

ANÁLISE E PROPOSTAS PARA O ENSINO DE FÍSICA NA HABILITAÇÃO DE MAGISTÉRIO ENSINO MÉDIO

Renato Heineck¹

Este trabalho visa refletir sobre o ensino de física no contexto das escolas e nos cursos de formação de professores. Apresenta algumas alternativas de superação daqueles que podem ser considerados como aspectos dificultadores de uma formação eficaz, ou de um produtivo ensino de física. Descreve, como proposta de ação, a experiência realizada no Laboratório de Física da Universidade de Passo Fundo, RS, que cria e constrói aparelhos destinados a evidenciar fenômenos físicos, trabalho realizado com professores das escolas das redes de ensino municipal, estadual e particular, para que renovem ou revejam suas metodologias de ensino, aproximando-se das realidades educacionais de seus alunos; desse modo, a física pode passar a ter sentido para eles e ser vista como algo prático presente no seu cotidiano, não apenas preenchendo o espaço de uma disciplina no currículo.

Palavras-chave: ensino de física, formação de professores, pesquisa-ensino.

¹ Professor Titular da área de Física do Instituto de Ciências Exatas e Geociências da Universidade de Passo Fundo; mestrando em Educação pelo Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Passo Fundo.

INTRODUÇÃO

A *acomodação* do capital é o motivo central das transformações histórico-político-sociais do mundo ocidental ocorridas nos últimos tempos, havendo a perspectiva de que passe a englobar o mundo inteiro no século XXI. Embora se deva ter isso bem claro, é difícil compreender tais mudanças se não se presta atenção a elas. Assim, é preciso entender que a sociedade em que se vive hoje é, essencialmente, uma sociedade de consumo, a qual, além de enriquecer alguns em detrimento de outros, contribui cada vez mais para um processo de avanços tecnológicos que aliena as pessoas de sua espontaneidade e de seu potencial criativo.

Nesse contexto, questiona-se: qual é o papel da escola nesta sociedade em que se percebe um crescente processo de dessensibilização, em que os valores do consumismo são impostos como valores reais e como realização pessoal? Onde fica o jovem, com seus anseios, suas aspirações, diante de um quadro em que tudo fica reduzido ao nível de mercadoria e em que tudo que está fora do mercado é utópico?

Conforme Japiassu (1991), no modelo de escola tradicional que ainda se apresenta, “o educador que se limita a transmitir um programa de ensino ou que procura adaptar a inteligência do educando aos códigos ou modelos preestabelecidos do saber e não faz de seu ensino um meio de favorecer e desenvolver a reflexão do educando, só é educador por eufemismo” (1991, p.45).

Para se pensar a escola hoje, deve-se, então, levar em conta tudo isso, ainda mais que se agravam progressivamente as

condições de vida, de tal forma que, ao não contemplar a realidade do aluno, ela o leva a se excluir do processo ensino-aprendizagem. O educador, por sua vez, sente-se desmotivado e incapacitado para buscar a atualização e o aprofundamento pedagógico, o que, muitas vezes, o faz até abandonar o ideal de mestre.

Quanto ao professor de que essa sociedade necessita, deve-se, antes, ver uma escola influenciada pela concentração de rendas, divisão de classes, política do descaso e outros. Logo, um professor que atenda a essa sociedade tem de estar comprometido com a transformação social a fim de que as injustiças não sejam reproduzidas no ambiente escolar e de que os saberes por ela proporcionados apontem para sua superação.

O professor ensina algo a alguém na instituição social escola, que se insere numa organização ideológica, administrativa e pedagógica, com suas normas, currículos, horários e outros aspectos que norteiam o ser escola e, por consequência, o trabalho do professor. Assim, o seu trabalho não é neutro, nem apolítico. No ensino de física, de modo particular, faz-se necessária uma reflexão sobre a escola e a disciplina na forma como é trabalhada, num processo em que o professor se apresenta como elemento chave para uma eficiente aprendizagem.

É fundamental que se discutam, na escola, questões como fumo, álcool, meio ambiente, economia e tantos outros. Entretanto, a metodologia de ensino adotada na abordagem desses assuntos só será eficiente se tiver como base os métodos de investigação, partindo de dados concretos colhi-

dos pelos alunos. É dessa forma que se deve proceder no ensino da física, desenvolvendo nos jovens a capacidade de analisar os problemas de sua vida com eficiência, de modo que possam chegar a decisões o mais acertadas possíveis.

Portanto, a preocupação com o ensino de física torna-se a cada dia mais evidente, à medida que a observação empírica da escola e a atuação dos seus professores demonstram que a prática docente, paralelamente ao conhecimento teórico, incorpora os saberes advindos da vivência dos professores e dos alunos. Nesse contexto, surgem alguns questionamentos: Por que e para que ensinar física? Quais são as concepções dessa ciência e que implicações têm elas no seu ensino? Quais são as metodologias empregadas pelos professores de ciências-física? Que instrumentos pedagógicos esses possuem para tal ensino?

Num país como o Brasil, em desenvolvimento e onde o grande desafio não é só garantir acesso à escola, mas manter os alunos nela, dever-se-ão privilegiar e priorizar objetivamente conteúdos que possibilitem ao cidadão a não-manipulação via discursos por parte da classe dominante. E a física, aqui, ganha sentido se estudada, vivida e incorporada pelo aluno nos fenômenos que vê, constata e manipula no seu dia-a-dia.

A FÍSICA COMO DISCIPLINA ESCOLAR

A física é uma disciplina curricular com valoração média por parte dos alunos, conforme pode ser observado a partir de testes² de sondagem aplicados no início do

ano escolar. Seu ensino tem sido, ainda, um fator de discriminação e eliminação de grande parte dos alunos, o que, por si só, distorce ainda mais o pouco valor que o aluno dá à instituição escola.

O valor utilitário da física, como disciplina escolar, está associado às razões que a colocam como instrumento para a vida, para o trabalho e para as outras ciências, manifestando-se pelas diferentes situações reais observadas e através da construção de modelos que possibilitam interpretá-las. Portanto, é essencialmente atividade humana, produto do fazer humano; por isso, é um produto do grupo social, cujo valor utilitário é também cultural.

Assim, saber física implica saber interpretar os fenômenos da natureza, isto é, como professor, implica proporcionar ao homem recursos de tecnologia para, a partir daí, situá-lo na contemporaneidade, preparando-o para melhores condições de vida e para o exercício da cidadania. Isso permite dizer que a física escolar tem um valor utilitário e um valor formativo, presentes permanentemente nas propostas curriculares.

O ENSINO DA FÍSICA

Sobre o ensino da física, as questões que direcionam a prática docente consistem em saber *por que* ensinar e *o que* ensinar. Tais questões estão relacionadas com as concepções de natureza ideológica que permeiam o fazer da escola e do professor; o como ensinar relaciona-se com as concepções e ações metodológicas do professor.

Na rotina do ensino de física, conforme Frota Pessoa (1984), é comum que se confundam dois aspectos relacionados com o trabalho mental do aluno no aprender: de um lado, pensar, analisar e armar raciocínios; de outro, aplicar modelos e fórmulas para resolver problemas.

O aluno, para interpretar as coisas ou o mundo, “constrói e desenvolve” um esquema ou modelo de agir altamente coerente, envolve os “recursos metodológicos da indução e da dedução”. Esse esquema mental é dinâmico, ou seja, está sempre crescendo, “autocorrigindo-se sob o influxo de novas percepções”. Portanto, à medida que a criança cresce, “amplia-se seu universo e, com ele, seu modelo interpretativo, o qual, evidentemente, inclui imprecisões e erros” (Pessoa 1984, p.128).

Muitos alunos, por exemplo, não dirão que vestiram uma blusa de lã porque ela é um bom isolante térmico e, assim, impede que o corpo humano ceda calor para o meio ambiente; dirão, sim, que vestiram a blusa de lã porque ela é mais quente e estão com frio, exemplo esse citado por Mortimer (1983, p.10). Portanto, a palavra *calor* tem um significado na cultura do senso comum com o qual o professor deve saber lidar. Ainda, na escola, diz-se aos estudantes que “o copo fica molhado porque nele se condensa o vapor de água, o qual, embora invisível, existe no ar” (Pessoa 1984, p.129). Tais noções, por serem mais abstratas para eles, são rejeitadas por seu modelo de mundo, ficando na memória apenas alguns resquícios isolados da noção para uso escolar.

A própria situação de ensino é, antes de tudo, educadora; logo, deve ser uma situação de encontro, de diálogo, em que

professor e aluno se colocam como seres humanos. Essa relação, então, não é neutra, nem impessoal, caracterizando-se pela intersubjetividade³ por ser aberta. Portanto, o como ensinar ciência decorre das relações que o professor possa fazer entre seu conhecimento a respeito da cognição do aluno e da sua prática social.

Quanto à aprendizagem, não se deve menosprezar aquela adquirida na vida, pois é também eficiente, não só porque brota da motivação natural, mas porque se realiza em um ciclo de indução-dedução, partindo da primeira. A vida oferece casos concretos que a mente humana vai generalizando para, a partir deles, construir princípios indutivamente. Por esse caminho, a concepção das coisas amplia-se de modo coerente e natural, permitindo ampliações cada vez mais seguras a casos novos dedutivamente.

Na verdade, o ciclo se repete de forma que as primeiras generalizações a que os fatos nos levam (indução), embora ainda toscas, permitem aplicações a novas situações concretas (dedução) que enriquecem nossa experiência e concepção, a qual passa a ser eficiente na interpretação e previsão de fenômenos (nova concepção). Essa interação não termina nunca, por isso, o saber tende a se ampliar.

Na escola, entretanto, algumas aulas são dadas apenas visando ao desenvolvimento da matéria, a uma maneira de manter ordem e atenção na classe, pouco se investigando sobre os modelos cognitivos existentes na mente dos alunos e como irão interagir com o que se está dizendo. E, para que haja aprendizagem genuína, é necessário que o aluno construa o entendimento do assunto com base no núcleo

conceitual preexistente. Veja-se, para ilustrar, o exemplo do copo, citado anteriormente por Pessoa, quando é necessário, primeiro, verificar o conceito que os alunos têm sobre o fato, interrogando-os via método dos problemas. Quando eles fornecem sua explicação sobre o fato de o copo transpirar, faz-se o confronto dessa com fatos que a desmentem, ou seja, o copo também ficará molhado mesmo sem água e contendo gelo, ou quando posto vazio no congelador da geladeira. Isso os levará a refazerem a explicação ingênua, deixando uma lacuna para a entrada do modelo conceitual do mundo científico.

Nesse processo, deve-se cuidar para não suprimir essas concepções alternativas, sob pena de o senso comum deixar de expressar a linguagem cotidiana, como se o que sabem fosse irreal e inútil. Esse é o modo mais abrangente de compartilhar significados, permitindo a comunicação entre vários grupos especializados dentro de uma mesma linguagem. A respeito, uma questão que se coloca aos alunos do curso de formação de professores do ensino médio é como cada um vê o ensino de física.

Buscando contribuir com referência à questão, aqui se explicitam algumas idéias sobre como se deve ensinar física, dando-se especial atenção à ação intencional exercida pelo professor que pretende desenvolver a disciplina em qualquer nível de ensino, seja no ensino fundamental, seja no médio, ou no ensino superior.

A FORMAÇÃO DO PROFESSOR

Considerando toda a problemática explicitada, a formação do professor merece atenção redobrada para que não se in-

corra nos erros de formação acadêmica, deixando-se de levar em conta aspectos relevantes, tais como metodologias aplicáveis, condições existentes nas escolas e outros. O profissional do ensino formado nas instituições de ensino superior deve ter consciência de seus direitos e deveres, ser comprometido com a transformação social, integrado com a organização escolar e sua ação pedagógica, compreendendo seus vínculos com a prática social. Esse professor, se envolvido com o ensino de física, deve estar atento às estratégias de ensino-aprendizagem que excluem as idéias prévias dos estudantes como bases marginais ao processo de ensino. Usando o “conflito cognitivo”, o destino das idéias dos estudantes é o “resultado da superação da contradição entre idéias conflitantes”, isto é, o professor deve adotar estratégias baseadas em “analogias, nas quais os resultados das idéias iniciais serão integrados a uma idéia mais poderosa”, conforme afirma Mortimer (1994, p.9).

“O processo adaptativo é aquele no qual os esquemas conceituais dos aprendizes são progressivamente reconstruídos de maneira a concordarem com um conjunto de experiências e idéias cada vez mais amplo” (Driver apud Mortimer, 1989, p.9). De acordo com esse tipo de visão, “concepções conflitantes não podem ser simultaneamente plausíveis para uma pessoa” (idem, ib.).

O professor que trabalha com o ensino de física tem condições de reconhecer a gênese das idéias, ligando seus estágios mais avançados aos mais elementares. Segundo Fodor (1983), “....as lógicas tornam-se cada vez mais fortes no sentido de que cada lógica ulterior contém a lógica

anterior como uma de suas partes". Piaget, referindo-se a uma afirmação de Fodor, concorda com essa caracterização dizendo que "o que é perfeitamente exato é a idéia de que toda a estrutura se converte em subconjunto de uma estrutura mais rica" (apud Mortimer, 1994 p.10). Isso, segundo Mortimer, não deixa clara a idéia de senso comum.

Essa característica do sujeito epistêmico piagetiano⁴ não prevalece na vida cotidiana. Por exemplo, não soaria bem ouvir uma pessoa afirmar que "o dia inicia com o fato de que a Terra está se movendo de oeste para leste, indo ao encontro dos raios solares". As pessoas dirão apenas que o dia inicia porque o Sol *nasce* no leste e se *põe* no oeste. Há, portanto, uma noção de movimento, cabendo ao professor saber lidar com isso.

Portanto, o ensino de física via métodos experimentais, por meio de materiais alternativos que podem ser construídos pelos próprios alunos, permite que esse tipo de linguagem seja expresso por eles sem que o professor interfira na sua explanação. Ele deve deixar que o diálogo ocorra, valorizando, inclusive, suas exposições, independentemente de não usarem uma linguagem cientificamente correta.

É nesse espaço aberto a indagações que se deve colocar o ensino de física como um campo de conhecimento vasto e amplo, que exige respostas que não sejam apenas conjecturas de intelectuais, mas que tenham o cotidiano da sala de aula como ponto de chegada e de saída. Tais respostas não são fáceis, nem estáticas, muito menos imutáveis; dependem, sim, do momento histórico, político, econômico e social em que se vive; da concepção de ho-

mem e de mundo que se tem e que explica o significado desse campo de conhecimento.

Quase nunca a ciência foi posta em questão; ao contrário, a ignorância era parte dos males, de forma que só a ciência podia resolver todos os problemas. As ciências, porém, não se impõem por si só, não devem se constituir na verdade única. Pára hoje a suspeita sobre o desenvolvimento científico e, como tal, devemos nos preocupar com a idéia vigente de que o ensino da ciência seja o ensino de "verdades" sem falhas. Nessa forma de pensar, cabe ao aluno apenas memorizar, mesmo que não tenha eliminado as dificuldades já estabelecidas no início de seu aprendizado sobre determinado tema. No âmbito do trabalho docente, os saberes pedagógicos necessitam, então, ser considerados de forma integrada com a realidade do aluno. Dessa forma, a prática docente, ao lado do conhecimento teórico, pode incorporar os saberes advindos da vivência dos professores e dos alunos.

Refletindo sobre a física como ciência escolar engajada na sociedade, percebe-se que é progressiva a diminuição do acesso ao mundo tal como é, em virtude do aumento significativo do contato virtual criado pelos sistemas de comunicação, o que se dá em falas informais com colegas, em falas do professor, até em imagens da televisão, que nos fazem ver o que até ontem era inacreditável. Esse processo invadiu nossas casas, nossos pensamentos, nossas relações com o ambiente, nossa cultura, alterando radicalmente o que cabe à escola fazer. Diante disso, como é possível fazer ciência hoje na escola, no sentido do ensino-aprendizagem? Sabe-se que

qualquer proposta que se faça tem de levar em conta a sociedade em transformação, seus erros, conflitos ou contradições.

De concreto, poder-se-iam verificar os aspectos pedagógicos existentes *versus* ensino de física na formação de professores. Durante essa formação, percebem-se dois tipos de relações mediadas pelo saber entre professor e aluno: na primeira, considera-se o professor com suas concepções científicas aceitas pela comunidade científica e, na segunda, o aluno com suas concepções prévias. Em cada uma dessas relações, vislumbra-se como resultado um tipo particular de aluno.

Segundo Ausubel (1981), a aprendizagem ocorre quando novos significados são adquiridos e atribuídos pelo aprendiz, através de um processo de interiorização de novas idéias, com conceitos ou proposições relevantes já existentes em sua estrutura cognitiva. Aquele aluno que, após o contato com as aulas, permanece com as mesmas concepções prévias ou com poucas mudanças advindas do processo ensino-aprendizagem é resultado de um ensino caracterizado pela transmissão-recepção, no qual ele é considerado como uma “tábula rasa”, que deve aprender conteúdos como um corpo de conhecimentos prontos, verdadeiros, inquestionáveis, imutáveis. A isso Freire (1997) denomina de *educação bancária*, por conceber que o professor deposita informações na “cabeça vazia” do aluno. Dessa forma, o professor é o único agente ativo, “fala quase todo o tempo”, “passa”, ou “dá” conteúdos a alunos comportados, silenciosos, que devem, passivamente, internalizá-los. Isso se traduz pela passagem dos apontamentos do professor para o caderno do aluno, sem que esse es-

tabeleça relações com os conhecimentos que já possui, pois o processo é mecânico.

Snyders (1978) salienta que existe a ambição pedagógica de que os alunos tenham acesso a conteúdos verdadeiros, compreendidos e analisados nas relações afetivas, pois eles não devem aprender pela simples internalização de significados recebidos de fora. “A aprendizagem passa por um processo próprio de distribuição de significados que resultem da interação de novas idéias com as que já existem na sua estrutura cognitiva” (p.145). Continuando, o autor diz: “A história das Ciências é a história da eliminação do erro, quer dizer, a substituição por um novo erro, cada vez menos absurdo. A verdade não é nem pode ser esgotada”. E, ainda, “não é um avanço simples, unilinear, mas uma seqüência de modificações e de crises” (idem, p.332).

Outro tipo de aluno que pode resultar dessa relação professor-aluno é aquele que alcança uma mudança conceitual, cuja concepção prévia, normalmente errônea em termos científicos, é substituída ou transformada em idéia cientificamente aceita. Nesse caso, vale questionar: será que os alunos chegam à sala de aula com idéias prévias sobre fenômenos e conceitos científicos distintas daquelas que a escola pretende ensinar?

À substituição de crenças e idéias prévias por idéias possíveis de serem demonstradas chama-se *mudanças conceituais*. Isso pode ocorrer em razão do contato com idéias de outras pessoas, ou pela reorganização das idéias já existentes desafiadas pelas concepções externas ou do próprio pensamento, quando não é anulada a concepção prévia do aluno. Snyders (1978) afirma que a verdade, quando con-

firmada, não toma direção contrária à vida do aluno. Portanto, além da necessária reflexão epistemológica que os professores de física devem fazer para trabalhar os conceitos científicos a serem desenvolvidos, precisam esses, ainda, exercer o papel de agentes motivadores, orientadores e, principalmente, pesquisadores.

Com esse perfil, poderão entender e identificar as concepções prévias dos alunos e, em função dessas, planejar, desenvolver, aplicar e avaliar as atividades de ensino, de forma a promoverem conflitos nos educandos, o que lhes possibilitará construir e utilizar os conhecimentos científicos. Conforme diz Giroux (1983), “esse situar dialético, ajudará a esclarecer a natureza social e política das restrições estruturais e ideológicas com que os professores se deparam diariamente”.

É necessário salientar que os meios para tal são a efetiva mensagem dos processos de ensino: o que se transmite em sala de aula não é o que se diz, se declara ou se ouve, mas o que se induz o aluno a fazer. Para o estudo da física como ciência integrante de um todo, social, cultural e político, é necessário um estudo mais profundo do que somente atividades, técnicas, regras, procedimentos e conceitos. É fundamental proporcionar meios para que os alunos vivenciem os processos básicos que levam à produção do conhecimento científico, submetendo-os a constantes avaliações, aperfeiçoamentos e complementos.

Ao contrário do conhecimento espontâneo, o conhecimento científico só se elabora intencionalmente e de forma consciente na relação sujeito e objeto do conhecimento. O professor, como mediador entre o aluno e o objeto de conhecimento,

deve orientar e proporcionar experimentos, dar informações, questionar e fazer-explicar. Assim, a essência do ensino estará voltada para a compreensão.

Definindo como zona de desenvolvimento proximal as funções que não amadureceram ainda, mas que estão em maturação, Vygotsky (1983) delinea o futuro imediato dos alunos. Essa zona é definida pelo autor como sendo “a distância entre o nível de desenvolvimento real (que se costuma determinar pelas soluções independentes de problemas) e o nível de desenvolvimento potencial (determinado pelas soluções de problemas sob orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes)” (1998, p.112).

Conhecendo a zona de desenvolvimento proximal do aluno, o professor preparado poderá fazer perguntas que irão provocar desequilíbrio na estrutura cognitiva, fazendo-o avançar na nova reelaboração. O professor que *faz-explica* provoca a internalização, detectando se está havendo, no intrapsicológico, a reestruturação de relações que ocorreu no interpsicológico. O aluno deve, então, expor com suas palavras o seu cotidiano, generalizando suas idéias.

O processo que os alunos fazem de relacionar o espontâneo com o científico, que se quer que eles aprendam, exige que quem ensina tenha compreensão dos diferentes significados que os alunos possam ter sobre determinado assunto. Isso ocorre quando o aluno compartilha do mesmo nível de profundidade de um conceito que o interlocutor; caso contrário, haverá desentendimentos.

O aluno pode *pensar* sobre determinado assunto, porém não consegue expres-

sar isso em palavras, o que se explica pelo fato de os pensamentos não terem sempre um equivalente imediato em palavras. Para que se compartilhem significados, deve haver compreensão nas relações interpessoais, cabendo ao professor estar atento aos erros e equívocos dos alunos.

Há outros aspectos teóricos complementares para que melhor se compreenda o processo ensino-aprendizagem, entre os quais se cita o papel das disciplinas escolares. Para o desenvolvimento cognitivo, as relações entre atividade e consciência, atividade grupal *versus* atividade compartilhada são mais atuais no campo da zona de desenvolvimento proximal. Se o cérebro armazena e reproduz experiências anteriores, então adapta o mundo à sua volta sem grande esforço; para tal, deve lançar mão da combinação criativa de elementos já acumulados no cérebro de forma a adaptá-los à nova situação. É dessa forma que surge a atividade criativa, nascida da realidade e não da imaginação.

Para Vygotsky (1998, p.45), o processo de imaginação criativa tem essa complexidade, pois não nasce como uma luz que se acende no cérebro: ela surge de experiências prévias já contidas nele, fruto de percepções internas e externas. A atividade criativa se completa pela cristalização da imagem em forma externa e, para tal, é importante que se levem os alunos a desenvolverem a capacidade de enfrentar o novo, o desconhecido. Portanto, a atividade criativa depende da riqueza que foi a experiência prévia armazenada no cérebro.

Devemos levar em conta, ainda, que conteúdos e métodos estão inter-relacionados; que os métodos dialéticos que favorecem o desenvolvimento mental são os que

levam o aluno a pensar; são, enfim, os que o levam a começar um processo por meio de ações externas, compartilhadas, as quais irão, pela internalização, transformar-se em ações mentais. Isso confirma a existência da zona de desenvolvimento proximal, cujo ponto de partida é o elemento sensorial, que, por sua vez, deve ser ultrapassado, levando o aluno a generalizações.

Paralelamente a isso, sugere-se o uso do material concreto, com o qual se tornam possíveis os processos que conduzem a abstrações e generalizações, isto é, passar do pensamento concreto ao pensamento lógico, que é conceitual. O sentido e o significado dos conteúdos são importantes e devem ser apreendidos, e isso o material concreto possibilita ao remeter a conceituações abstratas, não se esgotando em si.

É preciso ter em mente que, para ir além da simples informação, o recurso visual precisa desempenhar uma função psicológica no processo de aprendizagem. E qual é essa função? Segundo Leontiev (apud Moysés, 1998, p.47), “é a do aluno captar a essência do fenômeno estudado, podendo, assim, inferir suas leis e peculiaridades, generalizando-as”.

UMA PROPOSTA

Levando em conta essas reflexões, os professores do Departamento de Física da Universidade de Passo Fundo passaram a desenvolver um projeto que se aproxima da realidade dos professores quanto às suas ações nessa linha de trabalho. Para tal, no Laboratório de Física, em parceria com os docentes das escolas de formação de professores, montam-se *kits* compostos de

materiais de baixo custo, como canos PVC, lâmpadas queimadas, tampas de vidro, canetas esferográficas gastas, madeiras, parafusos e outros, com os quais é possível simular em sala de aula acontecimentos científicos do cotidiano. A tarefa desses professores, representantes das escolas das redes de ensino municipal e estadual de Passo Fundo e região, é a de, em suas comunidades escolares, com alunos, pais, representantes comerciais, direção, coordenação e colaboradores, coletarem os materiais alternativos preestabelecidos e designados pelo departamento, entregando-os à equipe da universidade a fim de que sejam construídos tais conjuntos.

No desenvolvimento do trabalho, participam dois professores por escola, os quais recebem informações pedagógicas e metodológicas sobre o uso dos aparelhos construídos, como balanças, dinamômetros, circuito elétrico, densímetro e outros, que passam a fazer parte do laboratório de suas escolas. Esse ciclo dura cerca de um ano e meio, sempre com trocas de informações entre os professores da universidade e os das escolas, que avaliam em cada encontro a aplicabilidade dos *kits* por eles já trabalhados. Aos poucos, pode-se montar um rico laboratório de ensino de física, cujos aparelhos podem ser manuseados pelos alunos.

Essa forma de trabalho está sendo de muita valia, o que se comprova pelo número de professores que têm solicitado a participação nesses encontros, para que possam também levar para as suas escolas os materiais. Se, na escola, existem mais de dois professores na área, os que estão desenvolvendo a atividade na universidade ficam responsáveis por repassar para os

demais todas as informações e metodologias a fim de que seja difundida a proposta, aplicada e avaliada por um número maior de docentes.

Ressalta-se, nesse sentido, que essa iniciativa constitui uma alternativa que se pode adotar para evitar o eufemismo referido por Japiassu no início do texto, com aulas desenvolvidas de modo prático, com experimentos a partir de materiais alternativos, nas quais os alunos, sob orientação do professor, constroem *kits* experimentais com boa precisão, não alterando, assim, a análise dos fenômenos. Tal procedimento, que tem a participação dos alunos desde a sua montagem, como elementos agentes e participativos, pode torná-los cientistas tanto na ciência normal como na ciência de revolução.

Na ciência de revolução⁵, o aluno, possuidor de suas concepções alternativas, apresenta estágios que, em razão das anomalias surgidas no experimento, elevam o seu nível de consciência pela problematização e discussão das respostas individuais. Nesse estágio, o professor é apenas um mediador dos debates e não um crítico. Tais anomalias têm como finalidade criar sensações de desconforto e insatisfação, as quais não encontram respostas cientificamente aceitas em suas concepções prévias.

Abalada sua crença e havendo o desconforto, instala-se o estado de crise, momento em que surge um novo conjunto de idéias, advindo da discussão e criatividade do debate decorrente e intermediado pelo professor, “que estará procedendo como cientista, tentando converter outros a um novo paradigma”, conforme afirma Zylbersztajn (1991, p.59).

Na ciência normal⁶, novas concepções tornam-se aceitáveis porque, ao final da revolução conceitual, surge o estágio de articulação entre os conceitos apreendidos. Se o objetivo da ciência normal não é produzir novidades e se o fracasso antecipado é considerado como pessoal, então por que dedicar trabalho a criar anomalias para, logo em seguida, procurar resolvê-las? Isso serve, no entanto, para aumentar o alcance e a precisão dos paradigmas.

CONCLUSÃO

Para concluir, parte-se da afirmação de Freire, que afirma: "...a construção ou a produção do conhecimento do objeto implica o exercício da curiosidade, sua capacidade crítica de tomar distância do objeto, de observá-lo, de delimitá-lo, de cindilo, de 'cercar' o objeto ou fazer sua aproximação metódica, sua capacidade de comparar, de perguntar" (1997, p.95). Isso, de certo modo, confirma o fato de que os saberes pedagógico-didáticos devem ser comparados e integrados à realidade, para que alunos e professores possam processar uma lógica participativa (interacionista⁷), desenvolvendo um ensino de ciências com o sentido de compreender, interpretando o mundo que os cerca.

Portanto, há necessidade de introduzir o conceito estímulo-resposta de forma triangular e não apenas o estímulo associado, pois inclui o psicológico ou externo; externo no sentido de o aluno atribuir seu significado ao associá-lo a sua vida real. O processo de internalização dos conceitos científicos pode ocorrer, também, por meio das relações sociais que os experimentos proporcionam. Valorizando o conhecimen-

to extra-escolar ou conhecimento prévio, que é adquirido pelo aprendizado não sistematizado juntamente com o aprendizado experimental, pode-se elevar o desenvolvimento real, "aquele que o aluno consegue resolver sem auxílio", e o nível de desenvolvimento potencial, "o que encontra soluções sob orientação de um adulto ou em colaboração com colegas ao que se chama de *nível de desenvolvimento proximal*", conforme Vygotsky (1998, p. 110), fazendo brotar os conhecimentos ainda em maturação. Disso surge a formação de conceitos, confrontados no nível dos conhecimentos espontâneos e dos científicos. Para tal, realiza-se o processo de relacionar os conceitos espontâneos que os alunos trazem com os científicos, que são sistematizados pela escola.

É necessário destacar que as aulas desenvolvidas em laboratório não se devem resumir à utilização de aparelhos. Todo o nosso cotidiano é permeado de *laboratórios*. Na escola, podem-se simular, por meio de aparelhos, situações reais, transformando a sala de aula num ambiente em que se "supõe liberdade de ação e de pensamento de um espaço próprio onde as pessoas podem obter e movimentar-se dentro de um processo dinâmico" (Paviani, 1986, p.10). É nesse enfoque que as aulas experimentais permitem confrontar as concepções trazidas pelos alunos com aquelas desejadas pelos professores, a fim de que possam ser demonstradas as concepções cientificamente e aceitas pela comunidade científica, sem que, com isso, as idéias prévias dos alunos sejam desmerecidas, mas analisadas no sentido da comprovação dos fenômenos físicos.

ABSTRACT

This work aims at reflecting about the teaching of physics in the school context and in the courses of teachers' shaping. It presents some alternatives to overcome some aspects which make an efficacious shaping or a productive teaching of physics. It describes, as an action proposal, the experiment done in the physics lab of the Passo Fundo University, RS, which designs and builds devices in order to evidence physical phenomena, a work done with the teachers of the municipal, state and private teaching networks so that the teachers may renew or revise their teaching methodology, approaching the educational realities of their students. In this way physics can start having a meaning to them and be regarded as something and practical, present in their routine, and not just something that fills the space of a field of study in their curriculum.

NOTAS

- ² Testes aplicados no início do ano escolar que buscam diagnosticar conhecimentos adquiridos em anos anteriores e que darão sustentação ao ensino da física no ano em curso.
- ³ Leva constantemente à criação, manutenção e mudança no senso que as pessoas constroem de si mesmas a partir da atividade dialógica que está em cena (Valsiner, 1997, p.5).
- ⁴ Sujeito que conhece. Segundo Piaget, o conhecimento não pode ser concebido como algo predeterminado desde o nascimento, nem como do simples registro de percepções. Resulta das ações e interações do sujeito com o ambiente onde vive (Multirio - Empresa Municipal de Multimídia Ltda., 1999, p.1).
- ⁵ Ciência que, mesmo sendo incapaz de resolver, de imediato, todos os problemas pelo antigo paradigma, oferecerá promessas de solução de problemas novos. Essa ciência encontra resistência na sua aplicabilidade, porém, ao alcançar sucesso, irá atrair adeptos, tornando-a dominante (Zylibersztajn 1991, p.52).
- ⁶ Em geral, é aprendizagem tática e não por regras específicas. Para Khun, é a "aprendizagem conservadora que é conduzida por paradigma dominante. E modelagem das soluções de novos problemas de acordo com os previamente encontrados" (Zylibersztajn, 1991, p.53).

- ⁷ É a construção de seus conhecimentos por meio de sua interação com o meio, com as pessoas, com seu modo de agir, pensar, sentir (Davis C. & Oliveira Z., 1993, p.36).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSUBEL, D. P. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro, Interamericana, 1981.
- DRIVER, R. Student's conceptions and learning of science. *International Journal of Science Education*, p.481-490. In: MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? *Anais da 3ª Escola de Verão*. Serra Negra, São Paulo, 1994.
- FODOR, J. Da impossibilidade de aquisição de estruturas mais poderosas. In: MORTIMER, E. F. Texto: Construtivismo, mudança conceitual e ensino de Ciências: para onde vamos? *Anais da 3ª Escola de Verão da Prática de Ensino de Física*. Serra Negra, SP, 10 a 15 de outubro de 1994.
- FREIRE, Paulo. *Fazer escola conhecendo a vida*. 5. ed. Campinas: Papirus, 1990.
- _____. *Pedagogia da autonomia*. 2. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.
- GARNIER, Catherine, BEDNARZ Nadine & ULANOV, Kaya Urina. *Após Vigotsky e Piaget: perspectivas social e construtivista escolas russa e ocidental*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- GIROUX, Henry. *Pedagogia radical*. São Paulo: Cortez, 1983.
- _____. Teoria crítica e racionalidade na educação. In: *Teoria crítica e resistência em educação*. Petrópolis, 1986.
- HEWSON, P.W. & THORLEY, R. The conditions of conceptual change in the

- classroom. *International Journal of Science Education*, 1989. In: MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? *Anais da 3ª Escola de Verão*. Serra Negra, São Paulo, 1994.
- JAPIASSU, Hilton. *Nascimento e morte das ciências humanas*. 6. ed. São Paulo. Francisco Alves, 1991.
- MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? *Anais da 3ª Escola de Verão*. Serra Negra, São Paulo, 1994.
- MOYSÉS, Lucia. *Aplicações de Vygotsky à educação matemática*. São Paulo: Papirus, 1997.
- MULTIRIO, Empresa Municipal de Multimeios Ltda. Rio de Janeiro. Secretaria Municipal de Educação.
- PAVIANI, Jayme & BOTOMÉ, Silva Paulo. *Interdisciplinaridade: disfunções conceituais e enganos acadêmicos*. Caxias do Sul: Educs, 1993.
- PAVIANI, Jayme. *Problemas de filosofia da educação*. 3. ed. Caxias do Sul: Educs, 1986.
- PIAGET, J. *O desenvolvimento do pensamento*. Equilibração das estruturas cognitivas. Lisboa: Dom Quixote, 1977.
- PESSOA, Frota O. Texto: como ensinar na era da contestação. In: *Seminário sobre magistério para séries iniciais*. Fundação Educacional do Estado do Paraná, Fundepar, novembro de 1983.
- SNYDERS, Georges. O marxismo poderá inspirar uma pedagogia? In: *Para onde vão as pedagogias não diretivas?* Lisboa: Moraes, 1978.
- VALSINER, J. O que é o homem. *Interfaces*, v. 1 jul-dez 1997. n.1.
- VYGOTSKY, Lev Semenovich. *A formação social da mente*. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.
- _____. *Uma perspectiva histórico-cultural da educação*. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 1997.
- ZYLBERSZTAJN, Arden. Revoluções científicas e ciência normal na sala de aula. In: MOREIRA, A. Marco & Axt, Rolando. *Tópicos em ensino de ciências*. Porto Alegre: Sagra, 1991.