalizar o aluno e, se possível, imbecilizar o futuro adulto, não abrem espaço para o essencial na educação (D'AMBRÓSIO, 1994, p.14).

Torna explicável que esta forma de ensino de Física predominou nos anos dos governos militares e ainda está presente em escolas que não pretendem ser libertárias, o que produz uma falsa idéia do que realmente seja a Física.

Transformar a experiência educativa em puro treinamento técnico é amesquinhar o que há de fundamentalmente humano no exercício educativo: o seu caráter formador (FREIRE, 2000, p. 37).

Diante desta prática docente, resta ao aluno obedecer aos desígnios das fórmulas, calcular o que foi pedido (ordenado?) e apresentar resultados, em muito, desconectados da sua realidade.

Quando o saudoso físico americano Richard Feynman visitou o Brasil, ele teve um contato com estudantes do ensino médio da cidade do Rio de Janeiro. Feynman ficou impressionado com a excelente capacidade que os alunos tinham de resolver problemas numéricos de Física. No entanto, ao serem indagados a respeito de fenômenos físicos cotidianos, os mesmos alunos não conseguiram estabelecer conexões entre as fórmulas matemáticas que sabiam de cor e o seu dia-a-dia. Havia, sem dúvida alguma, algo errado.

III. Os conceitos é que mandam

A concepção conceitual, por sua vez, se pauta em habilidades cognitivas que vão além da mera aplicação. Não se trata de negar a importância da Matemática ao desenvolvimento da Física. Ao contrário, quer-se ressignificar o seu raio de ação. Ou, como nos dizia o professor Pierre Lucie:

Fujo, tanto quanto possível, do formalismo matemático... Cada dia mais. Não por teimosia idiota. Por convicção. Esclareço: não sou contra a matemática na Física. Seria tão imbecil como ser contra o tear mecânico na tecelagem. Conheço bastante a Física para saber que o formalismo matemático é uma linguagem, uma ferramenta indispensável. Mas cujo domínio deve suceder, e não anteceder, a percepção (LUCIE, http://www.cen.g12.br/f2g/jornal/vol_01_n04/jornal0104.htm, 20/03/2000).

No campo da análise de conceitos, leis, hipóteses e de todas as relações decorrentes, a construção dos conhecimentos deve ser feita mediante um diálogo constante entre todos os atores da prática educativa. Essa concepção de ensino entende o professor como mediador entre os vários saberes estabelecidos, cada qual com suas particularidades, fundamentações e campos de validade. São

eles: saber do aluno (conceitos prévios), científico, escolar e social. Ao se estabelecer um diálogo permanente e dinâmico, o ensino de Física se faz, também, libertador e transgressor, porque questionador. A sala de aula passa a assumir uma conotação de fórum de debates, onde o choque entre os saberes citados não produz sobreposições ou superposições, mas, sim, desequilibrações, assimilações e acomodações. A aprendizagem pode, assim, ser significativa e contextualizada.

O trabalho de construção de conceitos valoriza os conhecimentos prévios dos alunos e parte deles para a construção de saberes mais sistematizados. Dessa forma, torna-se necessário um rigoroso diagnóstico para que o professor saiba de que ponto deve partir para conduzir a sua prática educativa em uma determinada turma. Pelo fato de se valer da realidade dos alunos, é impossível se estabelecer, nessa concepção, um roteiro padronizado para a aquisição de conhecimento pelos alunos. No entanto, é perfeitamente possível que todos os alunos, mesmo que através de caminhos diferentes, consigam construções dos mesmos conceitos, desenvolvendo, portanto, as mesmas competências e habilidades³. Trilhando caminhos específicos que propiciem transposições conceituais nos alunos, o professor estará liderando uma revolução conceitual.

Muitos pesquisadores em Ensino de Ciências acreditam que a aprendizagem consistente de novos conteúdos requer mudanças conceituais similares àquelas observadas nas revoluções científicas. Tais mudanças conceituais corresponderiam a um processo em que o indivíduo abandona concepções inadequadas do ponto de vista científico e as substitui por concepções cientificamente aceitáveis (BASTOS, 1998, p. 13).

Saber Física passa a significar ter instrumentos conceituais para dialogar com o mundo em vários níveis, que vão desde um melhor entendimento de notícias científicas veiculadas pela mídia, até a capacidade de prever resultados de situações experimentais complexas, passando pela emissão de juízos de valor a respeito da utilização de uma dada tecnologia que pode agredir o meio ambiente e causar danos à humanidade. Nota-se, assim, que esta maneira de trabalhar a Física representa uma contribuição para a construção da cidadania, ajudando a formar

³ “Competências são as modalidades estruturais da inteligência, ou melhor, ações e operações que utilizamos para estabelecer relações com e entre objetos, situações, fenômenos e pessoas que desejamos conhecer. As habilidades decorrem das competências adquiridas e referem-se ao plano imediato do ‘saber fazer’ ” (INEP, 2000, p. 4).

pessoas críticas, reflexivas, com embasamento técnico para se posicionar e questionar posicionamentos diversos. Mais uma vez, bebemos na fonte de Paulo Freire:

O educador democrático não pode negar-se o dever de, na sua prática docente, reforçar a capacidade crítica do educando, sua curiosidade, sua insubmissão. Uma de suas tarefas primordiais é trabalhar com os educandos a rigorosidade metódica com que devem se “aproximar” dos objetos cognoscíveis. E esta rigorosidade metódica não tem nada que ver com o discurso “bancário” meramente transferidor do perfil do objeto ou do conteúdo. É exatamente neste sentido que ensinar não se esgota no “tratamento” do objeto ou do conteúdo, superficialmente feito, mas se alonga à produção das condições em que aprender criticamente é possível (FREIRE, 2000, p. 28-29).

O professor que pretende trabalhar nesta perspectiva deve estar preparado para transgredir, questionar e contrapor vários mitos a respeito do ensino de Física. É possível que enfrente questionamentos por parte dos pais dos alunos que foram formados à luz (?) da concepção matematizada e, portanto, acham que a Física se resume a um – grande – grupo de equações. Se assim fosse, qualquer computador de capacidade mediana conseguiria produzir mais do que vários Einsteins juntos. Os próprios currículos e vários livros didáticos ainda não estão em perfeita sintonia com essa nova concepção de ensino, enfatizando, em vários momentos, aspectos por demais matematizados em detrimento de uma discussão mais aprofundada da base conceitual da Física. Vamos analisar o trecho retirado de um artigo de Manoel Robilotta e Cezar Babichak.

... não somente o que falamos, mas também o que não falamos possui um significado. As lacunas, os não-ditos, também exprimem idéias. E existem muitas lacunas na sala de aula. Se tomarmos os livros didáticos de física, que estão muito presentes na nossa atividade, e os analisarmos, veremos que há muitas coisas que eles não discutem. Isso faz com que nós, professores, não demos maior atenção aos mesmos assuntos. Por exemplo, no estudo da mecânica clássica, temos as três leis de Newton da dinâmica. Na sala de aula nós falamos um pouquinho da 1ª lei, a lei da inércia, e bastante das outras leis, principalmente da 2ª lei. Por quê? Porque com a 2ª lei nós podemos fazer contas. Com a 1ª lei isso não é possível. Então nós banalizamos a 1ª lei. Mas com certeza Newton não a

colocou em primeiro lugar por ingenuidade. Há uma razão para que ele tenha feito isso. E, se pararmos para analisar o significado das três leis de Newton, veremos que a 1ª lei é muito mais importante que as outras, pois é nessa lei que está o conteúdo metafísico da teoria. É lá que diz com qual universo ele trabalha. As idéias de que existem espaço e tempo uniformes e suas propriedades estão todas contidas na 1ª lei. Lá, Newton explicita o que é natural no mundo, o que não é explicado, o ponto de partida para desenvolver suas idéias. Na 2ª lei ele fala de coisas forçadas, coisas que não são naturais ou espontâneas. (ROBILOTTA; BABICHAK, 1997, p. 42-43).

Podemos notar, ao ler o texto, como o ensino de Física pode ser conduzido para validar, de maneira muito sutil, estruturas de poder que nos são tão comuns. Dar ênfase à 2ª lei de Newton significa mostrar que as situações forçadas são mais importantes do que as naturais, espontâneas. Os alunos acabam internalizando essa concepção e reproduzindo-a em várias esferas. Nas entrelinhas dessa prática docente, grita a voz da dominação que tenta ensurdecer nossos corações. Educadores de verdade devem se colocar em posição de alerta para sinalizar aos seus educandos todas essas sutilezas que permeiam o currículo escolar. Além disso, é de fundamental importância saber lidar com a transposição de poder para o aluno, o que irá acontecer em vários momentos. Se quisermos formar *cidadãos* é imprescindível que saibamos agir como *cidadãos*. Com a construção de uma discussão permanente em sala de aula, é possível evitar a repetição dessas estratégias de preservação e validação da estrutura social que produz dominados, escravos, fracassados e dasamados.

IV. Diga-me como avalia...

Há muitas variáveis envolvidas no processo educativo que podem influenciar a prática de um certo professor. Existem educadores que acreditam que o ensino de Física deve ser feito fundamentalmente no campo conceitual, mas que fazem parte de um sistema que exige um ensino tecnicista. Mesmo crendo na linha conceitual, eles são levados, em alguns momentos, a ter uma postura puramente matematizada para atender a pressões dos alunos (e suas famílias) que querem prestar exames de admissão em certas universidades, cujas provas são por demais matematizadas. Afinal, uma das funções da educação é a preparação para a vida e o vestibular faz parte dela. Temos outros professores que acreditam na concepção matematizada e, no entanto, posam de libertários. Utilizam o discurso para obscurecer uma postura que não seria bem aceita em certos meios.

Torna-se importante a identificação de quem, de fato, acredita que a educação é libertadora daqueles que se valem do discurso para esconder o que realmente são. Ou, como nos diz o compositor Humberto Gessinger na canção intitulada “A verdade a ver navios”: *“é muito engraçado que estejam do mesmo lado os que querem iluminar e os que querem iludir”* (GESSINGER, 1988). Talvez não seja engraçado, mas, sem dúvida, é curioso.

Temos várias maneiras de perceber a concepção de ensino de Física adotada por um professor ou por uma instituição de ensino como, por exemplo, através da análise dos planos de curso, dos planejamentos de aula, do livro didático adotado e, principalmente, das provas elaboradas.

Enquanto que os planos de curso e os planejamentos de aula elaborados podem ser fictícios, não revelando a realidade da sala de aula, as provas serão, em qualquer instância, um espelho de toda a linha de ação de um professor. A elaboração de um item é feita com base nas concepções de ensino que o professor possui. Dessa forma, irão constar em uma prova os aspectos da Física que o professor julgar mais importantes.

Uma instituição de ensino superior, por exemplo, revela a sua posição quanto ao ensino de Física através das questões propostas aos candidatos em seu processo seletivo. Para que se possa verificar o que está sendo dito, serão utilizados itens propostos em exames vestibulares, ao invés daqueles elaborados para avaliações em colégios, pelo fato dos primeiros serem conhecidos pelos professores e estarem disponíveis para consulta pública, por exemplo, na internet.

Os itens analisados versam a respeito do mesmo tema: Indução Eletromagnética. Este tópico do programa da Física explica o mecanismo através do qual a corrente elétrica é gerada em usinas hidrelétricas, termelétricas e nucleares. O primeiro item foi retirado do exame vestibular da Universidade Federal A⁴ de 1998. O segundo item fez parte do vestibular da Universidade Federal B⁵ de 2000. Ambos os itens foram propostos na segunda fase do vestibular, o que significa que somente alunos da área de exatas tiveram que respondê-los. Com essa análise, está-se constatando o tipo de concepção de ensino de Física que está permeando a elaboração dos itens e, portanto, o tipo de aluno que a universidade pretende receber.

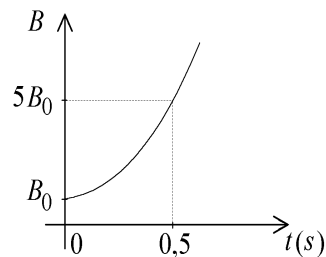
⁴ Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

⁵ Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Item da Universidade A de 1998

Uma espira condutora, quadrada, cujo lado mede 0,5 m, é colocada perpendicularmente a um campo magnético uniforme de indução \vec{B} . O módulo de \vec{B} varia com o tempo t de acordo com o gráfico abaixo.

Sabendo que $B_0 = 8 \times 10^{-3}$ T, determine a força eletromotriz média induzida na espira no intervalo de tempo de $t = 0$ a $t = 0,5$ s.



Resolução

Lei de Faraday: a força eletromotriz induzida num circuito é igual, em módulo, à razão entre a variação de fluxo magnético através do circuito e o intervalo de tempo gasto em tal variação.

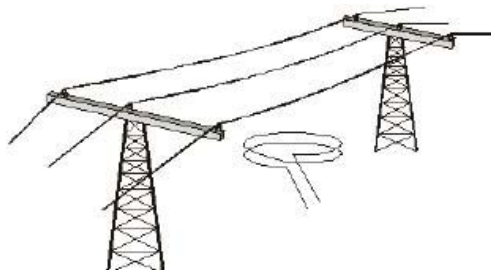
Assim, podemos calcular a força eletromotriz média como sendo:

$$\bar{\varepsilon} = -\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = -\frac{B_2 A - B_1 A}{t_2 - t_1} = -A \frac{\Delta B}{\Delta t} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = -(0,5)^2 \frac{5B_0 - B_0}{0,5 - 0} = -1,6 \times 10^{-2} \text{ volts}$$

Item da Universidade B de 2000

A figura mostra um tipo de "gato", prática ilegal e extremamente perigosa usada para roubar energia elétrica. Esse "gato" consiste em algumas espiras de fio colocadas próximas a uma linha de corrente elétrica alternada de alta voltagem. Nas extremidades do fio que forma as espiras, podem ser ligadas, por exemplo, lâmpadas, que se acendem.

EXPLIQUE o princípio físico de funcionamento desse "gato".



Resolução

A corrente alternada nos cabos da rede elétrica gera um campo magnético variável que atravessa as espiras do “gato” e produz, nelas, um fluxo magnético variável.

De acordo com a Lei de Faraday, a variação de fluxo magnético provoca, em um circuito fechado como o do “gato”, uma corrente elétrica induzida. Que faz as lâmpadas acenderem, conforme descrito no texto.

V. ... que dir-te-ei quem és!

Apesar de versarem sobre o mesmo assunto e possuírem a mesma natureza de processo seletivo, os itens mostrados são radicalmente diferentes em sua concepção básica. Os pressupostos que levaram à construção dos itens são distintos e, por isso, pode-se concluir que o tipo de aluno que as universidades estão procurando são diferentes.

Vejamos:

- O item da Universidade A se mostra totalmente desconectado da realidade, sendo um mero exercício de substituição em uma fórmula matemática dos dados fornecidos diretamente ou através de um gráfico. É muito pequena a contribuição que o item pode dar para que sejam construídos conceitos contextualizados a respeito da Indução Eletromagnética. Além disso, a possibilidade de discussão em torno da problemática apresentada é restrita. Deve-se seguir a seqüência de passos apresentados na resolução para ser alcançada a resposta correta.
- Já o item da Universidade B apresenta uma situação concreta e que se coloca conectada a um contexto ambiental e social. A questão energética é um problema atual que desperta discussões acaloradas a respeito da utilização racional dos recursos naturais disponíveis. Além disso, o item revela em seu enun-

ciado que a prática do “gato” é ilegal e perigosa, explicitando certos juízos de valor. Um professor de Física pode se valer desse item em suas aulas para, além de discutir o que é a Lei de Faraday e quais as suas principais aplicações, conduzir uma discussão com os alunos em relação aos motivos sócio-econômicos que levam uma pessoa a fazer o “gato” e se são somente as pessoas de baixa renda que fazem o “gato”. A questão ainda pode servir como elemento detonador de trabalhos interdisciplinares (englobando a Biologia, a Filosofia e a Sociologia, por exemplo). Podem ser visitados os locais em que a prática do gato é explícita (nas favelas, por exemplo) e pode-se problematizar as condições de vida, o tipo de alimentação, as necessidades e as contradições presentes no cotidiano das pessoas que lá residem.

Não se está defendendo a maior relevância do item da Universidade B pelo simples fato de que não foi necessária a utilização de uma fórmula matemática para resolvê-la. O mais importante é identificar o tipo e o nível da cobrança que está sendo feita. O candidato que tenha conseguido resolver corretamente o item da Universidade A não terá construído, necessariamente, o conceito de indução eletromagnética. Nem é necessário que ele tenha, pelo menos, uma noção do que significa gerar uma força eletromotriz de $-1,6 \times 10^{-2}$ volts. O que se está questionando é, exatamente, essa falta de articulação entre as formulações matemáticas, os conceitos, as grandezas físicas e a realidade. A verdade é que, na concepção conceitual, o aluno é colocado diante de situações vivenciais e concretas sobre a Física, o que, sem dúvida, representa um grande avanço em direção a uma prática pedagógica situada e repleta de significados.

Toda a mudança de paradigma que se está sendo indicada atinge, também, o conceito de excelência acadêmica. De uma opressão pelos desígnios das fórmulas passa-se a uma libertação pela análise dos conceitos. Objetiva-se um nível diferente de compreensão dos fenômenos naturais, o que permite o desenvolvimento das habilidades cognitivas que permitem discutir a Física em uma perspectiva de mudança da realidade que maltrata aqueles que nos são iguais.

O teólogo Leonardo Boff (1999) e toda a sua discussão a respeito dos arquétipos do ser humano – águia e galinha – apresenta a idéia de que o homem carrega em seu ser duas dimensões de diferentes origens e que possuem anseios distintos. Enquanto que a dimensão galinha vive ciscando o chão, em busca das migalhas que são jogadas, a dimensão águia busca o alto, quer o Sol brilhando nos olhos, anseia por algo mais. Galinha e águia coexistem em cada ser! É essencial que seja lembrado que aquilo que impele cada um para o alto é o ser-águia. Cada professor, ao se permitir ser águia, possibilita, com a sua prática pedagógica, que os seus alunos possam se descobrir águias e se libertar das migalhas que são jogadas pelos que querem iludir.

VI. Considerações Finais

É verdade que se vive em um mundo cheio de contradições que está sendo guiado pelos interesses daqueles que detêm o poder econômico. A mídia empurra uma infinidade de meias-verdades com uma falsa inocência que assusta. A miséria de milhões de seres humanos alimenta a opulência de alguns poucos “escolhidos”. O homem moderno só pensa em ter mais para consumir mais, custe o que custar. É a busca do ter e não do ser.

É verdade que diversas chances de um relacionamento de forma racional com a Terra são desperdiçadas. A cada dia é emitida uma carga tóxica em nosso planeta, que vai morrendo aos poucos. Derrubam-se árvores, secam-se rios, matam-se peixes. O mundo que, na verdade, pertence à próxima geração é envenenado. Tudo isso em nome do “progresso”.

É também verdade que as relações interpessoais são negligenciadas em nome de interesses mesquinhos. As melhores oportunidades de felicidade são perdidas pela descrença no homem. Não há amor, não há emoção.

Mas é inegável que toda essa situação pode começar a ser revertida com o auxílio da prática de uma Educação libertadora, que não se restrinja aos limites da sala de aula, superando assim, o tempo escolar. Uma Educação dialógica em que os professores se livrem do estigma de “senhores do saber” e possam exercer a sua vocação de construtores de homens e mulheres. Uma Educação que seja questionadora e crie vozes nos corações. Uma Educação que não seja calada pelos “nãos” que, certamente, ouvirá.

Inserido nesse contexto de libertação, o ensino de Física não pode se contentar em simplesmente solicitar ao aluno que memorize equações e as utilize em problemas elaborados fora de qualquer contexto. Deve-se lutar por um ensino de Física que seja pautado por discussões amplas, com um constante diálogo com o mundo, com a sociedade e com os atores do processo educativo.

Essa Educação Libertadora deve permitir que os alunos superem toda a ordem social pré-estabelecida e construam conhecimentos significativos que possam ser revertidos em ações sociais eficazes para se opor à essa realidade neoliberal, dizendo um sonoro NÃO às estruturas de dominação concebidas pelos setores da sociedade que ganham com aquilo que está posto à nossa volta.

Agindo assim, os professores de Física poderão ser elementos multiplicadores dos ideais que revelam a dimensão transcendente do magistério, se aproximando daquilo que os verdadeiros educadores de todos os tempos sempre perseguiram: despertar consciências. Esta é a nossa missão! Este é o nosso dever!

VII. Bibliografia

BOFF, L. **A águia e a galinha**: uma metáfora da condição humana. 29. ed. Petrópolis: Vozes, 1999.

CARVALHO, A. M. P.; GONÇALVES, M. E. R. Conhecimento físico nas primeiras séries do 1º Grau: O Problema do Submarino. **Caderno de Pesquisa**, São Paulo, n. 90, p. 72-80, 1994.

CUDMANI, L. C. Panorama de las principales líneas y tendencias en investigación educativa en Física en la última década. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 20, n. 4, 1998.

D'AMBRÓSIO, U. **Ciências, informática e sociedade**: uma coletânea de textos. Brasília: 1994.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 14. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2000.

HERNÁNDEZ, F. **Transgressão e mudança na educação**: os projetos de trabalho. Porto Alegre: Artmed, 1998.

INEP. Enem – Documento Básico, 2000.
<<http://www.inep.gov.br/enem/2000/docbas2000/docbas.htm>>, 02/04/2000

MOREIRA, M. A. Sobre o ensino do método científico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 10, n. 2, p. 108-117, 1993.

NARDI, R. (org.) **Questões atuais no ensino de Ciências**. São Paulo: Escrituras, 1998.

PERRENOUD, P. **Avaliação**: da excelência à regulação das aprendizagens. Porto Alegre: Artmed, 1999.

PERRENOUD, P. **10 Novas Competências para Ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

ROBILOTTA, M. R.; BABICHAK, C. C. Definições e conceitos em Física. **Cadernos Cedes**, Unicamp, n. 41, p. 35-45, 1997.

RODRÍGUEZ, J. A. Esquemas lógico-estruturais de conceitos físicos: relato de uma experiência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 20, n. 4, p. 398-406, 1998.

VIANNA, D. M. Da criação à difusão: a ciência que ensinamos. **Pro-Posições**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 95-102, 1996.

JÁ LHE PERGUNTARAM...

- 1) ...se, quando se faz uma radiografia, a radiação de raios X que se recebe pode ter efeitos colaterais?
- 2) ...quais são os riscos, para o paciente, de uma radiografia por raios X?
- 3) ...se, em pacientes, é possível determinar-se um limite de dose de radiação para radiografias por raios X?