

Nilton von Rondow Júnior

**O ENSINO DA CONSERVAÇÃO DA ENERGIA NO
CONTEXTO DA TERMODINÂMICA NUMA PERSPECTIVA
SOCIOINTERACIONISTA: proposta de um livro paradidático**

Belo Horizonte

PUC Minas

2010

Nilton von Rondow Júnior

**O ENSINO DA CONSERVAÇÃO DA ENERGIA NO
CONTEXTO DA TERMODINÂMICA NUMA PERSPECTIVA
SOCIOINTERACIONISTA: proposta de um livro paradidático**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de mestre em ensino de física.

Orientadora: Professora Doutora Lúcia Maria L. P. Ribeiro de Oliveira

Belo Horizonte

2010

Nilton von Rondow Júnior

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

R771e	Rondow Júnior, Nilton von O ensino da conservação de energia no contexto da termodinâmica numa perspectiva sociointeracionista: proposta de um livro paradidático. / Nilton von Rondow Júnior. Belo Horizonte, 2010. 88.: il. Orientador: Lidia Maria L. P. Ribeiro de Oliveira Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. 1. Materialismo Dialético. 2. Física. 3. Termodinâmica. 4. Energia – Conservação. I. Oliveira, Lidia Maria L. P. Ribeiro de. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título. CDU: 620.9:37
-------	---

O ENSINO DA TERMODINÂMICA NUMA PERSPECTIVA SOCIOINTERACIONISTA: proposta de um livro paradidático

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

APROVADA em ____ de _____ de _____

Profa. Dra. Lídia Maria L. P. Ribeiro de Oliveira – PUC Minas – Orientadora

Profa. Dra. Terezinha Martins dos Santos Souza – UFRJ

Profa. Dra. Adriana Gomes Dickman – PUC Minas

Belo Horizonte
Minas Gerais - Brasil

*Para Luís Eduardo e Laura.
Belos rastros da minha
passagem por esta vida.*

DEDICATÓRIA

Muitos foram aqueles que me incentivaram a buscar uma formação. Desde o início dos anos 70, quando comecei a conhecer as primeiras letras e números, minha mãe vem me dizendo que a escola é o único caminho e esse discurso ela ainda mantém. Ela é, sem dúvida, a principal responsável por toda a minha formação. Foi educadora, amiga, parceira, conselheira e... mãe.

Não posso deixar de agradecer à minha esposa, Viviane. Grande companheira de já longos 17 anos de caminhada. Ao meu lado todo este tempo enfrentando as dificuldades diversas e compartilhando as alegrias dos momentos de triunfo.

Devo também à PUC-MG um agradecimento pela oferta do curso. São muitos os professores que anseiam por um aprofundamento em suas áreas, mas não encontram instituições qualificadas nas regiões em que residem ou não podem oferecer uma dedicação exclusiva, como é exigido algumas vezes.

Agradeço à minha orientadora, Lídia, merecedora indiscutível deste “título”. Soube conduzir nosso trabalho de forma inteligente e serena.

Por fim, agradeço a Deus a oportunidade desta passagem pela vida e por ter colocado em meu caminho pessoas maravilhosas que muito me ensinaram e me permitiram crescer.

Sem trabalho eu não sou nada
Não tenho dignidade
Não sinto o meu valor
Não tenho identidade
Mas o que eu tenho
É só um emprego
E um salário miserável
Eu tenho o meu ofício
Que me cansa de verdade
Tem gente que não tem nada
E outros que tem mais do que precisam
Tem gente que não quer saber de trabalhar
Mas quando chega o fim do dia
Eu só penso em descansar
E voltar p'rá casa pros teus braços
Quem sabe esquecer um pouco
De todo o meu cansaço
Nossa vida não é boa
E nem podemos reclamar
Sei que existe injustiça
Eu sei o que acontece
Tenho medo da polícia
Eu sei o que acontece
Se você não segue as ordens
Se você não obedece
E não suporta o sofrimento
Está destinado a miséria
Mas isso eu não aceito
Eu sei o que acontece
Mas isso eu não aceito
Eu sei o que acontece
E quando chega o fim do dia
Eu só penso em descansar
E voltar p'rá casa pros teus braços
Quem sabe esquecer um pouco
Do pouco que não temos
Quem sabe esquecer um pouco
De tudo que não sabemos

Música de trabalho – Legião Urbana

RESUMO

Este trabalho apresenta uma pesquisa bibliográfica a respeito do ensino da conservação da energia e da termodinâmica na perspectiva de Vygotsky. Entende-se que o aluno aprende mais e melhor quando toma consciência da importância dos conteúdos para sua vida e para seu momento histórico e quando percebe a relevância de suas ações como sujeito sócio-histórico. Analisamos as perspectivas de aprendizagem numa dinâmica dialética respeitando a legislação educacional brasileira e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). Como produto final apresentamos um livro paradidático que servirá como ferramenta mediadora nas atividades em sala de aula.

Palavras-chave: materialismo dialético, ensino, física, termodinâmica e conservação da energia.

ABSTRACT

This paper presents the investigation on about teaching of energy conservation and thermodynamics in Vygotsky's perspective. The student learns better and more when creates the conscience of importance of the themes and topics for his life and his historic moment, and when it is felt the relevance of own actions as part of social-historic subject. We analyzed the perspectives of learning in dialectic dynamic respecting the Brazilian educational laws and National Curricular Parameters of Middle School (PCNEM). Finally, we proposed an additional book which will serve as a mediator tool to activities in classroom.

Key-words: dialectical materialism, teaching, physics, thermodynamics and energy conservation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Organização/reorganização do conhecimento a partir da ideia inicial do sujeito, baseando-se em sua realidade sócio-cultural.....	36
Figura 2: Esquema: desenvolvimento/aprendizagem.	47
Figura 3: Esquema: zona de desenvolvimento proximal.....	48
Figura 4: Interações no ambiente escolar.....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Palavras que traduzem, segundo os alunos, a ideia principal do primeiro capítulo do livro paradidático, produto final deste trabalho.....	74
---	----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BID: Banco Interamericano de Desenvolvimento

ENEM: Exame Nacional do Ensino Médio

FPE: Funções psicológicas elementares

FPS: Funções psicológicas superiores

LDB: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira

MEC: Ministério da Educação e Cultura

ONU: Organização das Nações Unidas

PCNEM: Parâmetros Curriculares Nacionais Para o Ensino Médio

UNFPA: Fundo de População das Nações Unidas

VHS: Video Home System (sistema de vídeo caseiro)

ZDP: Zona de desenvolvimento proximal

SUMÁRIO:

I.	INTRODUÇÃO.....	13
II.	LEGISLAÇÃO E PARÂMETROS EDUCACIONAIS.....	17
1.	Introdução.....	17
2.	A legislação brasileira e os Parâmetros Curriculares Nacionais.....	20
III.	O SOCIOINTERACIONISMO.....	26
1.	Introdução.....	26
2.	Bases filosóficas: o materialismo dialético.....	30
3.	Bases fisiológicas: a plasticidade cerebral.....	36
4.	Autonomia e o espaço escolar.....	36
5.	Instrumentos de mediação: a linguagem e a memória.....	37
6.	As funções psicológicas superiores.....	42
7.	Um novo conceito: a zona de desenvolvimento proximal (ZDP).....	45
8.	A formação de conceitos.....	49
IV.	TÓPICO PARA ANÁLISE: A TERMODINÂMICA E A CONSERVAÇÃO DA ENERGIA.....	55
1.	Introdução.....	55
2.	Energia, calor e a Termodinâmica.....	56
3.	Contextualização e as fontes alternativas de energia.....	60
V.	O LIVRO PARADIDÁTICO COMO FERRAMENTA MEDIADORA NO PROCESSO ENSINO/APRENDIZAGEM.....	65
1.	Introdução.....	65
2.	Bases teóricas.....	65
3.	A utilização do produto.....	72
3.1.	Questionário simples.....	72
3.2.	Apresentação em grupos.....	76
VI.	COMENTÁRIOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
VII.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83

I- INTRODUÇÃO

O ensino da Física, assim como o de qualquer outro campo das ciências, tem exigido muito dos professores e das instituições, notadamente nas duas últimas décadas, no que tange às necessidades cada vez mais prementes de se levar para a sala de aula algo mais do que conceitos, definições e equações. Algo que ultrapasse a frieza das notas ao final de bimestres, trimestres ou anos letivos e que, principalmente, acrescente ao corpo de saberes e competências do aluno mais do que acrescentam as gravuras, gráficos, fórmulas e diagramas trazidos pelos livros didáticos ou apresentados pelo professor em sala de aula. O aluno precisa de mais, mesmo que isto às vezes não se externe. Está mesmo evidenciado que o jovem, além das descobertas naturais da adolescência, é também seduzido pelas novidades tecnológicas como a internet, os aparelhos celulares ou os MP3, MP4... e isto poderá tornar a tarefa do educador mais árdua. Por outro lado, tais “novidades”, se introduzidas no contexto da disciplina, passam a se constituir em aliadas no processo educacional cabendo ao professor procurar o melhor meio de utilizá-las. Precisa o educador mostrar ao aluno (ao jovem) a amplitude da necessidade de seu envolvimento em assuntos que fundamentam questões presentes na ordem do dia e que, se não agora, cedo ou tarde terão implicações diretas em sua vida.

E se o aluno precisa de algo mais, que dirá a sociedade da qual ele participa. É neste palco que ele irá atuar e, portanto, deve aprender como fazê-lo o quanto antes possível. São muitos e variados os ambientes sociais onde o jovem deve interagir com outras pessoas e com toda a complexidade de seu mundo. Os grupos religiosos, a família e, é claro, a escola, são os ambientes onde é possível que o aluno interaja com pessoas e objetos de estudo na busca de novos saberes e novas experiências. É na escola que o aluno será colocado diante do conhecimento sistematizado e poderá confrontá-lo com aquilo que ele já traz de suas interações com o mundo em que vive. É lá, também, que ele ampliará o seu leque de relações e poderá fazer paralelos entre seus conhecimentos e concepções e aqueles dos outros atores envolvidos. Objetiva-se, então, que a escola proporcione aos seus alunos momentos de verdadeira aprendizagem na medida em que eles puderem se sentir sujeitos participantes (e não coadjuvantes) de seu tempo. Os conteúdos disciplinares precisam fazer sentido para eles e só assim poderão perceber a importância dos mesmos.

K. Marx e F. Engels afirmam, por exemplo, que:

A doutrina materialista sobre a alteração das circunstâncias e da educação esquece que as circunstâncias são alteradas pelos homens e que o próprio educador deve ser educado. Ela deve, por isso, separar a sociedade em duas partes – uma das quais é colocada acima da sociedade.

A coincidência da modificação das circunstâncias com a atividade humana ou alteração de si próprio só pode ser apreendida racionalmente com a *práxis revolucionária* (Marx; Engels, 1999, p. 12).

O excerto acima reforça o que afirmamos anteriormente, ou seja, aluno e professor serão influenciados pelas transformações sócio-históricas de seu tempo e não há como desvinculá-las do processo ensino/aprendizagem. Vamos, portanto, em nosso trabalho tomar como referencial teórico os estudos e concepções desenvolvidos por Lev S. Vygotsky a respeito do desenvolvimento cognitivo do ser humano. Para Vygotsky, é na interação com o seu meio e com as outras pessoas que compõem este meio que o ser humano aprende, ou seja, o mundo exterior produz os estímulos moduladores do comportamento humano (Van der Veer; Valsiner, 2006, p. 63). Propõe ele uma relação baseada no materialismo dialético de K. Marx e F. Engels em que o ser humano, através da transformação consciente da natureza (ato teleológico), transforma também a si mesmo. As mudanças históricas ocorridas na estrutura social levariam a transformações na natureza humana (Palangana, 1998, p. 93). No processo ensino/aprendizagem não há uma direção a ser privilegiada na relação entre o sujeito que aprende e o objeto cognoscível. Os dois vão interagir, alterando-se mutuamente. O homem é o construtor de seu tempo e de sua história, não apenas um espectador passivo. Se ele participa da edificação das coisas e fatos de seu momento, por consequência acaba construindo a si mesmo numa relação de mão dupla entre ele e os objetos com os quais interage. Nas palavras de Cole e Scribner (2007)

[...]De acordo com Marx, mudanças históricas na sociedade e na vida material produzem mudanças na “natureza humana” (consciência e comportamento). (Cole; Scribner, 2007, p. XXV)

Para Marx e Engels “não é a consciência que determina a vida, mas a vida que determina a consciência” (Marx; Engels, 1999, p. 37), ou seja, o ponto de partida é aquilo que eles chamam de “vida real”. Ela determinará o pensamento humano com suas representações e idéias. A produção material humana determinará a formação das idéias.

Partindo deste referencial para pensar nas formas e possibilidades de ensino e aprendizagem, procuramos nos basear nas idéias de Vygotsky de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (os PCNEM). Investigaremos dois tópicos específicos no ensino da Física: a conservação da energia e a termodinâmica. Estes tópicos não se mostram mais importantes que nenhum outro, entretanto nos permitem elencar uma série de temas e sub-temas bastante atuais, além de nos possibilitar, no caso específico do estudo do calor e da termodinâmica, entender como a humanidade partiu de uma estrutura manufatureira e artesanal, entrou em um processo de industrialização, descobriu novas fontes de energia (elétrica, nuclear, etc.) e, tudo isso, desencadeou alterações profundas desde relações bem específicas no interior das sociedades até o clima na Terra, colocando mesmo em xeque a própria sobrevivência humana. Não há como negar, então, a urgência de tais assuntos, além das inúmeras possibilidades de abordagem dos mesmos em sala de aula.

As teorias sobre o calor, a invenção e o aperfeiçoamento das máquinas térmicas e, por fim, o avanço da termodinâmica no século XIX são conteúdos que formarão a base de todo um estudo sobre como se deu o processo de desenvolvimento da indústria desde o século XVIII até os nossos dias e a sua relação com o processo de transformação social. O aluno é parte integrante de todo este processo de desenvolvimento e de industrialização na medida em que se coloca como trabalhador/produtor/consumidor dos produtos industrializados, usuário das fontes de energia e, é claro, produtor de lixo. Em todas essas frentes ele influencia diretamente a dinâmica planetária e suas decisões individuais são importantes. Seria muito bom que ele compreendesse, também, que não é na ciência e no desenvolvimento tecnológico dela advinda que encontraremos o germe dos problemas ambientais enfrentados hoje pela humanidade. O individualismo e o consumismo incentivados pelo capitalismo são os verdadeiros causadores de todos os problemas resultantes da industrialização como poluição e degradação ambiental, superpopulação, escassez de energia... Como afirma Marx “os homens fazem sua própria história, mas não a fazem como querem, não a fazem sob circunstâncias de sua escolha e, sim, sob aquelas com que se defrontam diretamente, legadas e transmitidas pelo passado”, e como afirma Sánchez Vázquez, em concordância com Marx, há uma “unidade” contraditória e indissolúvel no ser social entre liberdade e necessidade (Sánchez Vázquez, 1978). Assim, é importante ressaltar a urgência de uma educação voltada para a formação de valores e atitudes em consonância com escolhas históricas humanistas e que se contraponha à lógica do capital.

Analisaremos, portanto, as possibilidades do uso de um texto paradidático como ferramenta mediadora do processo ensino/aprendizagem e como forma de aclarar para o aluno

as questões abordadas no parágrafo anterior. O texto (ou o livro) paradidático dispõe de uma flexibilidade tanto no momento de sua construção como quando de seu uso com os alunos. Flexibilidade que se evidencia no fato de ele não estar engessado pelo conteúdo curricular, próprio dos livros didáticos. Será, então, apresentado como uma ferramenta voltada para a mediação aluno/professor, aluno/objeto de estudo e até mesmo na mediação aluno/aluno. Para Vygotsky o homem desde cedo vai interagir com seu meio através de ferramentas mediadoras, sejam elas concretas ou psicológicas, ou seja, símbolos, linguagens ou ferramentas construídas pelo próprio homem.

O instrumento é um elemento interposto entre o trabalhador e o objeto de seu trabalho, ampliando as possibilidades de transformação da natureza (OLIVEIRA, 2003, p. 29)

Desta forma entendemos que o texto paradidático pode se constituir em instrumento de grande utilidade para o trabalho do professor. O objetivo deste trabalho é o de indicar possibilidades de atuação quanto às atividades a serem desenvolvidas em sala de aula na segunda série do ensino médio e no tratamento do conteúdo escolhido. Entretanto, não pretendemos que estes caminhos sejam trilhados apenas dentro da nossa disciplina, a Física. Tangenciaremos também a questão da interdisciplinaridade e as possibilidades de se fazer associações com outros conteúdos.

II- LEGISLAÇÃO E PARÂMETROS EDUCACIONAIS

1. Introdução

Ao pretender que um aluno compreenda os processos que levam à construção do conhecimento científico em sua totalidade e também que ele tenha algum domínio dos diversos conceitos próprios da ciência, utilizando os mesmos de forma competente em seu contexto social, como ator de seu tempo, deseja-se, não apenas agora, mas já desde as últimas décadas do século anterior, que este aluno se veja em um processo sócio-histórico, capaz também de perceber como as novas tecnologias se inserem em seu cotidiano doméstico, social e profissional (Pena, 2007).

Almeja-se que o cidadão saiba interagir com o meio em que vive, opinar e intervir com respostas teleológicas¹ de seu tempo, participando das decisões mais importantes do seu momento histórico. No que diz respeito à ciência ou à alfabetização científica do cidadão, há pontos de vista conflitantes quanto à necessidade e principalmente quanto à possibilidade de se conseguir que todos os cidadãos tenham acesso aos conhecimentos científicos e, tomando estes conhecimentos como suporte, possam interferir nas decisões mais importantes da sociedade (Praia *et al.*, 2007, p. 143). Atestam Praia *et al.* a importância de levar aos alunos “ocasiões para analisar os problemas globais” que hoje se apresentam e, ao mesmo tempo, buscar soluções para os mesmos. Desta forma, entendem, os estudantes teriam a oportunidade de se constituírem como “cidadãos e cidadãs responsáveis” (Praia *et al.*, 2007, p. 145). Corroboram, é claro, com o que afirmamos anteriormente a respeito da necessidade de se formar pessoas preparadas para o mundo do trabalho, mas, ao mesmo tempo, sintonizadas com os problemas mais emergentes de seu tempo.

Importante também é observar a forma como os conteúdos são levados até os alunos e, tratando-se de currículo escolar, dirigirmos nossas atenções para os conteúdos focalizados neste trabalho. Entende-se que a Física estaria sendo tratada como um emaranhado de “conteúdos descolados da realidade e de interesse duvidoso” (Pietrocola, 2005, p. 16), ao invés de ser tratada como uma disciplina “voltada para a formação do cidadão contemporâneo” (Brasil, 1999, p. 59). Aí nos perguntamos: quem é esse “cidadão contemporâneo”? O que se espera dele? Que valores ele deve cultivar? Que nível de compreensão dos processos sócio-históricos ele deve atingir?

¹ A teleologia é: 1. Estudo da finalidade; 2. Doutrina que considera o mundo como um sistema de relações entre meios e fins. Teleológico: diz-se do argumento, conhecimento ou explicação que relaciona um fato com sua causa final (Ferreira, 1986, p. 1658). Respostas teleológicas seriam dadas por pessoas dotadas de uma visão sistêmica do seu tempo.

Laburu *et al.* (2003) lembram que é preciso repensar os modelos utilizados para se levar os conhecimentos científicos até a sala de aula. Para eles

[...]as velhas estratégias de ensino do quadro e giz, atreladas ao velho coercitivo e exclusivo paradigma pedagógico objetivista [...], baseado na lógica da “doação” do saber, que privilegia a audição em detrimento da fala, são insuficientes em assegurar que aprendizes aprendam os conceitos científicos (Laburu *et al.*, 2003, p. 248).

Quanto à necessidade de novas estratégias, não resta dúvida de que esta é uma questão emergente. Entendemos, entretanto, que a escola deve nortear sua metodologia de forma a buscar respostas para as questões anteriormente apresentadas sobre aquele cidadão classificado pelos documentos oficiais como “contemporâneo”.

Para responder às questões anteriores é fundamental que se conheça o meio no qual o aluno se insere. Se ele deve entender “a ciência e a tecnologia, com suas implicações e conseqüências, para poder ser elemento participante nas decisões de ordem política e social que influenciarão o seu futuro e dos seus filhos” (Pinheiro *et al.*, 2007, p. 72), a escola, no nível médio precisa “atualizar histórica, social e tecnologicamente os jovens cidadãos” (Domingues, *et al.*, 2000, p. 68). Espera-se, a partir de uma formação educacional, que o cidadão seja “capaz de lidar com situações reais, crises de energia, problemas ambientais, manuais de aparelhos, concepções de universo, exames médicos, notícias de jornal, e assim por diante” (Brasil, 1999, p. 4). Esta “capacidade de lidar” com determinadas situações deve estar associada a uma visão crítica do mundo o que levaria o aluno/cidadão a perceber as implicações de determinadas decisões que ele ou seu grupo social ou até mesmo a humanidade venha a tomar.

As transformações pelas quais passa o mundo em que vivemos exigem o estabelecimento de uma nova estrutura escolar, ou de uma escola mais atenta a tais transformações. Elas “exigem um novo tipo de trabalhador”, mais adaptado ao mercado de trabalho e, portanto, deverá ele possuir “novas habilidades cognitivas e [novas] competências sociais e pessoais” (Libâneo, 2003, p. 52). A interação entre a ciência e o mundo do trabalho exige

[...]ações que articulem o conhecimento científico, capacidades cognitivas superiores e capacidade de intervenção crítica e criativa perante situações não previstas, que exigem soluções rápidas, originais e teoricamente fundamentadas, para

responder ao caráter dinâmico, complexo, interdisciplinar e opaco que caracteriza a tecnologia na contemporaneidade (Kuenzer, 2000, p. 19).

Além de habilidades que dotem o cidadão de uma maior capacidade adaptativa ao mercado de trabalho, é preciso que, na formação deste cidadão, seja levada em consideração a necessidade do mundo contemporâneo de pessoas atentas a questões como a degradação ambiental, inclusão social, uso racional das fontes energéticas... Deverá a escola ficar atenta a tais questões e à formação dos alunos, dando a eles, como citado no excerto acima, “capacidade de intervenção crítica e criativa perante situações não previstas”.

A escola também deixou de ser o principal espaço de informação e socialização de conhecimentos. Os locais de trabalho, cada vez mais, tornam-se significativos espaços de troca de conhecimentos, além dos meios de comunicação de massa, como a TV, e o uso cada vez mais intenso do computador e de outras mídias, influenciando de modo decisivo a formação do cidadão.

Objetivando-se uma maior consistência e uma maior significação dos conteúdos trabalhados pela disciplina de Física, dada a situação que antes descrevemos, em nosso estudo buscaremos as justificativas do nosso trabalho também na legislação nos “parâmetros” vigentes. Não é mesmo possível que se construa o cotidiano escolar “a despeito das orientações oficiais” (Lopes, 2002, p. 390). Encontram-se tais orientações alicerçadas sobre os pilares da interdisciplinaridade e da contextualização, ou seja, voltam-se para aspectos sócio-culturais daquele que aprende. A consequência imediata disto seria uma aprendizagem estimulante e cheia de significado (Westphal, *et al.*, 2005).

Vamos, em princípio, investigar o que os documentos oficiais nos dizem sobre os objetivos da escola, notadamente do Ensino Médio, e do que se espera do aprendizado científico neste nível. É certo que

O discurso pedagógico oficial formado pelos documentos oficiais é capaz de regular a produção, distribuição, reprodução, inter-relação e mudança dos textos pedagógicos legítimos, suas relações sociais de transmissão e aquisição e a organização de seus contextos, redefinindo as finalidades educacionais da escolarização (Lopes, 2002, p. 391).

Este mesmo autor fala em “ambigüidades” na construção do “discurso oficial”, dada a necessidade de o mesmo se “legitimar junto a diferentes grupos sociais”, sejam aqueles que produzem ou mesmo os que implementarão as mudanças curriculares. Há que se considerar,

quanto ao Ensino Médio, o fato de este nível de escolarização ser ofertado a “um imenso contingente de jovens que se diferenciam por condições de existência e perspectiva de futuro desiguais” (Kuenzer, 2000, p. 27). Os “documentos oficiais” tratariam das questões curriculares de forma mais ampla, ou seja, observando a questão educacional como o que chamaremos de superfície plana, ou seja, distante o suficiente para que não se percebam irregularidades próprias de cada realidade sócio-cultural.

2. A Legislação brasileira e os parâmetros curriculares nacionais

Para se entender os objetivos dos Parâmetros Curriculares Nacionais, com especial atenção para o ensino das ciências no nível médio, é preciso se inteirar primeiramente dos antecedentes históricos do ensino até a primeira metade dos anos de 1990 e todo o contexto que norteava o mesmo. Considera-se que o “antigo ensino médio” apresentava “limitações” e, portanto, focalizava a preparação pré-universitária ou a formação profissional, mas sem se ater muito à formação cidadã (Brasil, 1999, p. 8).

A nova Lei de Diretrizes e bases da educação, no parágrafo 2º de seu artigo 1º afirma que “a educação escolar deverá vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social” (Niskier, 1997, p. 59), ou seja, os conteúdos disciplinares deverão ser apresentados com uma nova formatação, não mais como partes independentes e desconectadas da realidade vivida pelo aluno.

No inciso XI do artigo 3º da LDB 9394/96, novamente afirma-se que “o ensino será ministrado com base” na “vinculação entre a educação escolar, o trabalho e as práticas sociais” (Niskier, 1997, p. 60).

Também no capítulo II “Da Educação Básica” Seção I “Das Disposições Gerais”, o artigo 22 afirma que:

“A educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores” (Niskier, 1997, p. 76)

Desta forma, o ensino médio, particularmente, “passou a ter função formativa final para a cidadania” (Pietrocola, 2002), deixando de ser apenas uma espécie de trampolim para o ensino superior. Por outro lado, mesmo que uma parcela considerável da população ainda não tenha acesso a um ensino superior gratuito, o ensino médio não deve se desvincular da etapa

seguinte. Além disso, quando se diz que o ensino médio “passou a ter” a função de formar cidadãos, é preciso investigar até que ponto isto vem realmente acontecendo.

Ao se perceber no Ensino Médio um caráter de terminalidade, principalmente quando se tem consciência de que apenas um em cada quatro estudantes concluintes deste nível buscará uma formação superior (Brasil, 1999, p. 10)², urge ir ao encontro de novas estratégias, principalmente no que diz respeito aos novos desafios sociais que hoje se nos apresentam (Ricardo, 2003). Os “parâmetros” insistem também que os problemas diretamente associados ao estudante têm recebido “atenção marginal” no ensino médio (Brasil, 1999, p. 9).

A LDB, no capítulo II “Da Educação Básica” Seção I “Das Disposições Gerais”, na Seção IV “Do Ensino Médio” afirma, no inciso IV que uma das “finalidades” deste nível seria “a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina” (Niskier, 1997, p. 86). Deixando novamente explicitada a sua intenção de ter no aluno recém saído do Ensino Médio, um cidadão pleno e apto a ingressar no mundo do trabalho.

No Capítulo IV “Do Currículo”, verificamos outro excerto onde evidencia-se o que expusemos no parágrafo anterior. O Artigo 36, inciso I, estabelece que uma das diretrizes do currículo do Ensino Médio deverá destacar

[...]a educação tecnológica básica, a compreensão do significado de ciência, das letras e das artes, o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura; a língua portuguesa como instrumento de comunicação, acesso ao conhecimento e exercício da cidadania” (Niskier, 1997, p. 87)

Sobre a forma como os conteúdos são apresentados, entende-se que o ambiente escolar

[...]discrimina o aluno desde os passos iniciais, ignorando o contexto social de onde ele é proveniente e a competência lingüística de que é portador (Niskier, 1997, p. 8).

Este mesmo autor afirma ainda que o aprendizado se dará “na obediência a princípios teóricos válidos, afinados com a nossa perspectiva sociocultural” (Niskier, 1997, p. 9). À

² Estes dados são referentes ao ano de 1999. Em 2008 o MEC informava que 8.272.159 alunos encontravam-se matriculados no Ensino Médio e que, neste mesmo ano, 1.873.806 estudantes ingressaram em alguma instituição de Ensino Superior. Como o segundo número corresponde a cerca de 23% do primeiro, nota-se que a situação continua a mesma.

Dados disponíveis em <http://www.inep.gov.br/superior/censosuperior/sinopse/> e consultados em 20/01/2010.

escola caberia também o estímulo à dúvida e o preparo “para o exercício da cidadania” (Niskier, 1997, p. 9).

Deseja-se um aluno autônomo e, para tanto, é importante que este não se comporte apenas como depositário de informações desconectadas de sua realidade sócio-histórica e cultural. Deve ele ter a oportunidade de falar, discutir e apresentar soluções. O Ensino Médio deve, além de completar a educação básica, preparar para a vida, qualificar para a cidadania e capacitar para o aprendizado permanente (Brasil, 1999, p. 8). A escola deve mesmo “formar indivíduos capazes de pensar e de aprender permanentemente”, além de promover uma “formação global”, desenvolver a autonomia do indivíduo e, por fim, “formar cidadãos éticos e solidários” (Libâneo *et al.*, 2003, p. 53).

Se o objetivo maior da educação é promover mudanças na maneira como o aluno vê e participa do mundo em que vive, deve ela incutir nele competências³ para que ele saiba

[...]solucionar problemas em contextos apropriados, de maneira a ser capaz de transferir essa capacidade de resolução de problemas para os contextos do mundo social e, especialmente, do mundo produtivo (Lopes, 2002, p. 396).

Neste sentido, a articulação dos conteúdos de forma contextualizada e interdisciplinar é de vital importância. Deve-se atentar para o fato de que a atividade humana produtiva “exige o domínio de múltiplos conhecimentos articulados entre si” (Kuenzer, 2000, p. 36). Não é mais possível esperar que os saberes de cada disciplina vão se interligar apenas em uma etapa posterior, ou seja, na universidade, até porque, como já afirmamos, uma grande parcela daqueles que deixam a educação básica sequer prosseguem seus estudos.

Entende-se que

[...]as propostas de currículos, a serem desenvolvidas pelas escolas, devem incluir competências básicas, conteúdos e formas de tratamento dos conteúdos coerentes com os

³ Neste ponto é fundamental que tenhamos a idéia exata do que venha a ser “competência” no contexto em que a utilizamos. Consideraremos que tal conceito vem substituindo a idéia de “qualificação no domínio do trabalho e as de saberes e conhecimento no campo da educação” (Teixeira, 2007, p. 9). A autora ainda salienta que “competência” pode ser compreendida “como um comportamento objetivo e observável e que se realiza como resposta a uma situação” (Teixeira, 2007, p. 11), relaciona-se “ao funcionamento cognitivo interno do sujeito” (Teixeira, 2007, p. 12). Está este conceito associado tanto a aquilo que observamos no sujeito, ou seja, aspectos externos de seus procedimentos e comportamentos, como associado, também, à sua “organização interna e não observáveis” (Teixeira, 2007, p. 11). Quando se trata, por exemplo, do ENEM, organiza-se este exame de forma a aferir as habilidades e competências com as quais os alunos transformam a informação, produzem novos conhecimentos e os reorganizam em “arranjos cognitivamente inéditos que permitem enfrentar e resolver novos problemas” (DIAS, 2007, p. 21).

princípios pedagógicos de identidade, diversidade e autonomia, e também os princípios de interdisciplinaridade e contextualização, adotados como estruturadores do currículo do Ensino Médio. A interdisciplinaridade, que abriga uma visão epistemológica do conhecimento, e a contextualização, que trata das formas de ensinar e aprender devem permitir a integração das duas outras dimensões do currículo: a) a base nacional comum e a parte diversificada, e b) a formação geral e a preparação básica para o trabalho. (Domingues *et al.*, 2000, p. 71).

A interdisciplinaridade surge por força de uma “integração de metas formativas” (Brasil, 1999, p. 16). As disciplinas estudadas pelo aluno devem estabelecer um diálogo (Ricardo, 2003) que leve a uma melhor compreensão do objeto que se deseja estudar, facilitando, assim, o entendimento do mundo que rodeia o estudante.

O próprio documento oficial, entretanto, reconhece que um diálogo dentro da mesma área deveria ser algo natural, ou seja, não haveria grandes dificuldades quando se desejasse um trabalho interdisciplinar intra-área. Entretanto, para o caso, por exemplo, de um conceito como o de energia, presente em Física, Química e Biologia, os professores não “estão à vontade para interpretar seu significado em outra disciplina” (Brasil, 1999, p.19) e se é assim dentro da mesma área, mais difícil ainda seria a comunicação interdisciplinar entre áreas menos afins.

Quanto à contextualização, deve a mesma dar significado ao que se pretende ensinar, sendo a realidade do aluno o ponto de partida e, posteriormente, o ponto de chegada, de seus estudos (Ricardo, 2003). Entretanto, terá ele, agora, um novo olhar e uma nova compreensão que transcenderá seu espaço físico proximal (Ricardo, 2003). Certamente perceberá sua importância como autor da história, desejando mesmo a busca de mais conhecimento como forma de compreender ainda mais sua realidade.

A interdisciplinaridade e a contextualização em ciências terão como objetivo primeiro o abandono da forma como é realizado o trabalho em sala com as disciplinas desta área, ou seja, “rigorosamente marcado pelo conteudismo” (Teixeira, 2003, p. 178). Para este mesmo autor, há uma “falta de permeabilidade” dos trabalhos em disciplinas científicas “para questões sociais”. Ciência e tecnologia, tão presentes no cotidiano de todos nós, não são levadas para o ambiente escolar como poderiam e deveriam. Há uma importante reciprocidade entre a produção científica e a sociedade (Bernal, 1969, p. 1286). Entende-se que:

[...]da mesma maneira que os acontecimentos sociais levam a transformações na ciência, também as transformações sociais

são, cada vez mais, provocadas pela ciência (Bernal, 1969, p. 1286).

Não pode, portanto, a educação privar o aluno/cidadão das construções científicas e de suas conseqüências para o social, além de, como salienta o excerto acima, mostrar ao aluno também como as relações sociais interferirão no desenvolvimento científico. Sendo a ciência e a tecnologia, partes integrantes e fundamentais à compreensão do mundo em que vive o aluno, elas devem oferecer uma imagem

[...] que possa trazer à tona a dimensão social do desenvolvimento científico-tecnológico, entendido como produto resultante de fatores culturais, políticos e econômicos. Seu contexto histórico deve ser analisado e considerado como uma realidade cultural que contribui de forma decisiva para mudanças sociais, cujas manifestações se expressam na relação do homem consigo mesmo e os outros (Pinheiro *et al.*, 2007, p. 73).

Não há mais espaço para o trabalhador “chapliniano” (Niskier, 1997, pág. 162). Este trabalhador precisa ser capaz de acompanhar “a velocidade dos conhecimentos científicos e tecnológicos” (Niskier, 1997, p. 162).

Para Westphal *et al.*, entretanto, a legislação atualmente em vigor falha ao promover a contextualização apenas quanto a questões sócio-culturais, desprezando aspectos históricos. Para este autor

[...]a contextualização histórica, ambientada na origem do conhecimento, aproxima o aluno do cientista, do construtor, do produtor do conhecimento, desmitificando a ciência e tornando o seu objeto de estudo mais palatável e motivador (Westphal *et al.*, 2005).

O conhecimento científico é construído em um contexto histórico próprio e tal particularidade deve ser levada em consideração no processo ensino/aprendizagem. A aprendizagem em uma perspectiva sócio-histórica deve, portanto, se estabelecer tomando o lugar daquela onde o aluno passivamente se coloca como depositário de conteúdos previamente estabelecidos. Sua interação com os conteúdos, percebendo nestes verdadeiros instrumentos de transformação social, faz-se imprescindível se o objetivo primeiro da educação for aquele de formar o cidadão pleno, ou seja, o sujeito realmente ativo.

As relações entre o homem, aquilo que ele aprende (ou o conhecimento adquirido) e sua atividade produtiva podem ser entendidas a partir de respostas dadas às questões propostas a seguir por Lev Semenovitch Vygotsky:

(1) Qual a relação entre os seres humanos e o seu ambiente físico e social? (2) Quais as formas novas de atividade que fizeram com que o trabalho fosse o meio fundamental de relacionamento entre o homem e a natureza e quais são as consequências psicológicas dessas formas de atividades? (3) Qual a natureza das relações entre o uso de instrumentos e o desenvolvimento da linguagem? (Vygotsky, 2007, p. 3).

As questões citadas no excerto acima servirão como norteadoras de nosso trabalho. A maneira como o ser humano se relaciona com seu meio sócio-cultural; de que forma as funções psicológicas mais complexas do ser humano vão se desenvolver na medida em que ele interage com a natureza ao mesmo tempo que a transforma e, por isso, transforma a si mesmo e, por fim, as implicações de tais questões no processo ensino/aprendizagem no ambiente escolar.

III- O SOCIOINTERACIONISMO

1. Introdução

O desenvolvimento de um indivíduo ocorre na interação deste com o meio em que vive e com os outros integrantes deste meio numa relação mediada pelos símbolos e instrumentos utilizados no grupo, cada qual com seu significado específico atrelado à estrutura cultural deste grupo, ou seja, uma “apropriação da cultura mediante a comunicação entre pessoas” (Libâneo, 2004, p. 116). A estrutura mental do indivíduo será formada tomando-se como base a sua história social (Martins, 1997, p. 111). Não há, segundo esta concepção de desenvolvimento cognitivo, uma relação de aprendizagem que ocorra em uma via de mão única e nem podemos desprezar o ambiente sócio-cultural onde o sujeito está inserido.

A concepção de formação de um indivíduo interagindo dialeticamente com o meio em que vive, aprendendo e reaprendendo todo o tempo, é a base da teoria de aprendizagem proposta por Lev S. Vygotsky no início do século XX. Para ele, os conceitos são construídos pela pessoa que aprende baseados na cultura onde ela se insere. Esta relação é dialética, por conter uma via de duas mãos (como afirmamos anteriormente), já que o indivíduo se transforma ao mesmo tempo que transforma seu ambiente sócio-cultural. Este processo terá na escola um dos locais privilegiados onde poderá ocorrer. Aluno, ambiente escolar, conhecimento e mediadores irão interagir contribuindo para a formação do primeiro.

Para Palangana (2001), tanto Vygotsky como Jean Piaget tratavam a questão da aprendizagem e do desenvolvimento do pensamento humanos de um ponto de vista em que a relação sujeito e objeto do conhecimento era de grande relevância (Palangana, 2001, p 7). A construção do conhecimento vai acontecer baseada, portanto, nesta relação. Afirma esta autora que

[...]as interações sociais de um modo geral e em particular aquelas que ocorrem no âmbito escolar vêm sendo apontadas como um caminho através do qual é possível incrementar o processo de aprendizagem e desenvolvimento, tornando mais produtivo o impacto da escola na trajetória de vida do sujeito (Palangana, 2001, p 8).

Trata-se, portanto, de considerar a aprendizagem como parte de um processo de interação entre sujeito e objeto. Vale ressaltar, no entanto, que Piaget, no que diz respeito ao desenvolvimento da criança, ao estudar as relações entre as suas estruturas biológicas e o

meio social onde esta se inseria, dava maior enfoque às primeiras. Esta adoção de um “suporte mais biológico”, lhe permitiu apresentar um “caráter universal dos estágios de desenvolvimento” do ser humano (Palangana, 2001, p. 134). Afirma-se mesmo que para Vygotsky, na análise da evolução da espécie humana, as alterações biológicas desempenharam um papel secundário desde o surgimento de nossa estrutura cultural (Van der Veer; Valsiner, 1996, p. 220). Segundo estes autores, Vygotsky atribuía a Piaget uma “visão organicista do desenvolvimento” ao associar este diretamente a uma maturação das funções cerebrais (Van der Veer; Valsiner, 1996, p. 356).

Até a época de Vygotsky a psicologia tratava a questão do desenvolvimento cognitivo humano de formas variadas. Para os associacionistas⁴, o pensamento e a palavra estariam ligados por meio de estruturas externas ao indivíduo, contrariamente aos gestaltistas⁵, que acreditavam em estruturas psicológicas ligando ambos. Já os behavioristas⁶, entendiam que o pensamento era apenas a fala sem o som. Outras correntes tentaram tratar do assunto, mas nenhuma delas, nem mesmo as mais progressistas, buscou na história do indivíduo uma explicação para a formação de suas estruturas psicológicas, base das relações entre pensamento e linguagem (Jobim e Souza, 2004, p. 124). Segundo esta autora, Vygotsky irá buscar respostas para tal problema, partindo de uma análise dos trabalhos já desenvolvidos até então. Havia uma dicotomia na psicologia, ou seja, “duas metades irreconciliáveis” (Jobim e Souza, 2004, p. 124): de um lado, um tratamento das questões biológicas do ser e de outro, um estudo das funções psicológicas superiores, e tais “metades” deveriam assumir um único corpo em uma nova teoria.

Vygotsky tratará o desenvolvimento da pessoa como um processo de internalização de suas relações sociais. Tais relações, vividas por cada indivíduo, converter-se-ão em funções psicológicas, formando, assim, sua personalidade (Marx e Engels *In* Pino, 2000, p. 61). O homem interagirá com a natureza influenciando-a e, com isso, criando novas condições para sua existência (Vygotsky *In* Pino, 2000, p. 63). O homem é, portanto, um ser ativo em seu tempo, em seu momento histórico e em seu meio social, ou seja, ele constrói sua cultura, faz sua história e é ao mesmo tempo influenciado por ela. Tudo isso está proposto nas idéias de

⁴ **Psicologia associacionista:** defendia que o conhecimento no indivíduo seria formado através de suas experiências e por meio de associação de idéias (Ferreira, 1986)

⁵ **Gestalt:** Psicologia da forma. Entre o final do século XIX e o início do século XX os estudiosos da psicologia (Wertheimer, Köhler e Koffka) focalizaram seus estudos na maneira como o ser humano percebe a configuração das coisas (as ilusões de ótica ou a película de um filme, por exemplo). Trataram, portanto, de estudar as reações psicológicas quando do recebimento de um estímulo físico (Bock, 1989).

⁶ **Behaviorismo:** Filosofia da ciência que trata do comportamento humano. Os behavioristas defendem que todo comportamento é adquirido ao longo da vida do indivíduo, ou seja trata-se de um estudo sobre que respostas um indivíduo daria a determinados estímulos. O ser não possui, portanto, identidade (Skinner, 1974).

Marx e Engels sobre as relações homem/natureza e Vygotsky transportará tais idéias para o campo da psicologia, mostrando como o ser humano é capaz de transformar a natureza e, ao mesmo tempo, transformar a si mesmo por meio de seu trabalho e por meio de instrumentos mediadores, sejam concretos ou psicológicos (Cole; Scribner, 2007, p. XXVI). Em “A ideologia alemã”, Marx e Engels afirmam que “é na práxis que o homem deve demonstrar a verdade, isto é, a realidade e o poder, o caráter terreno de seu pensamento (Marx e Engels, 1999, p. 126). Afirmam ainda que “os homens são produtos da circunstância e da educação” e “os homens transformados são produtos de outras circunstâncias e de uma educação modificada” (Marx e Engels, 1999, p. 126).

A propósito da influência das idéias de Marx e Engels nos trabalhos de Vygotsky, Cole & Scribner (2007) afirmam que:

Ao contrário do estereótipo dos intelectuais soviéticos que se apressam em fazer suas teorias de acordo com a mais recente interpretação do marxismo elaborada pelo Politiburo, Vygotsky, desde o início de sua carreira, via o pensamento marxista como uma fonte científica valiosa. “Uma aplicação do materialismo histórico e dialético relevante para a psicologia” seria um resumo preciso da teoria sociocultural de Vygotsky dos processos psicológicos superiores. (Cole; Scribner, 2007, p. XXV).

Pretendia ele colaborar para o surgimento de uma teoria capaz de embasar a psicologia da aprendizagem. Vygotsky deixa isso claro quando afirma que:

Não quero descobrir a natureza da mente fazendo uma colcha de retalhos de inúmeras citações. O que quero é, uma vez tendo aprendido a totalidade do *método* de Marx, saber de que modo a ciência tem que ser elaborada para abordar o estudo da mente. (Vygotsky In Cole; Scribner, 2007, p. XXVII).

Em busca desta teoria, Vygotsky partirá do princípio de que, diferentemente dos animais que apenas se servem da natureza, o homem vai, a partir dela, criar instrumentos de trabalho e fazer com que ela lhe seja útil. Ele vai interagir com o seu ambiente natural e para isso terá que se valer de outros instrumentos também imprescindíveis: os signos que, portanto, não são os primeiros instrumentos. É por meio deles que ele passa a se comunicar com seus semelhantes e são estes símbolos a base de toda a linguagem utilizada pelo ser humano no curso de sua história sobre o planeta. Eles serão vitais na construção das culturas, na

comunicação entre as pessoas e também no momento em que o homem, de certa forma, lega para as gerações futuras o conhecimento adquirido. Para Vygotsky, ocorre uma internalização das linguagens e signos formados em cada cultura provocando “transformações comportamentais”, além de promover uma “ligação entre as formas iniciais e tardias do desenvolvimento individual”. A criança iniciará seu desenvolvimento internalizando todo um sistema de signos próprios de sua cultura, de seu tempo, e através deles poderá interagir com outras pessoas e com os objetos à sua volta, construindo-se, reconstruindo-se e alterando seu meio a cada nova interação.

O desenvolvimento do trabalho realizado por Vygotsky vai ocorrer em um lugar e em um momento histórico bem específicos. A União Soviética dos anos 20 enfrentava problemas sérios ligados ao analfabetismo e pretendia-se uma solução para os mesmos. Vale lembrar aqui que aquele país vivia um processo pós-revolucionário e que este estado de coisas era herança do período czarista. A psicologia educacional objetivava, então, uma busca de soluções para estes problemas, elaborando programas educacionais capazes de maximizar as potencialidades de cada pessoa (Cole & Scribner, 2007, p. XXIX). Vygotsky vai perceber que aí está sua grande oportunidade de compreender melhor os processos mentais associados ao ser humano e, é claro, de que forma o homem aprende.

Em seus métodos experimentais, segundo Cole e Scribner, Vygotsky introduzia obstáculos à realização de determinadas tarefas ou oferecia caminhos opcionais à realização das mesmas ou mesmo propunha tarefas que exigiam muito mais do que a criança era capaz. De qualquer forma pretendia ele conhecer os caminhos seguidos pela pessoa ao longo da história de seu desenvolvimento. Os métodos faziam um paralelo entre o desenvolvimento da pessoa com o desenvolvimento cultural da sociedade. Os estudos sociológicos e antropológicos seriam “coadjuvantes” para o entendimento de como se desenvolvem as capacidades cognitivas do homem (Cole; Scribner, 2007, p. XXXVI).

Em nosso trabalho, portanto, desde que adotamos a teoria vygotskyana como nossa orientadora, vamos tratar o desenvolvimento cognitivo do aluno inserido em uma estrutura sócio-cultural em pleno desenvolvimento. É preciso ressaltar mais uma vez que sua relação com tal estrutura é dialética, ou seja, tanto ele aprenderá com as pessoas e objetos de seu tempo como terá influência sobre eles, em uma relação de mão dupla. Ao entender como evoluem as estruturas sociais e culturais de nosso tempo, segundo o que ficou proposto no parágrafo anterior, poderemos compreender melhor como evoluem as estruturas psicológicas que sustentam o aprendizado de cada aluno. O produto deste trabalho, um livro paradidático, tem como objetivo mostrar ao aluno como o ser humano – e ele também – interfere de forma

definitiva na ordem planetária em uma história que teve início a partir da industrialização detonada, podemos assim dizer, no século XVIII, na Inglaterra. A história de nossa sociedade falará muito sobre a história do aluno, das ferramentas que ele utiliza na interação com seu meio, das interferências que ele produz neste meio e, finalmente, de como se dá seu processo cognitivo. Entende-se este produto como elemento mediador do processo ensino/aprendizagem e objetiva-se que ele venha contribuir para que o aluno comece a perceber o seu verdadeiro papel dentro da sociedade. Nele trataremos de temas tão relevantes como a industrialização e a paralela opção por uma conduta eticamente aceitável no que tange às questões sociais mais emergentes.

2. Bases filosóficas: o materialismo dialético

No início do século XX a psicologia se baseava em aspectos genéticos e biológicos do ser humano. Entendia-se que o homem evoluiu, portanto, em suas capacidades, desenvolvendo sua estrutura biológica e a humanidade teria também evoluído até atingir estruturas sócio-culturais mais avançadas, partindo de uma “cultura primitiva até a forma mais suprema de civilização, ou seja, a cultura européia do século XX” (Van der Veer; Valsiner, 2006, p. 209). Admitia-se, por exemplo, que adultos de culturas primitivas poderiam ser comparados a crianças de outras mais evoluídas. Estabeleciam-se também comparações entre homens e animais, notadamente chimpanzés; entre culturas diferentes, como por exemplo ocidentais, tidos como mais desenvolvidos e evoluídos; entre pessoas saudáveis e outras com algum tipo de deficiência mental e, por fim, entre adultos e crianças de uma mesma cultura (Van der Veer; Valsiner, 2006, p. 210). Desejava-se com isso traçar uma espécie de mapa da psicologia humana e entender como o homem evolui em seus processos cognitivos, mesmo analisando indivíduos de culturas diferentes ou até fazendo comparações com animais.

Vygotsky não vai se furtar a tais comparações em seu trabalho na busca de uma compreensão dos processos formadores das estruturas psicológicas superiores. É preciso, entretanto, salientar que Vygotsky atribuía maior ênfase à história cultural do homem. Entendia ele que:

- a. Charles Darwin construiu uma teoria capaz de explicar a história genética do ser humano, ou seja, como o ser humano evoluiu biologicamente ao longo de sua história sobre o planeta. Discordava deste cientista, entretanto, quando ele afirmava que homens e animais possuíam um mesmo “tipo” de inteligência, diferindo apenas em “grau” (Van der Veer; Valsiner, 2006, p. 213);

- b. K. Marx e F. Engels, por outro lado, vão traçar as bases para a evolução do homem como um ser capaz de se valer da natureza em seu proveito, transformando-a. Ao produzir transformações através do trabalho o ser humano produz, também, transformações em si mesmo e, por fim, evolui.

Os animais dependem fortemente de sua herança genética para traçarem o seu ciclo evolutivo, enquanto que o homem, apesar de também depender de sua história genética, construirá uma estrutura cultural, transmitindo-a a seus descendentes. Além de propor que o mundo natural e aspectos psicológicos da estrutura humana estabelecem uma relação de unidade, Vygotsky ainda afirma que nem a natureza nem as estruturas sociais são previamente dadas, mas são sim frutos de um processo histórico. Fica clara aqui sua referência ao materialismo dialético de K. Marx e F. Engels. O mundo material pré-existe, mas à medida em que o ser humano o conhece e o transforma, “deixa de ser natureza em si para se transformar em natureza significada e, portanto, cognoscível” (Zanella, 2004, p. 129).

A relação do homem com a natureza e sua ação transformadora sobre ela estabelecerão como irá ocorrer o desenvolvimento do ser humano. Para Marx e Engels, a organização dos seres humanos “e sua conseqüente relação com o resto da natureza” mostrará como nós nos distinguimos dos animais e, por isso, passamos a buscar formas para nossa subsistência (Marx e Engels *In Bottomore*, 1988, p. 258). Daí, com relação aos processos que envolvem as formas como o ser humano busca e constrói seu conhecimento, enfatiza-se a importância do trabalho⁷, no sentido marxiano do termo, como ato transformador da natureza e do meio social. Temos, portanto, o seguinte: no momento em que o homem precisa lutar pela sua sobrevivência ele acaba por se organizar “em torno do trabalho” (Palangana, 2001, p. 111) e, por isso, cria relações com seus semelhantes e com a natureza à sua volta. A produção guiará a forma de vida social, política e econômica. A forma de pensar e a formação das idéias também ficarão condicionadas a toda essa estrutura.

O homem aprende, portanto, nas relações que mantém com o seu meio, ou seja, com os objetos, com outros homens, com sua cultura e, por fim, consigo mesmo, sempre lembrando que tal relação não possui uma única via, ou seja, ela é dialética. Para Engels,

⁷ A palavra “trabalho” faz referência àquilo que Marx entende como tal. Jobim e Souza (2004) define o trabalho como uma “atividade produtiva”, “a determinação ontológica da humanidade, o modo de realização da liberdade humana.” O homem produziria uma humanização dos objetos que ele encontra na natureza. O capitalismo, por sua vez, irá produzir, portanto, a alienação e o homem não vai mais se identificar nos bens produzidos. O capitalismo negará a mediação entre homem e objeto e, é claro, entre o homem e a natureza e o trabalhador vai se relacionar com sua atividade produtiva como se esta lhe fosse externa (Jobim e Souza, 2004, p. 37).

[...]é precisamente a modificação da natureza pelos homens (e não unicamente a natureza como tal) o que constitui a base mais essencial e imediata do pensamento humano; e é na medida em que o homem aprendeu a transformar a natureza que a sua inteligência foi crescendo. (Engels *apud* Palangana, 2001, p. 111).

Ao agir sobre a natureza o homem retroage sobre si mesmo e se desenvolve social e psicologicamente. Para Engels o *homo sapiens* surgiu quando um ancestral seu desceu das árvores e adotou postura ereta. Assim ele liberou os membros superiores e, no ato de manipular objetos, desenvolveu sua capacidade visual, possibilitando um conseqüente desenvolvimento do cérebro. Decorre daí a criação e a manipulação de instrumentos com os quais o homem passa a interferir no seu meio natural. Veio, então, o trabalho e a necessidade da fala e da comunicação entre homens e entre grupos de homens. Quando começa a fabricar instrumentos, o homem sente a necessidade de se comunicar e desenvolve meios para isto, ou seja, começa aí todo um processo de criação de um sistema de símbolos através dos quais os homens vão se relacionar. O trabalho é, para Engels, o meio pelo qual os homens agem sobre a natureza transformando-a e transformando a si mesmos (Van der Veer; Valsiner, 2006, p. 217).

Marx também vai entender o trabalho como essencial à existência do homem em sua relação com o meio natural. Para Jobim e Souza (2004), a relação do homem com a natureza, com os outros homens e consigo mesmo, com o objetivo de consolidar a liberdade humana por meio do trabalho, constitui a base da teoria de Marx. Para a autora

[...]o homem se origina da natureza, é uma parte da natureza, portanto um ser natural. Como ser natural é ativo, apresentando tendências, capacidades e impulsos. Os objetos desses impulsos existem fora dele e são indispensáveis à manifestação e à confirmação de seus poderes essenciais (Jobim e Souza, 2004, p. 35).

O trabalho é, portanto, uma necessidade interior do homem. Através do trabalho o homem altera os objetos que encontra na natureza e se personifica neles. A respeito da função exercida pelo trabalho sobre o desenvolvimento cognitivo humano, Vygotsky entenderá que tal desenvolvimento está baseado na interação entre as pessoas e dessas com o seu ambiente por meio de instrumentos e signos. Estes serão os mediadores das relações homem/homem e homem/mundo. A respeito de todo este processo ele afirma que o mesmo se efetivará

[...]primeiramente na atividade externa (interpessoal) e, em seguida, na atividade interna (intrapessoal) regulada pela consciência, mediados pela linguagem, em que os signos adquirem significado e sentido (Vygotsky *apud* Libâneo, 2004, p. 7).

Vygotsky vai propor que a cultura é parte da natureza do homem e evidencia as origens sociais tanto do pensamento como da linguagem (Palangana, 2001, p. 90). Para ele o comportamento humano deveria ser tratado como um fenômeno histórico com profundas raízes no social.

A natureza e as condições naturais são determinantes no desenvolvimento do ser humano. Após interferir na natureza e alterá-la, o homem é influenciado por ela e desta relação surgem novas condições para sua existência. O comportamento dos homens e a forma como eles interagem com o mundo em que vivem vão se alterando ao longo da história da humanidade.

Há, portanto, uma relação entre o ser humano e a natureza onde este se constitui e se constrói. A idéia de homem e ambiente natural separados um do outro e existindo de forma independente cede lugar a uma concepção de mundo onde natureza e sociedade condicionam-se mutuamente. Todo esse ato transformador do homem e da natureza ocorrerá através do trabalho e do uso de instrumentos, meios pelos quais o homem é capaz de transformar a natureza e, conseqüentemente, a si mesmo.

Processos como cognição, percepção, estruturação da personalidade, emoção, memória, desenvolvimento e até mesmo psicopatias serão elucidados e entendidos dentro da lógica do sociointeracionismo (Ratner, 2002, p. 5). Tais processos psicológicos

[...]são elaborados humanamente à medida que os indivíduos participam de interações sociais e à medida que empregam instrumentos (tecnologia) (Ratner, 2002, p. 6).

O ser humano, “capaz de produzir cultura” (Zanella, 2004, p. 127), seria “um agregado de relações sociais encarnadas em um indivíduo” (Vygotsky *apud* Zanella, 2004, p. 127), ou seja, nas relações sociais o homem faz sua cultura e, dialeticamente, aprende com a mesma. Nas relações sociais o homem irá ativar processos capazes de favorecerem o seu desenvolvimento. A importância do ambiente sócio-cultural para Vygotsky é notória. Não se admite a aprendizagem como um momento em que alguém entrega algo a outra pessoa, ou seja, o aluno passivo e absorvendo um volume de conhecimento descolado de sua cultura e de

seu tempo. Aprender implica em interagir e o desenvolvimento cognitivo de uma pessoa se dará na escola com o auxílio do professor, mas este não implantará nada no aluno, apenas criará condições para que este desenvolvimento ocorra (Van der Veer; Valsiner, 1996, p. 358). Nas palavras de Vygotsky:

[...]Implantar [algo] na criança... é impossível... só é possível treiná-la para alguma atividade exterior como, por exemplo, escrever à máquina. Para criar uma zona de desenvolvimento proximal⁸, isto é, para engendrar uma série de processos de desenvolvimento interior, precisamos dos processos corretamente construídos de aprendizagem escolar (Vygotsky *In* Van der Veer; Valsiner, 1996, p. 358).

Vale aqui ressaltar que o próprio idioma russo apresenta uma única palavra (*obuchenie*) com significado tanto de ensino como aprendizagem, ou seja, faz referência a “ambos os lados do processo de duas vias, sendo, portanto, apropriada a uma visão dialética de um fenômeno composto de opostos que se interpenetram” (Daniels, 2003, p. 20).

3. Bases fisiológicas: a plasticidade cerebral

Não há na teoria proposta por Vygotsky uma dicotomia entre as estruturas fisiológicas e psicológicas da atividade humana. Elas formam, na verdade, uma estrutura única, ou seja, tratam-se de “instâncias de um mesmo e único processo histórico” (Zanella, 2004, p. 128), além do que o cérebro, principal estrutura biológica no que tange à capacidade cognitiva do indivíduo, potencializará os processos de interação e aprendizagem do homem em seu meio, dada a plasticidade deste órgão (Ratner, 2002, p. 6; Oliveira, 2004, p. 24). O cérebro não será, entretanto, determinante das capacidades cognitivas do homem. Ratner (2002) afirma que as estruturas biológicas fornecem um “substrato geral, potencializador, aos fenômenos mentais”. A estrutura biológica do ser humano servirá de base para a formação de sua consciência a partir de suas relações com outros e com a natureza.

A respeito da consciência, entende-se que

[...]é a habilidade em avaliar as informações sensoriais, em responder a elas com pensamentos e ações críticas e em reter traços de memória de forma que traços ou ações passadas

⁸ Discutiremos mais profundamente o conceito de zona de desenvolvimento proximal (ZDP) adiante em nosso trabalho.

possam ser usadas no futuro (Luria *In Vygotsky et al.*, 2003, p. 196).

Luria (2005) ainda afirma que a consciência será a “forma mais elevada de reflexo da realidade” não pré-existindo nem sendo inalterável e “passiva”. Desenvolvida pelos indivíduos em suas atividades, será primordial “para orientá-los no ambiente” em que vivem, contribuindo na adaptação e na reestruturação deste (Luria, 2005, p. 23).

Assim, o sucesso na aprendizagem não será determinado apenas por fatores biológicos ou por influência de fatores externos como o meio social onde o indivíduo se fez e se criou. Ambos os aspectos serão importantes na formação do indivíduo. A atividade cognoscente mediará as impressões dos estímulos externos e internos (Ratner, 2002, p. 6).

Sobre o que Vygotsky entende como se formam as estruturas cognitivas do ser humano, Oliveira (2004) destaca três pontos importantes:

- as funções psicológicas têm um suporte biológico pois são produtos da atividade cerebral;
- o funcionamento psicológico fundamenta-se nas relações sociais entre o indivíduo e o mundo exterior, as quais desenvolvem-se num processo histórico;
- a relação homem/mundo é uma relação mediada por sistemas simbólicos. (Oliveira, 2004, p. 23)

Os três itens destacados anteriormente evidenciam aquilo que discutimos até agora, ou seja,

- 1) o desenvolvimento e a aprendizagem de um indivíduo ocorrem na interação com o seu ambiente sócio-cultural;
- 2) as funções superiores possuem uma base biológica, tópico que abordaremos posteriormente.

Contrariamente a algumas concepções presentes no início do século XX, defensoras da “psicologia como ciência natural” (Oliveira, 2004, p. 22), ou seja, ancorada na fisiologia do ser, Vygotsky afirmava não haver paralelismo entre a atividade cerebral humana e aquela dos animais, notadamente dos primatas, exatamente porque estes últimos não interagem social e culturalmente com o meio em que vivem, sendo a mediação simbólica uma exclusividade dos seres humanos (Del-Masso, 2005). Pino (2000) afirma que, ao colocar as relações sociais como definidoras do desenvolvimento da natureza humana, Vygotsky promove uma “subversão” do pensamento psicológico tradicional” (Pino, 2000, p. 61).

Ao estabelecer seus pontos de vista a respeito deste mundo, o indivíduo o está recriando e ampliando suas possibilidades de intervenção no mesmo. A figura 1 procura dar uma idéia deste processo. A plasticidade (capacidade de adaptação cerebral) será primordial para que o indivíduo reorganize suas estruturas cognitivas diante da avaliação que ele mesmo fez de sua realidade e, assim, possa reorganizar suas idéias a respeito desta mesma realidade.



Figura 1

Ao interagir com o meio o sujeito passa a conhecê-lo mais profundamente, pode sistematizar o conhecimento e, a partir daí, reavaliar sua realidade e com isso alterar sua própria impressão sobre a mesma, reiniciando o ciclo. As interações, como já afirmamos em momentos anteriores, são mediadas por signos, pessoas ou objetos concretos. Além disso, o encontro do sujeito com o conhecimento sistematizado se dará preferencialmente em um espaço bem específico: o ambiente escolar. Dele trataremos a seguir.

4. O espaço escolar

O esquema apresentado na figura 1 mostra que o processo de ensino/aprendizagem baseado nas interações entre sujeito, meio social e objeto de estudo, contribuirá para que aquele que aprende supere suas concepções iniciais (espontâneas) e, após ter contato com um conhecimento mais sistematizado (científico), tenha condições de reavaliar sua própria realidade e, finalmente, intervir na mesma. Acredita-se, inclusive, que tal processo “deveria começar pela problematização, extraída da prática social” (Saviani *In* Teixeira, 2003, p. 180). Deixará o aluno de ser um simples espectador do seu tempo, passando à posição de ator e autor de sua própria história.

Deve a escola, portanto, criar meios que permitam a formação de cidadãos autônomos, ou seja, capazes de construir idéias próprias e, ao mesmo tempo, livres da dominação de

grupos que os desejarem manipular. Anseia-se pela construção de “personalidades flexíveis e eticamente ancoradas” (Libâneo, 2004, p. 114). Para este autor, “a meta própria da aprendizagem” é permitir que os indivíduos adquiram “as habilidades de aprenderem por si mesmos, ou seja, a pensar” (Libâneo, 2004, p. 122).

A importância do espaço escolar para a construção/reconstrução do conhecimento é indiscutível. É preferencialmente nele que o indivíduo terá acesso ao conhecimento sistematizado, como já afirmamos. Entende-se que a escola, por se tratar de uma “instituição social”, é “um lugar historicamente tornado legítimo para transmissão/construção do conhecimento” (Smolka; Góes *In Smolka et al.*, 2003, p. 9).

Isto torna inconcebível um modelo de escola onde a relação do aluno com seu mundo possua uma única mão de direção. Se quem aprende não interage com o aquilo que deseja aprender, os conteúdos tornam-se sem sentido e sem utilidade. Não será o indivíduo capaz de fazer uma análise crítica da realidade a partir daquilo que lhe é apresentado se ele, indivíduo, não perceber uma conexão entre o conhecimento e a sua realidade.

Destacamos aqui a importância dos meios e materiais dos quais o aluno disporá dentro do ambiente escolar: livros, laboratórios, recursos multimídia, etc. Abordaremos tal importância mais a diante quando trataremos da mediação e do produto final deste trabalho: o livro paradidático.

O ambiente e o que ele proporciona são fundamentais para a formação do sujeito que poderá, posteriormente, alterar este mesmo ambiente. O sujeito deverá, a partir daquilo que já se encontra em seu meio social, trabalhar para recriar sua própria realidade. À escola cabe a tarefa de permitir que o aluno possa refletir sobre o mundo em que vive, além de ele ter aí os primeiros contatos com o conhecimento sistematizado historicamente.

Dentro da perspectiva sócio-interacionista, deseja-se levar ao aluno uma visão de mundo e, ao mesmo tempo, permitir que ele construa a sua visão particular. Tal construção dar-se-á em suas interações com a cultura onde se insere. Serão fornecidos os sistemas simbólicos de representação, ajudando a interpretar e construir o mundo real.

5. Instrumentos de mediação: a linguagem e a memória

A linguagem possui a função de dar ao sujeito o seu verdadeiro caráter sócio-histórico. É através dela que o sujeito interage com o seu meio, além do que a base de toda linguagem está fundada na estrutura sócio-cultural onde o sujeito se insere. O seu uso é, na verdade, “a condição mais importante do desenvolvimento das estruturas psicológicas superiores” (Jobim e Souza, 2004, p. 125). A linguagem terá também função de contribuir para que o homem

construa sua história por meio dos signos culturalmente estabelecidos, afinal é através deles que ocorrerá a comunicação entre homens e é através deles também que o homem, de alguma forma, se comunicará com as gerações posteriores.

Vygotsky deseja entender a relação entre pensamento e a palavra e como a linguagem vai contribuir para ativar as funções psicológicas superiores. Procura também entender como a linguagem vai interferir na dinâmica social e na evolução do pensamento humano. Para ele o homem se relaciona socialmente e, em seguida, traz o resultado de tais relações para dentro de si, ou seja, a natureza social das pessoas converte-se em na natureza psicológica de cada uma delas (Jobim e Souza, 2004, p. 125). Para isso é necessária a existência de mediadores, sejam instrumentos ou símbolos.

A mediação no processo de desenvolvimento do ser humano será focalizada com maior atenção neste trabalho em função de termos optado por um texto (livro) paradidático como produto final de nossa pesquisa. Nosso produto é, portanto, um instrumento ou ferramenta de mediação a ser utilizada no processo ensino/aprendizagem. Segundo Daniels (2003), Vygotsky classificou as formas de mediação em “três classes”:

- I. meios materiais;
- II. meios psicológicos e
- III. outras pessoas.

No caso em questão, ou seja, quanto à nossa proposta de uso do livro paradidático como forma de mediação, podemos considerar que os três elementos citados por Vygotsky farão parte do livro ou entrarão em cena quando do seu uso. A linguagem, os símbolos, os diagramas e os desenhos serão as “ferramentas psicológicas” no entender de Vygotsky. O livro por si só é de fato uma ferramenta material e, por fim, quando das atividades exercidas pelo professor ou até mesmo por alunos mais desenvolvidos, teremos o terceiro elemento mediador citado, ou seja, outras pessoas. Trata-se, portanto, de uma ferramenta muito rica para o desenvolvimento de um trabalho em sala de aula. Além de tudo isso, como já citamos anteriormente, o livro paradidático oferece ao professor uma certa liberdade em seu uso, não estando rigidamente preso a uma estrutura ou grade curricular.

Os instrumentos mediadores como, por exemplo, o livro, terão papel importante na evolução das capacidades cognitivas do aluno. Ao longo de seu desenvolvimento, o ser humano passa de forma gradativa a fazer uso de mediadores em suas ações sobre o ambiente. Tanto o uso de instrumentos como de signos passam a preponderar sobre ações diretas (Oliveira, 2004, p. 27). Vygotsky afirma que as operações psicológicas humanas que fazem uso de signos “são produto das condições específicas do desenvolvimento social” (Vygotsky,

2007, p. 32). É no seu meio sócio-cultural que a pessoa incorporará os signos e seus significados. Além disso, é através do uso de signos que o homem converte um processo interpessoal em intrapessoal, ou seja, os signos mediadores contribuirão para uma internalização das relações antes apenas sociais.

Quando tratamos do uso do livro como instrumento mediador fica evidenciada a importância da linguagem a ser utilizada nele. A linguagem é formada por um conjunto de signos (símbolos) com significado e sentido próprio de cada cultura. Além da comunicação pura e simples, a linguagem permitirá ao indivíduo expressar-se em seu meio, posicionando-se perante os outros que com ele convivem.

Há uma analogia entre a invenção de signos comuns que permitam uma comunicação entre indivíduos que partilhem de uma mesma cultura e os instrumentos utilizados por estes indivíduos, ou seja, o signo age como um instrumento da atividade psicológica, tal como os instrumentos de trabalho (Vygotsky, 2007, p. 52).

A linguagem vai emergir nas (ou das) relações de trabalho (o ato transformador da natureza pelo homem). É em tais relações que surge de forma mais evidente a necessidade de comunicação entre homens e entre grupos de homens com culturas distintas. Ocorrerá, também, a evolução da própria linguagem no meio sócio-cultural. Com ela podemos dizer que haverá uma coletivização das experiências individuais de cada ser, contribuindo para a evolução deste mesmo ser.

Pessoas de um mesmo grupo, partilhando de uma mesma cultura, podem se comunicar e se conhecer, solucionar determinado problema a partir de “conhecimentos previamente acumulados” (Alves, 2007, p. 41) e construir novos conhecimentos. A linguagem não possui sentido previamente determinado, ou seja, este “sentido” é resultado de “uma ação conjunta que presume cooperação e consentimento” (Alves, 2007, p. 41).

A linguagem permitirá o “acesso ao mundo que se nos apresenta, ‘o real’” (Morato, 2000, p. 153). É certo que

[...]a língua não é simplesmente um intermediário entre nosso pensamento e o mundo. Há vários fatores que mobilizam esta relação, além dos concernentes ao sistema lingüístico propriamente dito (a língua): as propriedades biológicas e psíquicas de que somos dotados, a qualidade das interações humanas, o valor intersubjetivo da linguagem, as contingências materiais da vida em sociedade, os diferentes universos discursivos ou sistemas de referência antropológico-cultural [...], através dos quais agimos e orientamos nossas ações no mundo, as normas pragmáticas que presidem a utilização da linguagem,

a polissemia existente entre língua e (inter)discurso (Morato, 2000, p. 153).

Será possível, também, o confronto das concepções iniciais do indivíduo a respeito do mundo com aquelas dos outros integrantes de seu meio social e com as concepções mais sistematizadas (científicas). A sala de aula, ambiente onde o professor deve se portar como mediador, propiciará as interações aluno/aluno, aluno/professor, aluno/objeto,... com o objetivo de se caminhar em direção ao conhecimento construído historicamente.

Ao tratarmos da importância da linguagem e dos signos que a compõem, voltamos nossa atenção, também, para a comunicação verbal. Ao expressar-se verbalmente o indivíduo está, de fato, dando significado à palavra, ou seja, está unindo pensamento e fala (Vygotsky, 2005, p. 5). Através da palavra e do seu significado dentro de um certo contexto, o indivíduo irá se comunicar em seu meio social. A palavra é, portanto, uma unidade tanto necessária ao pensamento generalizante quanto ao intercâmbio social (Vygotsky, 2005, p. 8), ou seja, instrumento imprescindível à mediação homem/mundo.

Na condução de uma atividade mediada por um instrumento ou signo, segundo Vygotsky, podemos distinguir dois aspectos importantes de cada caso. Em se tratando de instrumentos, há uma influência do comportamento da pessoa sobre um objeto externo o que levará a alterações neste último. Já o signo, por sua vez, constitui-se de um meio de condução da atividade interna, “dirigido para o controle do próprio indivíduo” (Vygotsky, 2007, p. 55).

Os textos que comporão cada capítulo do livro paradidático devem ser voltados, então, para a realidade do aluno e para o seu nível cognitivo. O livro deverá também ser capaz de alertar o aluno sobre a problemática proposta, ou seja, a industrialização ocorrida a partir do século XVIII e as mais importantes conseqüências dela advindas, dando especial atenção para as questões ligadas ao meio ambiente e à disponibilidade de energia. Se o livro valer-se de uma linguagem apropriada dará, sem dúvida, um primeiro passo no cumprimento de seu papel como instrumento mediador.

Outro fator de relevância na questão da aprendizagem é a memória. O papel da memória humana nos processos de mediação por signos é fundamental. O ser humano constrói monumentos históricos como forma de lembrar de fatos ou pessoas importantes. Para Vygotsky, seja neste caso, seja no simples atar de um nó ao dedo para lembrar de um compromisso, o homem aí se mostra diferente dos animais, mesmo os primatas mais desenvolvidos.

O ser humano apresenta, diferentemente dos animais, processos mentais superiores e estes são assim definidos por serem baseados em liberdade de escolha na tomada de decisões, muito diverso dos atos reflexos verificados mesmo em primatas. Uma pessoa, ao tomar uma decisão, pode estar sendo estimulada ou dirigida por uma lembrança, ou pelas instruções de outra mais experiente. Há neste caso um processo de mediação.

A mediação, segundo Ratner (2002), pode acontecer de três formas:

- 1) Através da consciência, que este autor chama de atividade mental;
- 2) Através de instrumentos, ou seja, por meio de aparatos tecnológicos;
- 3) Através do convívio e da cooperação social (Ratner, 2002, p. 16).

Os instrumentos mediadores terão a função de proporcionar à pessoa uma interação com fatores sociais, históricos e culturais, tanto agindo sobre eles quanto sofrendo ação dos mesmos (Daniels, 2003, p. 25). Cada artefato mediador terá função determinada, seja ele psicológico ou material.

Em se tratando de mediação feita por uma pessoa no ambiente escolar, o indivíduo mais experiente (o professor⁹, no caso do ambiente escolar) estimulará os outros “não só na apropriação da linguagem, como também na sua expansão” (Martins, 1997, p. 116). Cabe ao mediador estabelecer estratégias para a promoção da expansão das capacidades apresentadas inicialmente pelo aluno. Aparece aqui, mais uma vez, a idéia de zona de desenvolvimento proximal que, como já afirmamos, será discutida e analisada mais detidamente em um momento posterior neste trabalho.

As interações sociais na perspectiva sócio-histórica

[...]permitem pensar um ser humano em constante construção e transformação que, mediante tais interações, conquista e confere novos significados e olhares para a vida em sociedade e os acordos grupais (Martins, 1997, p. 116).

A mediação, qualquer que seja a forma como ela venha a ocorrer, permitirá ao indivíduo tanto a intervenção em seu meio – que como já abordamos, acabará por influenciar o próprio indivíduo – como também facilitará sua comunicação com os demais indivíduos que com ele convivem.

⁹ Lembramos que não se pode abrir mão da participação dos alunos com um melhor desenvolvimento e, por que não dizer, mais experientes na condução dos processos que ocorrem em sala de aula.

6. As funções psicológicas superiores

No momento em que a criança inicia sua interação com o meio em que vive, mediada por signos, outras pessoas ou instrumentos, amplia sobremaneira suas funções psicológicas. Para Vygotsky, o “comportamento superior” ocorre quando da combinação pela pessoa do uso de instrumentos com o uso de signos nas atividades psicológicas (Vygotsky, 2007, p. 56). A internalização de processos antes externos marca a transição do simples uso de funções elementares para funções mais complexas. Vygotsky cita pelo menos duas transformações importantes quando se refere, por exemplo, ao ato de estender a mão pela criança na tentativa de apanhar um objeto e que posteriormente se configura no ato de apontar para este objeto, sendo:

- a) Uma operação que inicialmente representa uma atividade externa é reconstruída e começa a ocorrer internamente[...]; b) Um processo interpessoal é transformado num processo intrapessoal[...]; (Vygotsky, 2007, p. 57).

A pessoa, em seu desenvolvimento, internaliza “formas culturais de comportamento” através das operações mediadas com signos. Para Vygotsky (2007), este aspecto é característico da psicologia humana.

Partindo-se da idéia de que o ser humano se desenvolve na interação com sua cultura e com seu tempo, entende-se que a passagem do ser biológico para o social irá ocorrer nessas interações. O desenvolvimento das funções psicológicas, notadamente aquelas próprias do ser humano, estará baseado “nos modos culturalmente construídos de ordenar o real” (Oliveira, 2004, p. 24), ou seja, tal desenvolvimento será fortemente influenciado por um dado contexto e pelo momento sócio-histórico vivido pela pessoa.

As funções psicológicas típicas do ser humano, além de não serem observadas em animais, vão estabelecer a autonomia deste ser com relação às suas ações e comportamento, dado o ambiente onde se desenvolve e as condições por ele estabelecidas. Somos capazes de pensar sobre aquilo que está ausente ou mesmo criar em nossas mentes a idéia de algo ainda inexistente (o projeto de uma casa, por exemplo).

Henry Wallon, em um escrito de 1951, afirmava que

A atividade nervosa superior é inerente à organização do sistema nervoso e não é uma atividade adicional ou suplementar; ao contrário, é essencial e integral. (Wallon, 1951)

Tal atividade é proveniente da associação entre o ser biológico (o organismo) e o seu ambiente. Este último proverá o primeiro de estímulos próprios das circunstâncias onde ocorre o desenvolvimento, ou seja, não se trata de considerar apenas “o ambiente físico”, mas toda a estrutura social onde o homem se insere desde o momento em que nasce.

Wallon ainda reforça a importância de se observar a não dicotomia entre o caráter biológico e o social do ser humano. Há de fato uma “inter-relação” fundamental destes aspectos e não se pode, por isso, avaliá-los e estudá-los independentemente. Vê-se, portanto, que “o biológico e o social são componentes complementares” do ser humano (Wallon, 1951).

Não fará sentido tratar o organismo humano como formado por partes e funções independentes que poderiam ser assim analisadas e, a partir de então, compreender e prever todas as reações do sujeito frente uma determinada situação. Esta análise mecanicista é incompatível com um ser formado por dois aspectos inter-relacionados: o biológico e o social. Não é possível prever as respostas que cada sujeito dará na interação com seu ambiente se entendermos que este último oferecerá situações novas e inusitadas a cada momento. A pessoa será, então, obrigada “a evoluir para novas formas de comportamento” (Wallon, 1951). O ambiente, ou seja, o social será determinante no caminho evolutivo dos aspectos cognitivos do ser, não havendo uma regra geral de previsibilidade para esta evolução.

No processo de aprendizagem, portanto na evolução da pessoa, ocorre a conversão das funções psicológicas elementares (FPE) em funções psicológicas superiores (FPS). Como exemplo, a memória pura e simples converte-se em raciocínio. O crescimento e o desenvolvimento do ser humano vão acontecer na medida em que houver interações de cunho sócio-histórico entre ele e o seu ambiente, de forma a produzir as funções psicológicas mais complexas. De forma gradual o indivíduo interioriza conceitos e estruturas cognitivas sendo possível a aquisição de uma autonomia na resolução de problemas e para o entendimento de situações que antes se davam apenas através de mediação.

A respeito disto, Vygotsky afirma que “as funções elementares têm como característica fundamental o fato de serem total e diretamente determinadas pela estimulação ambiental” (Vygotski, 2007, p. 33) e já para as funções superiores ele atribui a “criação e o uso de estímulos artificiais”, interferindo diretamente no comportamento da pessoa.

Afirma, ainda, que:

O uso de signos conduz os seres humanos a uma estrutura específica de comportamento que se destaca do desenvolvimento biológico e cria novas formas de processos psicológicos enraizados na cultura (Vygotsky, 2007, p. 34).

Vygotsky entende as funções superiores como uma internalização do social onde se insere a criança. As relações sociais serão o substrato das funções superiores no ser humano. Até o início do século XX a psicologia privilegiava o caráter biológico do homem em detrimento de seu envolvimento com determinado contexto ou com determinada cultura. Como afirmamos anteriormente, Vygotsky vai subverter a maneira como a psicologia de seu tempo encarava os processos de formação do ser humano.

Deve-se enfatizar que as funções psicológicas superiores não são trazidas de fora para dentro da pessoa em desenvolvimento. Há, é claro, um processo dialético de construção e reconstrução de significados, formando a estrutura cognitiva do ser humano.

Para Vygotsky, ao invés de nos atermos a como a criança irá se adaptar a determinado meio social, nossa preocupação deve se voltar para a maneira como o ambiente criará na criança funções superiores (Pino, 2000, p. 52). Há, portanto, uma atenção para os processos que levarão as relações sociais a se converterem em funções mentais e não o contrário. Marx e Engels em suas “teses sobre Feuerbach”¹⁰ afirmam que:

a natureza psicológica do homem é a totalidade das relações sociais transferidas à esfera interna e tornadas funções da personalidade e formas da sua estrutura (Marx; Engels *In* Pino, 2000, p. 61).

Ao tratar da psicologia humana em *A ideologia alemã*, Marx e Engels insistem que o homem possui uma natureza psicológica em constante processo de mutação e, na medida em que as sociedades mudam, novas formas de consciências emergem, ou seja, a consciência é determinada pela vida e não o contrário (Bottomore, 1988, p. 307). O homem, em seu processo de desenvolvimento cognitivo constrói estruturas internas a partir das relações que estabelece com o social. Evolui, então, de suas funções elementares para outras mais complexas.

Da mesma forma, o aluno poderá avançar em sua compreensão da problemática relativa a seu tempo quando de fato mantiver algum tipo de contato com ela, ou seja, irá desenvolver seus aspectos cognitivos e aprimorar suas funções psicológicas superiores em interações com o social. Nesta perspectiva a escola – entendida como ambiente propício à aprendizagem e ao desenvolvimento do aluno – somada aos instrumentos mediadores

¹⁰ Ludwig Feuerbach nasceu na Baviera em 28 de julho de 1804 e influenciou os primeiros trabalhos de Marx e Engels. Afirmava este filósofo que “a religião é a projeção dos desejos humanos e uma forma de alienação” (Bottomore, 1988, p. 150). Despertou o interesse dos “jovens” Marx e Engels ao criticar Hegel e a religião.

abordados por nós anteriormente (pessoas, instrumentos concretos e instrumentos psicológicos), se constituirá no ambiente onde o aluno passará a ter uma (outra) percepção de sua realidade.

7. Um novo conceito: a zona de desenvolvimento proximal (ZDP)

Quando discute a maneira como evoluem as capacidades cognitivas de uma pessoa, Vygotsky apresenta teorias e pontos de vista a respeito de como o desenvolvimento e a aprendizagem ocorrem. Ele expõe três perspectivas diferentes a respeito da interação entre esses dois processos. Após explorar as mesmas, apresenta a sua própria forma de entender tal interação, momento em que introduz um novo conceito: o de zona de desenvolvimento proximal (ZDP). Antes de abordarmos o ponto de vista de Vygotsky, vamos mostrar essas três posições sem, no entanto, nos aprofundarmos com relação às mesmas.

- 1- Uma primeira teoria aceita a idéia de que o desenvolvimento não depende da aprendizagem, ou seja, este último seria “um processo puramente externo” (Vygotsky, 2007, p. 87). Os processos de aprendizagem de uma pessoa utilizariam o desenvolvimento como um apoio, mas o primeiro não se constituiria em uma força motriz capaz de alterar o segundo. Vygotsky cita que, neste caso, capacidades como a de dedução, abstração, entre outras, evoluíam por si só, não sendo influenciadas pela aprendizagem. Ocorre, portanto, que:

- O aprendizado ativará funções relativas à capacidade cognitiva do indivíduo, mas não alterará o caminho seguido pelo desenvolvimento;
- O aprendizado é uma consequência do desenvolvimento;
- Há uma idade certa para se aprender determinado conteúdo não sendo prudente a antecipação da aprendizagem;
- Tem-se, então, a sequência a seguir:

DESENVOLVIMENTO $\Rightarrow$ APRENDIZAGEM

- 2- Um segundo ponto de vista afirma que “aprendizado é desenvolvimento” (Vygotsky, 2007, p. 89). Afirma-se que o desenvolvimento do indivíduo corresponde ao domínio de seus reflexos condicionados e que, assim, a aprendizagem corresponderia a uma “formação de hábitos”, entendendo-se

aí uma substituição das respostas inatas por outras tidas como corretas. O desenvolvimento e a aprendizagem ocorrem, portanto, juntos.

DESENVOLVIMENTO = APRENDIZAGEM

- 3- Um terceiro ponto de vista a ser observado, antes de discutirmos o novo conceito proposto por Vygotsky, é aquele onde se defende que

[...]o desenvolvimento se baseia em dois processos inerentemente diferentes, embora relacionados, em que cada um influencia o outro – de um lado a maturação, que depende diretamente do sistema nervoso; de outro o aprendizado, que é, em si mesmo, também um processo de desenvolvimento. (Vygotsky, 2007, p. 90).

De acordo com esta proposta a maturação possibilita o aprendizado e este último “estimula e empurra para frente” o amadurecimento do indivíduo. Acredita-se também no desenvolvimento de capacidades gerais. O aprimoramento da atenção em determinado conteúdo ou tarefa, significaria o desenvolvimento desta aptidão quando requisitada para qualquer outra atividade, mesmo não havendo correlação entre a atividade em que a atenção foi desenvolvida e aquela em que ela é, agora, exigida. O aprendizado não influenciaria o desenvolvimento de uma capacidade de forma “específica”, mas criaria capacidades gerais, aplicáveis a qualquer situação. Se uma pessoa desenvolve sua capacidade de apresentar respostas de forma rápida e eficiente em determinado conteúdo, estaria, assim, desenvolvendo esta capacidade para qualquer outro conteúdo. O aprendizado e o desenvolvimento poderiam ser esquematizados tal como mostrado na figura 2.

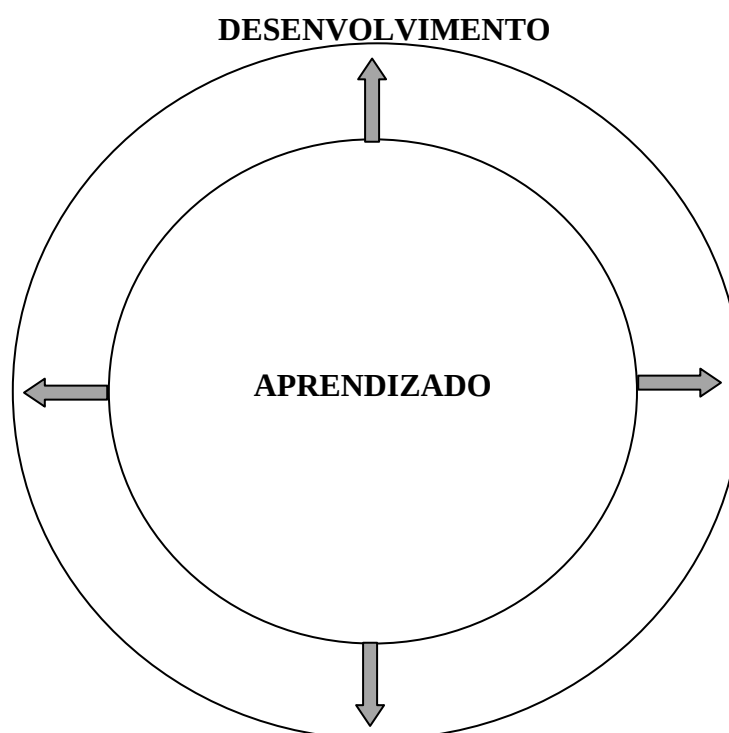


Figura 2: o aprendizado seria a mola propulsora do desenvolvimento.

Vygotsky vai, então, valer-se dos três pontos de vista acima para estabelecer a sua forma particular de enxergar os processos que levam ao ensino e à aprendizagem. Vale ressaltar que ele, apesar de aparentemente rejeitar as três teorias anteriormente discutidas, utiliza-as em sua análise. Para o desenvolvimento de sua observação, Vygotsky alerta que:

- 1- Deve-se analisar a relação entre aprendizagem e desenvolvimento e atentar para “aspectos específicos dessa relação” para o indivíduo em idade escolar (Vygotsky, 2007, p. 94).
- 2- O aprendizado não espera que o indivíduo chegue à escola. Ele acontecerá antes, na interação da pessoa com o seu ambiente, com sua cultura e com as outras pessoas e objetos que fazem parte deste conjunto.
- 3- O aprendizado escolar, além de ter uma estrutura própria, diferente do não escolar, evidenciará que há uma região de domínio de habilidades que o indivíduo possui quando age individualmente e outra região onde ele desenvolverá atividades apenas com a ajuda de outra pessoa.

Fica claro neste ponto a idéia de que há um nível de conhecimento que o aluno já domina e outro que ele pode atingir com a ajuda de indivíduos mais experientes. A região que separa tais níveis é definida como zona de desenvolvimento proximal (ZDP). Aprender,

assim, será uma ampliação do campo de conhecimento do aluno, levando-o a penetrar nas regiões onde antes ele só poderia fazê-lo com o auxílio de um mediador.

Vygotsky chama a atenção para os conjuntos de problemas que o indivíduo consegue resolver após fornecermos a ele algumas “pistas”, ou mesmo após alguém ter iniciado a resolução deste problema ou, por fim, com a ajuda de outros indivíduos de seu grupo. Para ele estes problemas poderiam de forma muito mais eficiente dar um indicativo da idade mental de uma pessoa do que indicariam aqueles problemas que ela consegue resolver sozinha (Vygotsky, 2007, p. 96). Assim seria possível distinguir dentro de um grupo de crianças com a mesma idade cronológica, aquelas com idade mental maior ou menor.

A ZDP fica bem estabelecida no momento em que se consegue determinar o nível que a criança é capaz de atingir com a ajuda de outra pessoa mais experiente ou com a ajuda de outras crianças de seu grupo e que já tenham atingido um nível de maturidade maior. Vygotsky define, portanto, a ZDP como

[...]a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes” (Vygotsky, 2007, p. 97).

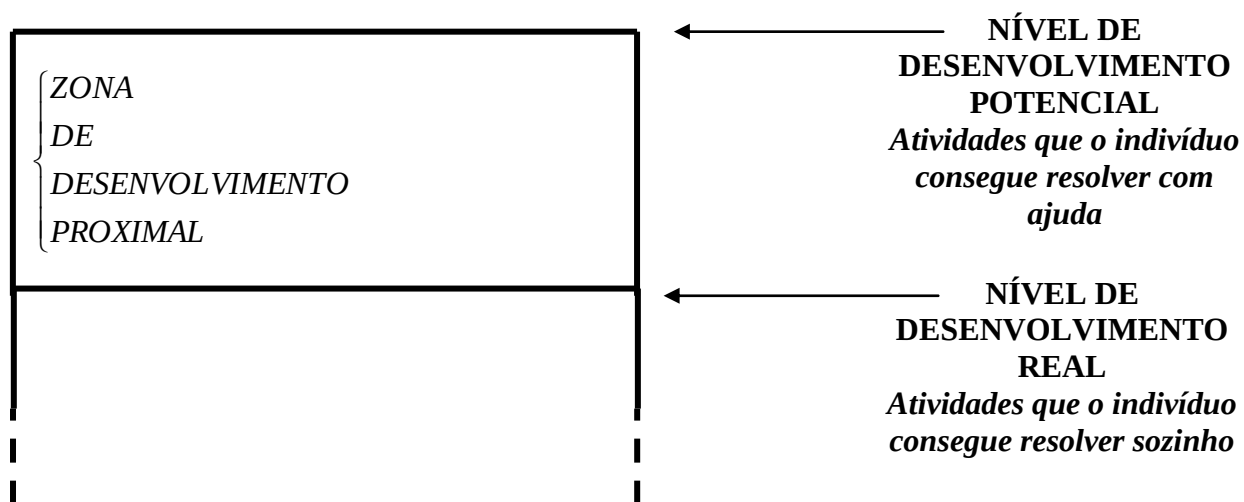


Figura 3: Os níveis de desenvolvimento real e potencial e a ZDP, situada entre ambos.

O diagrama da figura 3 mostra os níveis de desenvolvimento anteriormente citados e a zona de desenvolvimento proximal. O professor, como já dissemos, no

ambiente escolar, terá a função de mediador e a ele caberá, então, a tarefa de articular da melhor forma possível os conhecimentos espontâneos trazidos pelos alunos com aqueles estruturados e sistematizados social e historicamente. Deverá também, com o auxílio da escola, identificar as potencialidades de cada aluno de forma a otimizar suas intervenções junto a cada um deles.

Os instrumentos de mediação, sejam psicológicos ou concretos, terão fundamental importância na evolução do aluno se o que se deseja é um avanço no nível de desenvolvimento real mostrado na figura 3 e, por consequência produza o mesmo efeito no nível mais alto (o de desenvolvimento potencial).

Haverá no texto paradidático trechos, gravuras, gráficos... que o aluno compreenderá sem a necessidade da intervenção do professor ou de outro colega. Haverá, entretanto, outros que ele não será capaz de entender sem que alguém o auxilie. Em uma turma com 30 ou 40 alunos será possível verificar, com o uso deste instrumento de mediação, em que nível de desenvolvimento cada aluno se encontra, podendo-se (e devendo-se) até mesmo incentivar um trabalho cooperativo dentro do grupo.

8. A formação de conceitos

A prática escolar muitas vezes é pautada pela repetição por parte do aluno de conceitos que ele anteriormente ouvira de seus professores. Ao tratar de um determinado conteúdo, o professor precisa avançar sobre a realidade sócio-cultural de seus alunos e não apenas pedir que eles repitam coisas desconectadas de seu cotidiano. A construção de um novo conceito se dá, de fato, em um processo criativo e ocorre invariavelmente quando da busca pela solução de algum problema (Moura, 2000, p. 3) e esta autora lembra que Vygotsky, após pesquisas, conclui que a formação de conceitos tem início na infância e se consolida na adolescência quando “a palavra é um meio descontextualizado, de generalização e de abstração” (Moura, 2000, p. 3).

O aprendizado de determinado conteúdo requer a introdução muitas vezes de novos conceitos e, em alguns casos, é preciso que o aluno abandone concepções já criadas por ele em sua interação com o mundo fora da escola. Tais concepções trazidas pelos alunos, entretanto, chegam a se constituir como um obstáculo ao aprendizado dos novos conceitos (Barbosa; Borges, 2006, 184). Um conceito científico não aprendido ou interpretado de forma errônea certamente impedirá a aprendizagem de outros conceitos. No caso específico de nosso trabalho, como estamos tratando de um tema muito explorado pela mídia, não raro será nos

depararmos com conceitos abordados e apresentados nos meios de comunicação de forma equivocada (Xavier; Ker, 2004, p. 327). Alertam estes autores que

[...]por ser uma questão que pode interferir nas condições ambientais do planeta e na vida do ser humano, é importante a correta compreensão da sua dimensão, causas e conseqüências. Neste sentido, os meios de comunicação e os autores de textos para-didáticos devem ser ativamente cobrados quanto à qualidade das informações transmitidas sobre o Efeito Estufa, especialmente quanto à responsabilidade antropogênica na sua possível intensificação e sobre como isso pode ser evitado (Xavier; Ker, 2004, p. 328).

Obviamente, além da mídia e dos textos paradidáticos, é também de responsabilidade do professor que conteúdos sejam efetivamente apresentados aos alunos nas aulas das matérias científicas, além das estratégias utilizadas. Deve ele, professor, estar atento às formas como os conceitos serão construídos pelos estudantes. Estabelecer conceitos por meio de palavras, pura e simplesmente, leva a uma conceituação de palavras por meio de outras palavras, ou seja, despreza-se aí o processo intelectual que levou à formação do conceito. Para Vygotsky,

[...] um conceito não é uma formação isolada, fossilizada e imutável, mas sim uma parte ativa do processo intelectual, constantemente a serviço da comunicação, do entendimento e da solução de problemas. (Vygotsky, 2005, p. 66).

Um conceito irá se formar não pelo agrupamento de palavras ou associação dessas com determinados objetos, mas por meio daquilo que Vygotsky chama de “operação complexa” quando da tentativa de se solucionar algum problema. A palavra terá, portanto, a função de conceito antes mesmo da estruturação do mesmo. Será ela o signo mediador no processo de formação dos conceitos. Neste processo, observamos um número muito grande de funções intelectuais. Na solução de um problema específico, a palavra e as funções intelectuais serão, podemos dizer, primordiais.

Há que se ressaltar, no entanto, a dificuldade enfrentada pelo professor ao desejar que o aluno compreenda determinado conceito. Barbosa e Borges (2006) elencam fatores que se colocam como entraves ao conceito de energia, por exemplo. Seriam obstáculos: 1) os alunos, de uma forma geral, já utilizam esta palavra em seu cotidiano, confundindo-se com outros conceitos como potência, força e movimento; 2) o tema é tratado no ensino fundamental de

forma superficial; 3) trata-se de um conceito discutido em várias disciplinas; 4) o aprendizado em Física requer “alto grau de abstração” (Barbosa; Borges, 2006, p.184).

Para o entendimento do conceito de calor certamente professor e aluno enfrentarão dificuldades e obstáculos semelhantes àqueles expostos anteriormente. Neste caso, é possível que o professor crie uma expectativa de que o aluno traga consigo uma idéia, digamos, primitiva de “calor”, ou seja, o calórico (uma substância). A concepção espontânea do aluno estaria se confundindo com aquela da ciência até os séculos XVIII e XIX. É preciso ficar atento ao fato de que os cientistas daquela época trabalhavam com outros modelos e baseavam-se em outros paradigmas (Cindra; Teixeira, 2005) o que torna tal “expectativa” sem muito sentido.

Para Vygotsky, o jovem evolui em sua capacidade de formar conceitos ao ser inserido no mundo do adulto e sendo apresentado aos problemas e desafios próprios deste meio cultural. O uso da palavra na formação de conceitos é a base das transformações pelas quais passa o jovem.

Entendendo a palavra como instrumento de mediação na formação de conceitos, Vygotsky afirma que

[...] Aprender a direcionar os próprios processos mentais com a ajuda de palavras ou signos é uma parte integrante da formação de conceitos. (Vygotsky, 2005, p. 73)

Afirma ainda que a pessoa apresentará capacidade plena de “regular suas próprias ações” por meio de uma mediação simbólica apenas na adolescência (Vygotsky, 2005, p. 74). Entretanto ele inicia sua discussão sobre a formação de conceitos citando dois métodos de investigação deste processo (Vygotsky, 2005, p. 65). O primeiro deles investigaria apenas se a criança é capaz de definir este ou aquele conceito ou conteúdo por meio de palavras. Vygotsky afirma que, neste caso, há uma preocupação com o “produto acabado” (Vygotsky, 2005, p. 65) e não com o processo que levou à formação do conceito em si. Serão externadas definições pré-fabricadas ao invés de se buscar uma elucidação de como, de fato, ocorreu a formação de um conceito. Como já afirmamos, “aborda-se o significado de uma palavra por meio de outra” (Vygotsky, 2005, p. 66) e a relação entre o conceito e sua implicação dentro da realidade do jovem ficaria relegada a um segundo plano.

Um segundo método, de acordo com Vygotsky, negligenciaria a palavra ao pedir que a criança descubra “traços comuns” entre objetos ou fenômenos. A palavra, mais uma vez não

se mostra exercendo sua função primordial, ou seja, como instrumento mediador das operações mentais da atividade de formação de conceitos.

No que se refere a este trabalho, quanto ao estudo dos tópicos que nos propomos, deverão os alunos desenvolver conceitos particulares inseridos em um contexto também bastante particular. Trataremos do estudo da conservação da energia e da termodinâmica, em que dois conceitos serão fundamentais para a compreensão da maioria dos fenômenos. O primeiro deles é o que vem a ser “energia” e, é claro, inserido neste conceito, está a idéia de “trabalho” e sua relação com a variação da energia de um corpo ou sistema de corpos. O aluno deve compreender que algo permanece constante nos fenômenos naturais, além das formas de apresentação desta “energia”. Por fim deve ele, aluno, compreender como a ciência caminhou em direção a tal conceituação, que obstáculos ela enfrentou e como isto foi importante para sua evolução.

Outro conceito também importante em nosso estudo, como já abordamos anteriormente, é o de “calor”. A concepção de que o calor era na verdade algo capaz de fluir de um corpo para outro foi substituída pela idéia de energia em trânsito de um corpo mais quente para outro mais frio. É importante aqui, também, que o aluno compreenda como a ciência vai substituir uma concepção pela outra, quando isso ocorre e em que contexto histórico.

A idéia inicial do que seja o calor ou de como este conceito passou a ser compreendido desde os trabalhos de Rumford no século XVIII assim como o conceito não menos importante de conservação de energia, sedimentado no século seguinte, serão fundamentais para que o aluno possa, de fato, perceber toda a dinâmica envolvida tanto no desenvolvimento científico e tecnológico como nas transformações sociais ocorridas nos últimos 250 anos e ainda vislumbrar de que forma e em que nível ele, aluno, está inserido em tudo isto, ou seja, qual é o seu verdadeiro papel como sujeito de sua história.

Veer e Valsiner (2006), ao tratarem da formação de conceitos e como ela se dá no pensamento humano, lembram que Vygotsky buscou um método capaz de promover a “introdução simultânea de objetos e palavras” (Veer; Valsiner, 2006, p. 284), ou seja, para entender de fato como um novo conceito se forma deveriam ser evitados métodos apenas verbais, caso em que a pessoa seria levada a apresentar somente definições verbais, como também não eram bem vindos métodos onde se buscassem características de um objeto fazendo-se um paralelo com outros objetos (Veer; Valsiner, 2006, p. 284).

Pode-se partir de três “pressupostos” na busca de um método capaz de elucidar a formação de conceitos. De acordo com N. Ach *apud* Veer e Valsiner (2006), seriam:

- 1- Deveria se estudar como ocorria o desenvolvimento de um conceito e não apenas o produto deste. A formação de um conceito científico, por exemplo, começará no momento em que a criança tiver os primeiros contatos com as palavras e passar a associá-las a eventos e objetos de seu meio para, posteriormente, poder estruturar o conceito propriamente dito.
- 2- Era preciso que se compreendesse como as palavras se convertem em símbolos com um significado específico. Ao ouvir palavra calor, por exemplo, uma pessoa pode criar múltiplas imagens em sua mente, dependendo do contexto. Certamente uma criança de 7 anos que acabou de aprender a ler não compreenderia o sentido de fluxo de calor se lesse o fragmento de um texto de Física. Tal expressão não faz parte do seu contexto e, portanto, para ela não faz nenhum sentido.
- 3- Do item anterior vem o terceiro ponto importante no entendimento da formação de conceitos: “o homem não é um receptor passivo de impressões” e por isso os conceitos devem ter uma função definida para cada pessoa, ou seja, devem fazer algum sentido para as mesmas.

Segundo Veer e Valsiner (2007), Vygotsky e Sakharov afirmavam que há três estágios na formação de conceitos. Primeiramente a criança entenderia a palavra com um “signo individual”, ou seja, uma espécie de nome característico de um certo objeto (cadeira, por exemplo). Num estágio posterior este nome se referiria a um conjunto de objetos com características comuns e não a um objeto específico. Por fim, a palavra se converteria em um conceito, adquirindo maior amplitude (Veer; Valsiner, 2006, p. 287). Apesar de entender que o desenvolvimento das funções psicológicas potencializadoras da formação de conceitos originam-se na infância, afirmam que é em épocas posteriores da vida da pessoa, notadamente na adolescência, que elas amadurecem o suficiente para tornar possível o real entendimento de determinado conceito (Vygotsky, 2007).

A estruturação e sedimentação de um conceito “é um processo criativo” (Vygotsky, 2005, p. 67) por natureza. O simples estabelecimento de certas condições não garante que o indivíduo venha a aprender determinado conceito. Vygotsky defende que tal formação se dará quando o indivíduo estiver diante de uma situação-problema que ele seja obrigado a resolver

e, como já afirmamos anteriormente, a simples associação entre determinada palavra e um objeto ou fenômeno não configura a conceituação do mesmo (Vygotsky, 2005, p. 67).

IV-TÓPICO PARA ANÁLISE: A TERMODINÂMICA E CONSERVAÇÃO DA ENERGIA

1. Introdução

Se tomarmos como ponto de partida toda a problemática enfrentada pelo homem moderno (o “cidadão contemporâneo” citado pelos PCNEM), principalmente no que diz respeito às questões mais aflitivas e emergentes destes primeiros anos do século XXI, qualquer tema ligado às questões científicas poderia ser abordado em um trabalho de pesquisa voltado para o ensino de ciências. Incrementar a capacidade de cada cidadão de tomar decisões a partir de uma “alfabetização científica” (Praia *et al.*, 2007, p. 142) é, como afirmam estes autores, parte de um “amplo consenso”.

Praia *et al.* (2007) ainda lembram que alguns autores, entre eles Fensham (2002)¹¹ e Shamos (1995)¹², insistem que cidadãos com melhores conhecimentos científicos não terão, necessariamente, uma maior capacidade de tomar decisões mais conscientes. Instruir os cidadãos cientificamente seria um “mito irrealizável”, segundo aqueles autores, em função do enorme volume de conteúdos a serem ministrados e da grande necessidade de recursos públicos a serem gastos (Praia *et al.*, 2007, p. 143).

Vamos assumir, portanto, que os cidadãos devem ser educados cientificamente para poderem participar mais e melhor das decisões sociais. A escolha dos conteúdos deverá se voltar desta maneira para a problemática do momento vivido pelo aluno, seja na área das telecomunicações, da engenharia genética, da informática... não havendo um tema mais importante que o outro.

Não podemos nos esquecer que a escola deve ser o ambiente onde o conhecimento é levado até o aluno de forma sistematizada e organizada. Os documentos oficiais, entretanto, alertam para o fato de nossa “tradição escolar” impor ao aluno uma atitude passiva e, neste cenário, alunos e professores têm pouca participação na estruturação das atividades escolares (Brasil, 1999, p. 9).

Selecionar o que e como ensinar é uma tarefa que exige critério. Questões culturais, históricas e contextuais devem ser consideradas. A construção de um currículo é, na verdade,

¹¹ FENSHAM, P. J. De nouveaux guides pour l'alphabétisation scientifique. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, Toronto, v. 2, n. 2, p. 133-149, 2002.

¹² SHAMOS, M. **The myth of scientific literacy**. New Brunswick: Rutgers University Press, 1995.

[...]um processo de seleção e de produção de saberes, de visões de mundo, de habilidades, de valores, de símbolos, de significados, portanto, de culturas capaz de instituir formas de organizar o que é selecionado tornando-o apto a ser ensinado (Lopes, 2004, p. 111).

Esta autora, no mesmo artigo, lembra que as reformas educacionais ocorridas na década de 1990, a partir de “orientações do BID”, na busca da autonomia, de um aumento da capacidade crítica e da criatividade do aluno, apontavam para uma formação a partir da inserção deste aluno “no mundo globalizado” e submetendo, portanto, a educação ao mundo produtivo (Lopes, 2004, p. 114). Antes de se decidir o que ensinar e, principalmente, como ensinar, é preciso ter consciência, portanto, do verdadeiro contexto onde se insere o aluno, promovendo uma conexão entre o mundo deste e a sala de aula. É preciso tomar cuidado neste ponto para que a educação não se submeta apenas ao mundo produtivo.

Em nosso trabalho optamos por abordar o Tema nº 2 apresentado nos PCNEM: “Calor, ambiente e usos de energia” (Brasil, 1999, p. 73). Normalmente este conteúdo é apresentado aos alunos da 2ª série do Ensino Médio sendo que eles já tiveram algum contato com o mesmo na última série do Ensino Fundamental. O próprio documento oficial citado corrobora a importância dada por nós a este tema quando afirma que “em todos os processos que ocorrem na natureza e nas técnicas, o calor está direta ou indiretamente presente” (Brasil, 1999, p. 73).

2. Energia, calor e a termodinâmica

O estudo e a compreensão dos processos termodinâmicos são de fundamental importância para o entendimento da Física dado o princípio da irreversibilidade incutido nos mesmos (Sartorelli *et al.*, 1999, p. 116) e nas aplicações tecnológicas deles advindas. Estes mesmos autores afirmam ainda que a Termodinâmica

[...]pela sua complementaridade à mecânica, tem grande relevância na compreensão do mundo tecnológico, em cuja base estão as transformações que envolvem calor (Sartorelli *et al.*, 1999, p. 116).

Também Grings *et al.*, (2006), citando Silveira e Moreira (1996), lembram que “calor temperatura, energia interna e entropia são conceitos-chave na termodinâmica” e, por integrarem um dos campos conceituais da Física, não devem ser tratados de forma isolada.

Não se discute, portanto a imensa amplitude e a enorme importância das possíveis aplicações dos conceitos associados ao calor, as diversas formas de obtenção do mesmo desenvolvidas ao longo da história e, por fim de sua utilidade na obtenção de energia mecânica, processo tão importante e que se inicia mesmo ainda no século XVII. Neste período, o carvão e a máquina a vapor dominavam o cenário. Posteriormente a humanidade vai presenciar a invenção e o aperfeiçoamento do motor a explosão até a chegada dos dispositivos que se valem da energia nuclear em seu funcionamento. O conceito de calor passa a ser o ponto de partida do estudo da Termodinâmica.

O surgimento da máquina a vapor e o desenvolvimento de inúmeras técnicas que alavancaram a Revolução Industrial vão se apoiar também no desenvolvimento de mecanismos ocorridos nos três séculos anteriores. Ocorre aí uma preparação do terreno científico, fundamental para o estabelecimento do conceito de conservação da energia como uma lei natural. Novamente estamos ressaltando a importância da compreensão do processo científico em uma dinâmica histórica. Deste ângulo de observação é possível ver as necessidades que levaram os homens a prosseguirem por um determinado caminho.

Assim como o conceito de energia e sua conservação, tal como o entendemos hoje, levará alguns séculos para se estabelecer, também o mesmo ocorrerá com o conceito de calor. Alunos, professores e até livros didáticos apresentam inúmeros conceitos e concepções sobre o calor (Cindra e Teixeira, 2004). Idéias de fluxo de calor ou calor contido em um corpo aparecem em pesquisas sobre as falas de alunos e professores e em textos apresentados em livros didáticos e paradidáticos utilizados nas escolas de Ensino Médio e Fundamental. Seria interessante dar uma maior ênfase ao estudo sobre o equivalente mecânico do calor e como se deu a descoberta do valor a ele associado. Tal tarefa teria ocupado as mentes de pelo menos doze importantes pesquisadores em diferentes lugares da Europa entre 1820 e 1850 (Khun, *apud* Passos, p. 3).

Há também uma questão relacionada às dificuldades enfrentadas pelos alunos quando têm que entender e definir o que é equilíbrio térmico (Cindra e Teixeira, 2004). Estes autores ainda alertam para o fato de os alunos não entenderem as colisões entre as partículas internas de um sistema como elásticas, ou seja, não contribuindo para um aumento da energia total deste sistema.

Objetiva-se que os alunos não só terminem o Ensino Médio capazes de definir o que seja calor, energia, entropia, equilíbrio térmico... como também que sejam capazes de perceber como tais conceitos estão presentes em seu cotidiano. É certo que

[...]A ausência de contextualização, muitas vezes, acaba não só por tornar a compreensão impossível, mas também por facilitar o aprendizado de concepções epistemológicas equivocadas sobre a produção da ciência (Mattos; Drummond, 2004, p. 9).

Uma análise atenta à história da ciência nos mostra que o conceito de energia e sua conservação nos processos ocorridos na natureza levaram um tempo considerável para serem sedimentados pela humanidade. Calor e temperatura são conceitos resultantes de uma “longa evolução histórica” (Mattos e Drummond, 2004, p. 15). Citam estes autores que, para Aristóteles, por exemplo, a temperatura de um corpo era resultante da proporção de cada um dos quatro elementos (terra, água, ar e fogo) presentes no mesmo (Mattos e Drummond, 2004, p. 15). Até meados do século XIX, quando podemos afirmar que a idéia de energia e sua conservação tomam corpo na Física, era comum a tentativa de criação de máquinas de moto perpétuo, ou seja, aquelas em que, dada uma quantidade inicial de energia, nada mais necessitaria ser feito e tal máquina produziria trabalho indefinidamente.

Os processos ocorridos na natureza têm a conservação da energia em sua base. O conceito de energia e o entendimento de como ocorre sua conservação nos processos naturais é de grande importância, não só para o estudo da Física como também para diversos outros conteúdos de outras disciplinas.

[...]El estudio de la energía constituye uno de los núcleos básicos en todo currículo de educación científica, con una notable presencia en campos tan diversos como la mecánica, la termodinámica, la electricidad, las reacciones químicas, los procesos biológicos y geológicos, etc. Ese estudio resulta imprescindible para la comprensión de los procesos de unificación, auténticos hitos del desarrollo científico, que han mostrado los vínculos entre campos aparentemente inconexos; imprescindible también para la comprensión del funcionamiento de las máquinas e instrumentos que impregnan nuestra vida y, muy particularmente, para la adquisición de pautas de comportamiento ante los problemas ambientales y desequilibrios sociales que caracterizan la actual situación de emergencia planetaria (BYBEE, 1991)¹³, estrechamente asociada, entre otros, a las crecientes necesidades de recursos energéticos, al uso de los combustibles fósiles, etc. (Doménech et al, 2003, p. 286).

¹³ BYBEE, R. W. Planet earth in crisis: how should science educators respond? **The American Biology Teacher**, v. 53, n. 3, p. 146-153, 1991.

O simples ato de comer um alimento envolve uma série de transformações desde a produção do mesmo até o uso da energia despendida por ele por nosso organismo. Assim, é preciso que o aluno adquira uma visão abrangente de todo o processo se pretendemos que ele construa esta ou aquela idéia de determinado conceito físico. Não basta que ele compreenda apenas uma de suas fases ou etapas.

O conceito de energia, algo que vai se conservar nos processos naturais, pode ser considerado como recente para a humanidade. Sedimentá-lo na mente dos alunos não é mesmo tarefa fácil. Hülsendeger (2007, p. 3) lembra que quando os alunos são apresentados a equações matemáticas e conceitos não associados ao contexto em que vivem, a ciência perde o sentido e a Física, particularmente, continua sendo entendida pelo jovem como um conteúdo a ser dominado por uma meia dúzia de mentes privilegiadas.

A esse respeito, Pietrocola (2005) defende que a escola tem a função de transmissão de um patrimônio cultural para as gerações futuras naquilo que ele chama de “ciclo interminável de incorporação/produção/transmissão de conhecimento”. Para este autor, a escola

[...]como instituição social, incumbe-se de boa parte da tarefa de transmissão das formas de entendimento culturalmente estabelecidas em determinado momento histórico (Pietrocola, 2005, p. 11).

Caberá, então, à escola a tarefa de implementar formas de apresentação do conhecimento sistematizado aos alunos de maneira que eles consigam perceber neste conhecimento uma ferramenta útil na transformação de seu momento histórico e, como consequência, de transformação dos próprios alunos. Os diversos conceitos e leis associadas à conservação da energia e à termodinâmica devem chegar ao aluno carregados de sentido, apresentando vínculos com sua realidade social e cultural.

De nada valerão os esforços de professores e da escola em estabelecer estratégias para que os alunos saibam definir este ou aquele conceito da forma como cientificamente está estabelecido se eles não perceberem a importância dos mesmos em seu contexto e em seu momento histórico. É necessário que eles entendam o que é o calor e como a humanidade passou do conceito de substância (o calórico) para percebê-lo como uma forma de energia.

3. Contextualização e as energias alternativas

Quando nos referimos, por exemplo, ao efeito estufa, assunto tão explorado pela mídia, entendemos que o aluno deve compreendê-lo (como ele ocorre), suas conseqüências tanto positivas quanto negativas para o planeta e, principalmente, como cada cidadão pode contribuir para diminuir a emissão dos gases responsáveis por tal fenômeno. Isto dará ao processo ensino/aprendizagem uma outra conotação. Entenderá o aluno a importância do que é estudado e de estabelecer conceitos de forma correta, mas compreenderá também como poderá intervir em seu tempo e não apenas se colocar como espectador deste mesmo tempo. O estudo da evolução de um conceito físico e a sua conseqüente contextualização

[...]permitiria ver a Física não como um amontoado de equações ou fórmulas, mas como uma fração do conhecimento humano que, fazendo parte do nosso dia-a-dia, tem importância relevante para a forma como percebemos e compreendemos o mundo à nossa volta (Hülsendeger, 2007, p. 4) .

O conhecimento é o ponto de partida quando se deseja a tomada de consciência. Conhecer algo é condição indispensável, mas não suficiente para que se possam almejar ações transformadoras do real.

Atendo-se a questões ambientais, a obtenção e o uso da energia será objeto de um estudo mais cuidadoso. Os processos que envolvem a produção das diversas formas de energia vão se apresentar mais evidentes para a humanidade de uma forma geral com o advento da Revolução Industrial no século XVIII, mesmo se considerarmos que o ser humano jamais pôde prescindir de instrumentos e ferramentas que utilizavam uma energia primária na produção de trabalho mecânico. É a partir deste momento que grandes transformações sócio-econômicas e, portanto, culturais se processam em todo o planeta e também, que o homem dá início a uma degradação do meio ambiente sem precedentes na história da humanidade. O aquecimento do planeta, por exemplo, devido ao efeito estufa tem suscitado “grande preocupação quanto aos riscos de sua intensificação e aos seus reflexos sobre o clima do planeta” (Xavier e Kerr, 2004, p. 328).

Até o século XVIII a humanidade utilizava os chamados combustíveis fósseis em escala muito pequena (Palz, 1981, p. 25). Segundo este autor, os babilônios, os gregos e outros povos usavam o petróleo em iluminação e o asfalto em construções. Afirmam ainda que até os índios norte-americanos conheciam este combustível. No século XIX, com o advento do motor a explosão e a posterior popularização do automóvel, o petróleo e seus derivados

passaram a ter enorme importância principalmente nos transportes. Antes, porém, a máquina a vapor, inventada e aperfeiçoada nos séculos anteriores, alavancara a industrialização.

A aplicabilidade dos conceitos associados ao estudo da energia e da termodinâmica é muito extensa. Seja para a compreensão de como se dão os processos de aquecimento e resfriamento de ambientes ou mesmo para se iniciar um entendimento a respeito da forja de materiais ou até mesmo no que tange à produção de trabalho mecânico a partir do calor. Em qualquer desses casos vamos nos deparar com problemas e questões relevantes e atuais, que devem envolver o estudante e despertar nele um interesse por toda a problemática abarcada. Invariavelmente, entretanto, as concepções corretas a respeito de calor e energia não chegam à sala de aula com os alunos. A esse respeito, Borges (*In Barbosa e Borges, 2006*) afirma que os alunos normalmente privilegiam as “características observáveis dos fenômenos estudados”, negligenciando “entidades hipotéticas ou invisíveis e abstrações” (Borges *In Barbosa e Borges, 2006*, p. 199). As concepções prévias dos alunos a respeito de conceitos e entidades científicas mostram-se como um obstáculo a ser transposto.

A estruturação de um conceito científico pelo aluno é tarefa que exige múltiplas estratégias. Hodson (1992) afirma que, paradoxalmente, quando o professor centra seu trabalho em aspectos conceituais, acaba por dificultar o aprendizado dos alunos a respeito destes mesmos conceitos. Pesquisas mostram que "los estudiantes desarrollan mejor su comprensión conceptual y aprenden más acerca de la naturaleza de la ciencia cuando participan en investigaciones científicas, con tal que haya suficientes oportunidades y apoyo para la reflexión" (Hodson, 1992 *In Doménech et al. 2003*), ou seja, é preciso buscar estratégias que envolvam de fato os alunos nas atividades pedagógicas.

Se há uma preocupação com a construção de conceitos científicos corretos pelos alunos, outra questão a ser explorada quando do estudo do calor e da energia está relacionada ao meio ambiente e à sua degradação, como já citamos. Aquecimento global, disponibilidade de energia, viabilidade desta ou daquela fonte energética... devem estar na pauta do que é discutido e apresentado aos alunos.

Os PCNEM dividem o tema 2 em 4 unidades temáticas, que são:

- 1- Fontes e trocas de calor.
- 2- Tecnologias que usam calor: motores e refrigeradores.
- 3- O calor na vida e no ambiente.
- 4- Energia: produção para uso social.

Deseja-se que o aluno aprenda a “identificar fenômenos” associados ao calor; avaliar e “reconhecer as propriedades térmicas dos materiais”; compreender o modelo cinético e com

isso construir o conceito de temperatura; associar a variação da energia interna com a temperatura; compreender como o calor está associado ao funcionamento das máquinas térmicas; “identificar o calor como forma de dissipação de energia, além da irreversibilidade de alguns processos; entender como o calor está diretamente associado à “origem e manutenção da vida”; compreender como o calor está associado às questões climáticas; “identificar as diferentes fontes de energia” e os “diferentes sistemas de produção de energia” e, por fim, os diversos impactos provocados pelo uso de cada fonte energética e a evolução deste uso ao longo da história recente da humanidade (Brasil, 1999, p. 73 e 74). O aluno deverá partir de um conceito de temperatura, passando pela idéia de calor como uma forma de energia em trânsito entre corpos que apresentem temperaturas diferentes.

A escolha de um bom material didático é também muito importante. A esse respeito Aguiar Jr. (2002) ressalta, entretanto, que livros didáticos de Física já no início dos anos de 1970 apresentavam equívocos conceituais associados ao calor como, por exemplo, fazer “referência ao ‘calor de um corpo’”, tratar calor como verbo e falar de energia térmica às vezes como calor e às vezes como energia interna (Zemansky, 1970 e Warren, 1972 *In* Aguiar Jr., 2002, p. 224). O professor precisa escolher bem o material didático a ser utilizado pelo aluno ou, neste caso, este material acabará por se colocar como outro obstáculo à aprendizagem.

Por fim, deverá o estudante entender como e porquê se desenvolveram as primeiras máquinas térmicas – enxergando aí a influência do desenvolvimento de um aparato tecnológico na organização social antes instalada –, o desenvolvimento científico advindo – caso da Segunda Lei da Termodinâmica – e todas as conseqüências observadas no período pós-industrialização.

Passados cerca de 250 anos desde o aperfeiçoamento da máquina a vapor por James Watt, o desenvolvimento tecnológico e científico, o crescimento industrial, o inchaço das grandes metrópoles, a necessidade cada vez maior de recursos energéticos e, por fim, a entrada em cena dos combustíveis fósseis, a humanidade se vê diante da necessidade de uma busca por alternativas para sua própria sobrevivência. Chegamos hoje a nos preocupar com a nossa própria manutenção sobre o planeta e para isso partimos em busca de fontes alternativas e renováveis de energia. Associam-se os problemas relacionados ao suprimento energético diretamente ao esgotamento dos derivados de petróleo (Martins *et al.*, 2007, p. 1).

O excesso de CO₂ na atmosfera, o buraco na camada de ozônio, o efeito estufa, as doenças relacionadas à poluição do ar e dos recursos hídricos, períodos de estiagem mais dilatados... reduziram nossa “segurança energética” (Martins *et al.*, 2007, p. 2), além de

exigirem que o homem refletisse sobre sua condição de hóspede (e não proprietário) da Terra. Assim, em um cenário que se configura a partir do período pós Segunda Guerra (Praia *et al.*, 2007, p. 143), cria-se uma consciência de que estaríamos prejudicando a nós mesmos e colocando em risco nossa própria existência. Infelizmente nem todas as pessoas pensam assim.

Praia *et al.* (2007) citam que o uso de agrotóxicos e outros venenos em muito contribuíram para uma aceleração na produção mundial de alimentos. Entretanto, estes mesmos agentes químicos se mostraram danosos ao ser humano, tornando seu uso inviável, portanto, passando a exigir uma busca por outros meios mais adequados para o combate às pragas existentes nas plantações agrícolas. Este caso pode ajudar o aluno na compreensão do papel da ciência e da importância da sua alfabetização científica.

Outra questão está relacionada à busca por uma vida mais confortável o que gera inevitavelmente um crescimento da demanda energética mundial (Martins *et al.* 2008, p. 1) e, além disso, as formas de obtenção desta energia serão determinantes no impacto por elas provocado. Entra em cena outra questão importante: o desenvolvimento sustentável, ou seja, é preciso ir de encontro ao progresso minimizando os estragos dele resultantes. Novamente o aluno deve se sentir parte importante deste processo. Suas escolhas e suas decisões interferirão diretamente nos resultados e ele precisa ter consciência disso.

O consumismo, acompanhado do crescimento populacional – passamos de cerca de 3 bilhões de habitantes em 1950 para 6,5 bilhões na primeira década do século XXI , ou seja, um aumento de mais de 100% em 50 anos (ONU-BRASIL/UNFPA) –, vai exigir soluções práticas e inteligentes para o acondicionamento do lixo que é gerado. Reciclar e reaproveitar são palavras de ordem nesta nova lógica que se instala. Mesmo assim a indústria da informática, por exemplo, anda na contramão desta filosofia. Computadores pessoais e aparelhos de telefone celular rapidamente ficam obsoletos e são trocados pelos usuários, reféns do mercado que lhes oferece e lhes incentiva a consumir novas tecnologias a cada dia.

Mais produção e, é claro, mais consumo, além de trazer a preocupação com o volume de lixo gerado, exigirá um maior consumo de energia e as formas de produção desta também vão agredir o meio ambiente. O carvão, motor das primeiras indústrias durante a Revolução Industrial no século XVIII, será, nos séculos seguintes, substituído por outras fontes como o petróleo, a energia elétrica e a energia nuclear. Cada qual trazendo consigo um contingente de vantagens e desvantagens quando do seu uso.

A expressão “energia limpa” deve ser entendida como aquela que não produz a emissão de gases do efeito estufa (Martins *et al.* 2008, p. 2). O uso da energia eólica, por

exemplo, exige a ocupação de grandes áreas onde os cata-ventos serão instalados. Martins *et al.* (2008) alertam que tal fonte energética, após manter estável seu nível de produção e conseqüente utilização por cerca de 10 anos entre 1980 e 1990, apresentou um surto de crescimento, passando de 2500 MW para cerca de 33.000 MW de capacidade instalada em todo o mundo (Martins *et al.* 2008, p. 3).

O uso da energia solar, seja para aquecimento direto de água ou mesmo para geração de energia elétrica através de células fotovoltaicas pode se constituir em boa alternativa, principalmente em países como o Brasil onde a incidência de radiação solar é muito grande o ano inteiro. Já a utilização de energia elétrica no aquecimento de água em residências deve a médio prazo ser substituído pelos aquecedores solares e a escola tem mesmo a função de informar o cidadão sobre a importância desta substituição. A água dos chuveiros deixará de ser aquecida com energia elétrica para utilizar a energia solar. É preciso que o aluno compreenda a importância da sua atitude no momento de optar por esta ou aquela fonte, além de dar a ele condições de compreender os fenômenos envolvidos.

Utilizar uma determinada fonte energética implica em uma decisão às vezes difícil se há de fato uma preocupação com o meio ambiente. A construção de usinas hidrelétricas, por exemplo, promove o alagamento de enormes áreas, destruindo cidades e/ou florestas. Quanto a estas últimas, o apodrecimento das plantas submersas gera gases associados ao efeito estufa (Ciência Hoje, 2008), ou seja, o que aparentemente poderíamos considerar como uma fonte energética mais “limpa”, assim não pode ser enxergada.

V- O LIVRO PARADIDÁTICO COMO FERRAMENTA MEDIADORA NO PROCESSO ENSINO/APRENDIZAGEM

1. Introdução

A idéia de se fazer um livro paradidático como produto final de meu trabalho de mestrado surgiu de uma angustia pessoal e profissional. Não é novidade para ninguém que o brasileiro de uma forma geral lê muito pouco e meus alunos do Ensino Médio, com algumas exceções, não são diferentes. A leitura pode levar a pessoa a novas descobertas, além de se deparar com pontos de vista muitas vezes conflitantes com o seu. Como se não bastasse, cada pessoa que lê um texto pode obter dele impressões muito particulares e, uma mesma pessoa, em uma segunda ou terceira leitura em épocas distintas de sua vida, certamente não fará a mesma “leitura” de um capítulo ou de uma obra inteira.

Desta forma, imaginamos algo que permitisse ao professor e aos alunos uma discussão sobre assuntos relacionados ao conteúdo didático e formador da grade curricular, mas que invariavelmente não aparece nos livros adotados pelas escolas por questões que não cabe a nós discutirmos aqui (está implícita aí a definição de *paradidático*). Faltava uma ferramenta para ser usada em sala de aula e que suscitasse debates e discussões. Nestes momentos o aluno poderia expor seus pontos de vista além de conhecer aqueles de seus colegas. Ficaria instigado a (quem sabe) buscar novas fontes de consulta, tão abundantes nestes tempos de world wide web.

Esperamos que este trabalho contribua de alguma forma para aqueles que optarem pela sua utilização, sejam professores ou alunos. Há uma questão importante proposta pelo texto em seus capítulos finais: uma mudança de postura frente aos diversos e graves problemas que nossa “casa”, o planeta, vem enfrentando. Problemas que nós criamos e que nós deveremos solucionar e isto só será possível quando passarmos a pensar e agir de forma mais planetária e menos individualizada.

2. Bases teóricas

A escola tem mesmo a função de apresentar as “formas de entendimento culturalmente estabelecidas em determinado momento histórico” (Pietrocola, 2005, p. 11). Ela será o meio através do qual o aluno buscará sua formação, além de se constituir em um ambiente onde este aluno poderá interagir com outras pessoas e onde também lhe será apresentado o conhecimento cientificamente sistematizado. Para isso, deverá a escola dispor, portanto, de recursos adequados para a execução desta tarefa. Além de um corpo docente preparado, não

podem faltar fontes de consulta (hoje tão variadas), recursos multimídia, visitas a museus e a outras instituições similares, diversificação das atividades desenvolvidas em sala de aula, que em muito contribuem para o bom desenvolvimento dos estudantes.

O dicionário da língua portuguesa Houaiss define como paradidático aquilo

[...]que não sendo exatamente didático, é empregado com esse objetivo (diz-se de livro, material escolar, etc.) (Houaiss, 2001, p. 2127).

O produtor do texto paradidático terá, portanto, uma certa liberdade em sua produção não ficando rigidamente atrelado a propostas curriculares com uma determinada seqüência. Os assuntos abordados deverão, é claro, ter alguma relação com os conteúdos a serem trabalhados ao longo do período letivo, afinal temos uma legislação educacional em vigor e os objetivos educacionais relativos às habilidades e competências a serem atingidos pelos alunos são os mesmos em todo o país. O autor poderá, entretanto, optar por um texto mais informativo ou mais crítico, carregado de seus pontos de vista; poderá optar por obedecer a uma seqüência histórica ou por idas e vindas dentro da história e, por fim, terá liberdade na escolha da problemática a ser abordada. Rodrigues (1996) lembra que o uso de ficções para tentar atrair os alunos é perigoso. É necessária alguma habilidade na criação de uma história fictícia que atraia o aluno e, por outro lado, este aluno precisa se acostumar com a forma com que as teorias e trabalhos científicos são divulgados (Rodrigues, 1996, p. 83).

Algumas propostas de trabalho são construídas a partir de uma problemática atual e caminham para o interior das disciplinas e seus conteúdos para, posteriormente, retornar à questão de origem, levando o aluno a enxergar tal problemática por um outro ângulo, além de torná-lo capaz até mesmo de apresentar soluções à questão. Este trânsito desde uma questão-problema, passando pelos conteúdos sistematizados e voltando à questão original deve ser feito com a ajuda de recursos como textos, filmes, debates... além do livro didático tradicional. Não é possível que se faça isso sem a ajuda de ferramentas atualizadas no que tange à ciência e à tecnologia de forma a tornar os conteúdos mais significativos para os alunos (Assis e Teixeira, 2004; Araújo e Santos, 2005).

É preciso cuidar para que o estudo da ciência não se limite à aplicação de fórmulas e leis (Zanotello e Almeida, 2007, p. 438). Estes autores ainda lembram que

[...]Saber física não significa somente saber fazer exercícios de física, mas também desenvolver uma cultura em física,

adquirindo noções sólidas sobre o que a física produz, quais seus objetos de estudo, como ela se desenvolve enquanto ciência, quais suas contribuições no mundo contemporâneo, quais seus conceitos fundamentais e suas aplicações (Zanotello e Almeida, 2007, p. 438).

Lembram, por fim, que o ensino médio talvez seja o momento ideal para se oferecer aos alunos um conhecimento científico culturalmente significativo em função de muitos deles não terem mais contato com as disciplinas científicas na sequência de suas vidas escolares.

Com relação aos textos a serem trabalhados com os alunos em sala de aula, estruturá-los será uma tarefa que, em primeiro lugar, deve tentar dar ao conteúdo o significado que ele talvez não tenha para o aluno ou que o livro didático não foi capaz de dar. O aluno precisa perceber como o ser humano é parte da natureza e como ele interfere em suas transformações, ou seja, qual é sua participação efetiva nos processos naturais (Assis e Teixeira, 2004, p. 1). Escrever sobre ciência, principalmente para um público “não especializado”, é tarefa que “requer grande habilidade do autor para articular uma linguagem acessível” (Zanotello e Almeida, 2007, p. 438). Como afirmamos anteriormente, o texto terá uma flexibilidade maior quanto ao trânsito dentro do conteúdo sem se atrelar de forma rígida ao currículo oficial.

O texto a que nos propusemos produzir terá elementos de história da ciência; pequenas biografias de personalidades importantes no desenvolvimento da Termodinâmica e das máquinas térmicas; estudo dos fatores que desencadearam a Revolução Industrial e do desenvolvimento observado nos séculos XIX e XX; questionamentos quanto à importância do envolvimento de cada cidadão em toda a problemática relativa ao uso das novas tecnologias e o impacto das mesmas nas sociedades e, por fim, um debate sobre as diversas fontes e formas de energia disponíveis, além das alternativas às mesmas, já que algumas delas não são renováveis. Assis e Teixeira (2004), citando os PCNEM, afirmam que as competências para a vida, no que diz respeito à Física, são construídas em um presente contextualizado, ou seja, devem os conteúdos ter uma relação direta com o cotidiano do aluno e, assim, mostrarem-se significativos para ele. Se não houver uma busca por estratégias que tornem os conteúdos significativos, o professor poderá ouvir dos alunos respostas do tipo “*não tem nada a ver com a minha vida*” (Benjamim e Teixeira, 2001, p. 74) quando indagá-los a respeito da importância do estudo deste ou daquele tópico.

O livro paradidático, assim como qualquer outro recurso utilizado pelo professor, deve suscitar debates e questionamentos relacionados ao cotidiano dos alunos e desta forma permitir e incentivar o envolvimento de cada um deles em tais debates. Entendemos que desta

maneira é possível a formação de cidadãos mais comprometidos com a problemática de seu tempo. Araújo e Santos (2005) entendem que o livro paradidático, na medida que facilita a contextualização de algum tema ou conteúdo, cria uma “ponte” entre o conhecimento sistematizado e o dia-a-dia do aluno, dando mais significado àquilo que se aprende, além de facilitar a socialização deste conhecimento.

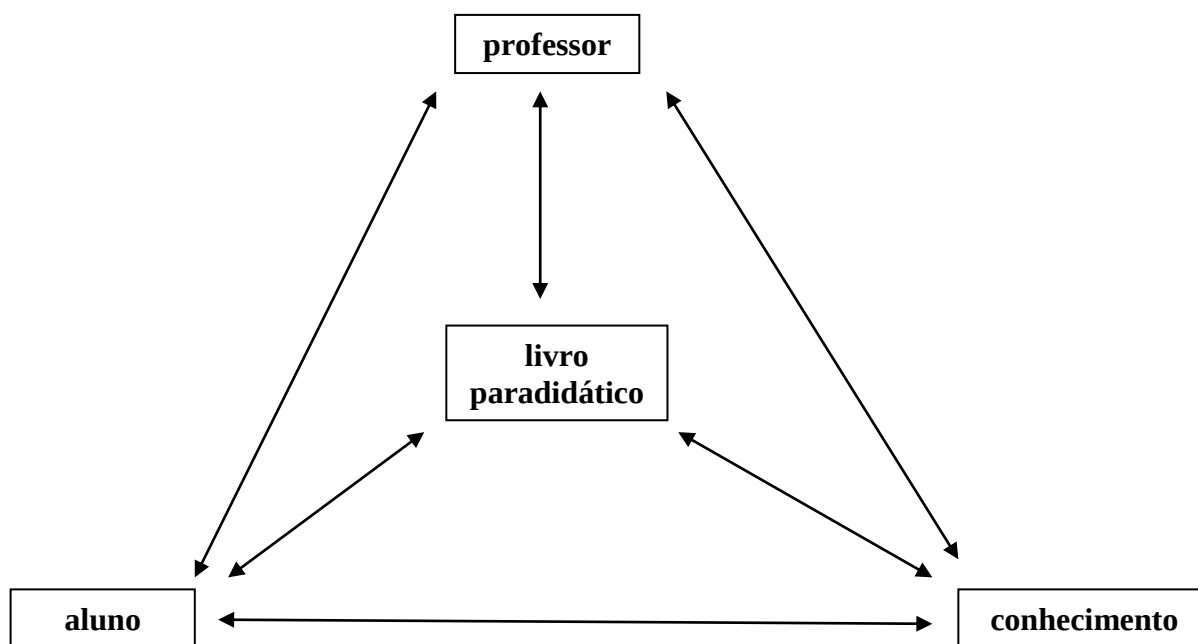


Figura 4: interações possíveis: professor, aluno e conhecimento.

O livro paradidático, portanto, fará parte de um conjunto de importantes ferramentas das quais o professor disporá como mediadoras entre ele, o aluno e o conhecimento. A figura 4 mostra as interações destes personagens, ora com a intervenção do livro paradidático e ora sem tal intervenção. Obviamente outro recurso poderia ser colocado na posição em que o livro se encontra no diagrama. É possível, é claro, valer-se do livro de diversas formas: desde uma simples leitura com posterior aplicação de um questionário, até como desencadeador de debates relativos a alguma problemática atual. Trata-se, então, de importante estratégia de incentivo à participação dos estudantes na dinâmica das aulas (Assis e Teixeira, 2004, p. 2). Entendemos que o professor não deve apenas solicitar aos alunos que leiam o conteúdo dos textos sem um debate posterior. Um dos temas abordados no livro, a energia, possui grande amplitude, sendo um conceito central para as matérias das ciências da natureza, além de se tratar de um conteúdo globalizador e integrador de outros conteúdos (Bañas *et al.*, 2004, p. 267). Estes autores lembram também que, apesar de todo aparato tecnológico de multimídia, é

o livro que os alunos levam em suas mochilas e é este mesmo livro que os professores pedem aos alunos que abram durante as aulas (Bañas *et al.*, 2004, p. 298).

Alguns livros trazem para os alunos perguntas pouco atrativas, mais associadas à memorização do que à conscientização quanto à importância de cada tópico para sua vida (Bañas *et al.*, 2004, p. 301). Apesar destes autores estarem se referindo a livros didáticos, trata-se de um instrumento de mediação tão acessível quanto o paradidático e, portanto, é possível fazermos analogias com alguns aspectos analisados. É preciso ter cuidado para não cometer na criação e na montagem do texto paradidático os mesmos vícios do livro didático.

Abordar um tema atual dentro da sala de aula é imprescindível à significação de qualquer conteúdo. É preciso, entretanto, estimular os alunos a se envolverem nas atividades, falar sobre os assuntos abordados e escrever sobre os mesmos com o objetivo de ampliar suas esferas de ação acrescentando novas palavras aos seus vocabulários (Lima e Carvalho, 2003, p. 88). A leitura dos textos acompanhados de um posterior debate certamente desenvolverá nos alunos também a capacidade de “saber se informar, comunicar-se, argumentar, compreender e agir”, além de “ser capaz de elaborar críticas ou propostas” (Brasil, 1999, p. 9). Este documento ainda ressalta que o aluno deve “adquirir uma atitude de permanente aprendizado” (Brasil, 1999, p. 9).

É preciso considerar também uma questão fundamental ligada ao texto a ser produzido: a linguagem. Entende-se que há mesmo uma

[...]necessidade de mudanças no tocante à forma de se trabalhar a linguagem no contexto escolar, levando-se em consideração não só os fatores estritamente lingüísticos, mas também fatores sócio-cognitivos e interacionais (Alves, 2007, p. 43).

Lembra a autora que a construção do conhecimento ocorre mesmo na interação e esta última mostra a “dupla natureza da linguagem (cognitiva e social)” (Alves, 2007, p. 43). Terá o aluno a oportunidade de ler, escrever sobre o que leu, debater com seus colegas, defender seus pontos de vista e propor alternativas a uma determinada questão. Lima e Carvalho (2003) citando Luria (1987) afirmam que o desenvolvimento da linguagem no homem permite que ele passe a

[...]se relacionar com o que não percebe diretamente e que não faz parte de sua experiência. De acordo com o autor, a palavra duplica o mundo, possibilitando o homem a operar mentalmente com objetos, inclusive na ausência deles, além de

possibilitar a transmissão de experiência entre indivíduos, permitindo, de tal forma, a assimilação de experiências de gerações anteriores (Luria, 1987 *In* Lima e Carvalho, 2003, p. 88).

O uso dos textos, sejam paradidáticos ou não, tem como um dos objetivos o alargamento das fronteiras do vocabulário do aluno, além de permitir-lhe o desenvolvimento das capacidades por nós mencionadas anteriormente. Para enfrentar um determinado problema é preciso saber, antes de tudo, argumentar e se comunicar. Quanto ao ato de escrever, de acordo com Rodrigues (1996, p. 79), certamente ele ajuda

- I. na escolha das idéias que pretendemos apresentar;
- II. a definir a ordem de apresentação dessas idéias;
- III. a selecionar as palavras que vão tornar claro aquilo que pensamos e, por fim,
- IV. a verificar se conseguimos tal clareza em nossa escrita ao nos colocarmos na posição de quem lê.

Para esta autora, o texto paradidático não ficcional é composto por uma narrativa sem enredo e sem personagens que vai direto ao assunto, instigando o leitor a pensar e refletir sobre a problemática por ele proposta. Por fim ela insiste que o autor do livro deve lembrar-se de sua responsabilidade quanto à divulgação de idéias científicas. O autor é, na verdade, um “tradutor” dos trabalhos científicos e das idéias de pensadores ao longo da história da humanidade e precisa tomar certos cuidados ao apresentá-los em seu trabalho (Rodrigues, 1996, p. 81).

O livro será de fato uma ferramenta mediadora no trabalho do professor com seus alunos. Para Daniels (2003), Vygotsky entendia que a ferramenta mediadora, seja ela psicológica ou material, tem a capacidade de recriar e reorganizar, respectivamente, toda a estrutura do comportamento ou das operações de trabalho (Daniels, 2003, p. 27). Assim, desenvolveremos um texto potencialmente capaz de reestruturar o ambiente escolar com vistas a um aprendizado mais consistente e de maior significado para o aluno. Os meios pelos quais o professor poderá fazê-lo são bastante individuais, como já mencionamos. Apresentaremos como propostas de trabalho do professor com os alunos:

- I. debates e discussões;
- II. leituras em grupo;
- III. preparações para visitas técnicas;
- IV. avaliações individuais como, por exemplo, produções de texto ou trabalhos de pesquisa;

V. apresentação em grupo...

Assim, como não adotaremos uma rigidez muito grande na seqüência de apresentação dos temas, acreditamos na possibilidade de os capítulos componentes do texto paradidático serem usados em diferentes épocas do ano, conforme o desenvolvimento dos conteúdos relativos à energia, ao calor e à termodinâmica ao longo do período letivo.

Consideramos, entretanto, que um bom estudo de texto deve passar por uma discussão em sala de aula para o esclarecimento de dúvidas, conceitos ou mesmo até da proposta que o originou. Assim pode o aluno se interessar mais pela leitura, caso ele não tenha compreendido o sentido de alguma palavra, expressão ou mesmo de algum momento histórico do passado, de algum fragmento ou até mesmo a mensagem que o texto pretende levar até ele. Deixar apenas para que os alunos leiam o texto e posteriormente cobrar deles em testes com questionário tipo pergunta-resposta certamente prejudicará o entendimento e a compreensão do que foi lido. Se o professor apenas fornece o texto aos alunos e cobra deles uma avaliação posterior, tira deste material a sua capacidade de se constituir em ferramenta mediadora do trabalho escolar. Trabalhando apenas com a estratégia da pergunta/resposta, o professor fará com que o texto paradidático, potencial possuidor das três classes mediadoras (psicológicas, materiais e humanas), será subutilizado, perdendo-se aí uma oportunidade de interação com a turma e de fazer germinar nela novos questionamentos e novas pesquisas sobre o tema estudado.

Além de importante como ferramenta mediadora do processo ensino/aprendizagem, o texto paradidático pode, ainda, esclarecer algumas questões. Em primeiro lugar, sua utilização seria potencialmente capaz de despertar nos alunos o gosto pela leitura. Assis e Teixeira (2004) afirmam que um texto paradidático pode despertar no aluno um maior interesse por conteúdos relacionados à ciência na medida em que dão maior significado a tais conteúdos. Estaria este aluno sendo incentivado a buscar outras leituras capazes de lhe trazer outras informações relevantes. Um outro ponto a se considerar é a capacidade do professor de lidar com aspectos ligados à leitura de textos em suas aulas e, é claro, com as dificuldades apresentadas pelos alunos em tais leituras.

O texto deve dialogar com o aluno de forma a sedimentar nele os conhecimentos, mas também evidenciando como estes conteúdos se inserem no contexto deste aluno. Alerta-se ainda para a importância de se discutir um determinado texto em sala de aula antes de se propor qualquer atividade que o envolva (Alves, 2007, p. 50). A autora afirma também que

[...]sem dúvida, o saber construído pelo aluno em sala de aula é fruto de uma complexa série de interações nas quais intervêm o próprio aluno, os conteúdos estudados, e o professor. Ou seja, se dá mediante um processo que envolve controle, negociação, interesses, e conhecimento partilhado entre professor e aluno (Alves, 2007, p. 54).

O texto paradidático, então, apresentará inúmeras utilidades e poderá evidenciar importantes aspectos da dinâmica da sala de aula, além de trazer até os alunos informações atualizadas e contextualizadas científica e tecnologicamente. Poderá, como será o caso de alguns capítulos de nosso trabalho, evidenciar a dinâmica histórica que levou nossa sociedade a atingir o atual estágio, tanto de desenvolvimento, como de toda a problemática relativa à geração e fornecimento de energia e das questões ambientais associadas.

3. A utilização do produto

3.1. Questionário simples

A utilização de qualquer material alternativo em sala de aula deve ser cuidadosamente pensada e refletida. Imprescindível que se tenham muito bem definidas as formas de utilização e os objetivos que pretendem atingir. Quanto às expectativas dos professores sobre o interesse dos alunos, Benjamim e Teixeira (2001) mostram-se surpresos com as falas destes últimos no que tange à importância do estudo do tema energia. Há um desinteresse pelo tema por não verem ligação do mesmo com o cotidiano e só acham importante o seu estudo para os exames de vestibular. A entrada de um livro paradidático no estudo de certo conteúdo cria espaço para discussões e debates que podem, sem dúvida, evidenciar sua importância para o aluno, tirando a idéia estreita de que aquilo só é válido porque lhe será cobrado posteriormente em um exame qualquer. Fala-se até na busca de “respostas para ‘questões que não têm espaço na escola’” (Salém e Kawamura, 1996 *In* Benjamim e Teixeira, 2001, p. 74). O paradidático terá, então, esta função de desencadear discussões e despertar o interesse dos alunos por um assunto em evidência e, posteriormente, transferir este interesse para os tópicos curriculares.

Trabalhamos, em princípio, com 45 alunos do 2º ano do ensino médio de uma escola da rede privada de Belo Horizonte. Foram oferecidos aos alunos os textos soltos, adequando-os a um momento específico do período letivo. O primeiro capítulo, por exemplo, foi trabalhado com os alunos ainda no primeiro bimestre de 2008 como o objetivo de levantar questões sobre o homem, a produção científica, o desenvolvimento tecnológico, recursos energéticos, poluição e produção de lixo. Este capítulo tenta alertar o aluno para o seu papel

dentro de seu meio social e de seu tempo. Fala-se em responsabilidade quanto àquilo que cada um de nós faz em seu dia-a-dia e sobre atitudes simples como separar o lixo em casa que, como dito, são simples, mas, se adotadas coletivamente, podem fazer uma grande diferença para todos nós.

Para se fazer uma avaliação após a leitura, entregamos o texto (primeiro capítulo) aos alunos com o objetivo de desenvolver uma atividade na semana seguinte. Não optamos pela leitura em sala. Tal estratégia poderia garantir que todos os alunos realmente lessem o texto. Chamamos a atenção aqui para o fato de muitas vezes os alunos adquirirem o livro e não lê-lo. Utilizar um capítulo de cada vez ao invés de pedir ao aluno que leia todo o livro para uma atividade posterior pode ser uma forma de trazer a leitura para dentro da sala de aula, fazendo uma discussão paralela do tema proposto e com isso despertar o interesse do aluno pelo assunto tratado. É claro que esperamos que as crianças aprendam a gostar de ler desde cedo em casa e nas escolas de educação infantil, mas infelizmente não há garantias de que isso venha realmente a acontecer. Além disso, mesmo o aluno que criou o hábito da leitura pode não se interessar pelo conteúdo ou pelo formato do texto ofertado pelo professor. É preciso escolher bem a melhor estratégia para o desenvolvimento da atividade com o texto paradidático.

No dia da atividade relativa ao primeiro capítulo, foram propostas três questões para os alunos dissertarem, sendo elas:

- 1- Defina com uma palavra a idéia principal do texto. Justifique sua escolha.
- 2- Que atitudes você vem tomando (ou poderia tomar) de forma a tornar nosso mundo melhor na perspectiva do que propõe o texto.
- 3- Comente a última frase do texto: “Nos próximos capítulos vamos voltar nosso olhar para o passado e tentar entender como, há cerca de 250 anos, o homem começou a degradar o planeta de forma mais contundente.”

Objetivava-se, então, saber qual foi a impressão que o texto deixou para o aluno ou em que medida ele conseguiu compreender a proposta. O primeiro capítulo alerta sobre a importância do que cada um de nós faz em seu meio social e os efeitos de nossas atitudes que mesmo sendo de âmbito local e individual, terão efeitos importantes sobre a coletividade. Em um grupo de 45 alunos, as palavras “consciência”, “energia” e “história” foram citadas por 15 deles. Outras como “humanidade”, “devastação”, “poluição”... foram citadas por 14 alunos.

palavra escolhida	quantidade de alunos
CONSCIÊNCIA	7
ENERGIA	4
HISTÓRIA	4
AÇÕES	3
DEVASTAÇÃO	2
HUMANIDADE	2
POLUIÇÃO	2
FUTURO	2
EVOLUÇÃO	2
RESPONSABILIDADE	2
TERRA	2
ALERTA	1
ATITUDE	1
DESENVOLVIMENTO	1
VIDA	1
DESCOBERTAS	1
PROBLEMAS	1
CONHECIMENTO	1
EDUCAÇÃO	1
CUIDADO	1
COLABORAÇÃO	1
TEMPO	1
HOMEM	1
CONSTRUÇÃO	1
	45

Tabela 1: palavras que, no entendimento dos alunos, poderiam traduzir a idéia principal do texto (capítulo 1).

Poder-se-ia inferir que os alunos entendem a necessidade de uma tomada de consciência de todos no que tange às questões planetárias e que, também, não atingiremos objetivos globais se agirmos com individualismo e não compreendermos a importância social de nossas ações. Entretanto, há uma distância entre o discurso e a ação efetiva, ou seja, a mudança de hábitos no dia-a-dia. Da segunda questão (sobre as “atitudes” que cada um vem tomando) extraímos alguns comentários¹⁴ como:

JOSÉ MARIA: “Incentivar projetos como o Pró-álcool...”

FÁBIO: “diminuir o consumo de lixo e incentivar o uso do transporte coletivo.”

¹⁴ Os nomes apresentados são fictícios.

ADRIANA: *“reciclar lixo em casa, na escola, etc.”*

MARGARIDA: *“usando produtos recicláveis.”*

CELESTE: *“...eu poderia separar o lixo reciclável...”*

LÚCIA: *“...diminuir a produção de lixo, reciclar, utilizar fontes de energia renováveis...”*

MARIZA: *“...reciclando vários materiais, plantando árvores, etc. ...”*

Nas falas acima é possível identificar boas intenções e, ao mesmo tempo, em alguns casos, poucas ações efetivas (veja a fala da aluna CELESTE: “eu poderia...”). O aluno sabe que precisa reciclar o lixo, economizar energia e plantar árvores, por exemplo, mas muitas vezes é mais cômodo agir de outra forma.

Em outras falas, entretanto, podemos perceber que alguns alunos já desenvolveram alguns bons hábitos.

PATRÍCIA: *“...ajudo em casa na separação do lixo que é reciclável, pois aqui no nosso bairro passa um caminhão de coleta seletiva.”*

LETÍCIA: *“...separo o lixo para a coleta seletiva e procuro economizar água e energia no banho.”*

RITA: *“...economizo energia elétrica no banho...”*

CLÁUDIA *“...faço a separação do lixo para coleta seletiva e evito tomar banhos demorados.”*

Como a maioria dos alunos reside na mesma região e nela há coleta seletiva, muitos já desenvolveram esta preocupação, ou seja, separam o lixo para esta coleta. Discutimos isto com eles após a atividade. Foi preciso que o poder público tomasse a iniciativa de promover a coleta seletiva para que eles mudassem os hábitos em suas casas, mesmo sabendo que algumas pessoas sustentam suas famílias através da coleta de materiais recicláveis. Além disso, os alunos têm ciência de como alguns materiais (plásticos, por exemplo) demandam um tempo dilatado para serem absorvidos pela natureza e mesmo assim, como afirmamos, é mais cômodo agir de outra forma. Por fim, alguns alunos assumiram que não vêm fazendo nada com o objetivo de preservar o meio ambiente.

A terceira questão trata de um assunto que eles já haviam estudado nas aulas de história: a Revolução Industrial e suas conseqüências para a dinâmica social de nosso planeta. Além dos efeitos diretos sobre a estruturação das sociedades, tentamos elucidar na discussão das respostas dadas pelos alunos as implicações deste evento histórico na degradação do meio ambiente e na necessidade de busca por fontes energéticas mais eficientes na medida em que a aceleração do consumo exige uma paralela aceleração da produção.

O capítulo 2 (Energia: do carvão às fontes alternativas) começa a aprofundar um pouco o estudo a respeito das fontes energéticas utilizadas pelo homem desde a Revolução Industrial até o desenvolvimento atual de tecnologias voltadas para fontes alternativas e renováveis como o álcool, o biodiesel, o vento... Escrevemos um texto que segue uma seqüência histórica, apesar de termos evitado isso na construção do livro como um todo. Deve ficar evidente para o leitor que o homem encontrará no carvão uma importante fonte energética como propulsora da industrialização, passa a utilizar mais intensamente os derivados de petróleo no século XIX (apesar de já conhecê-los desde outras épocas) juntamente com a energia elétrica e chega ao final do século XX desejoso por outras fontes que sejam, de preferência, renováveis. Objetiva-se, então, que o aluno possa perceber como a busca por fontes energéticas vai interferir na produção de bens de consumo e na dinâmica ambiental do planeta. Utilizamos este texto também no 1º bimestre paralelamente ao estudo da conservação da energia.

3.2. Apresentação em grupos

Em outro momento optamos por dividir os alunos em grupos de até 4 integrantes e, como o livro foi dividido em capítulos, cada grupo assumiu a leitura e a apresentação do tema a ele relacionado. Os grupos teriam em mãos uma cópia deste capítulo e disporiam 20 minutos de uma aula para apresentarem o tema ao restante da turma. Os capítulos receberam os títulos:

- 1- Fazendo história
- 2- Energia: do carvão às fontes alternativas
- 3- As teorias sobre o calor
- 4- James Watt e as máquinas térmicas
- 5- Os combustíveis fósseis e os veículos auto-motores
- 6- A eletricidade
- 7- Pensando o futuro

As apresentações foram gravadas em vídeo (VHS) e, pode-se perceber, os alunos fizeram bom uso dos recursos disponíveis para pesquisa e aprofundamento dos temas. Apresentaram vídeos baixados na internet, outros textos complementares, dados de outras fontes e, o mais importante, suas impressões pessoais sobre cada tema, notadamente aqueles mais diretamente ligados à nossa realidade.

Como um primeiro ponto positivo, nenhum dos 13 grupos deixou de aprofundar mais no tema proposto pelo capítulo, ou seja, todos buscaram informações complementares de

outras fontes como forma de incrementar as apresentações e as discussões. Não foi exigido dos grupos que explicitassem tais fontes adicionais, entretanto, tanto nas apresentações como em conversas informais com integrantes dos grupos, pôde-se perceber que, com raras exceções, as fontes eram *sites* da internet. A desvantagem, neste caso, está na confiabilidade destes *sites*. Os alunos tendem a acreditar em quase tudo que lhes é apresentado na rede mundial de computadores.

Outro detalhe digno de nota é o fato de os grupos fazerem uso sistemático do *Power Point* nas apresentações. Alguns grupos ainda utilizaram cartazes, mas mesmo estes não deixaram de utilizar aquele recurso. Todos os grupos também apresentaram algum vídeo colhido no *site* YouTube, podendo ser visto um pouco de tudo: vídeos institucionais (como foi o caso das usinas de Angra dos Reis), reportagens, vídeos artísticos e até com um pouco de humor.

Dos treze grupos formados nas duas turmas, três demonstraram um considerável desinteresse pelo tema abordado no capítulo limitando-se a ler os *slides* das apresentações. Não demonstraram também, é claro, ter uma opinião sobre as questões propostas, talvez por não perceberem a proximidade das mesmas com o dia-a-dia de cada um. Nestes alunos evidencia-se o grande desafio da educação: mostrar para o aluno a importância daquilo que ele aprende e a necessidade de ele, aluno, ter atitudes positivas em seu tempo. O sistema educacional precisa incutir valores no aluno e não conseguirá isso se os conteúdos parecerem sem sentido e desconectados de sua realidade.

Por fim, poucos foram os grupos que instigaram a turma com questões e debates. As discussões invariavelmente eram quase sempre provocadas pelo professor. Não vamos nos aprofundar nas razões disso, mas sugerimos que seja proposto a cada grupo que, como último item para avaliação do trabalho que sejam elaboradas duas (ou mais) questões para reflexão e debate.

As estratégias adotadas por qualquer professor para a utilização de um recurso didático são, de fato, muito dependentes das situações em que cada um se encontra. O número de aulas disponíveis, o meio onde se inserem os alunos e, principalmente, que tipo de experiências eles já trazem de outras vivências, tanto dentro como fora da escola. Não há mesmo uma receita já pronta de como utilizar um livro paradidático, um laboratório de ciências ou de informática e, por que não dizer, o lugar ambiente onde a comunidade escolar está inserida. Ficará a cargo do professor a escolha do melhor caminho na busca dos melhores resultados.

4. Discussão dos resultados

A utilização de um texto complementar no ensino de Física ou de qualquer outro ramo da ciência nos remete a duas questões:

1ª) Qual será o tema tratado por este texto? Poderemos explorar a história da ciência, sempre tão rica em assuntos curiosos e interessantes, como poderemos tratar de temas atuais, mais ou menos próximos da realidade de nossos alunos;

2ª) Qual é a forma mais eficiente de se utilizar este texto para que, ao final, não fique para o aluno uma sensação de que lhe fora oferecido apenas mais um texto para leitura e avaliação e para o professor a impressão de que os alunos terminarão o ano letivo exatamente como começaram, ou seja, sem perceberem a real importância dos conteúdos tratados em suas vidas?

Sem dúvida, é preciso refletir muito antes da escolha, tanto do texto como da forma de utilizá-lo. Não resta dúvida, entretanto, que mesmo em tempos de world wide web a leitura complementar ainda pode ser uma forma eficiente de tornar o estudo da ciência mais interessante e instigador.

Apesar de o primeiro capítulo do livro tratar de nossa função como atores de nosso tempo e de nossa história, no primeiro trabalho com os alunos, quando foi pedido a eles que apresentassem uma palavra capaz de traduzir a idéia principal do texto, a necessidade de uma maior conscientização de nós mesmos quanto às nossas ações ficou evidente. É preciso, na percepção dos alunos, parar para pensar e tentar mudar o rumo de nossa própria história.

No trabalho em grupos pudemos explorar todo o conteúdo do livro. No capítulo 2, por exemplo, fizemos uma rápida explanação sobre as diversas fontes de energia utilizadas pelo homem nos últimos três séculos. Nos capítulos 3 e 4 do paradidático optamos por apresentar uma discussão sobre os caminhos que a ciência seguiu em busca de um conceito e um modelo descritivo do calor nos séculos XVIII e XIX. Importante nestes capítulos é que o aluno perceba que, apesar da definição de calor como uma forma de energia e não como substância ter acontecido algumas décadas após o aperfeiçoamento da máquina a vapor por Watt, isso não impediu este cientista de promover tal desenvolvimento. Evidenciamos como os investimentos no aperfeiçoamento de um aparato tecnológico podem impulsionar o desenvolvimento da ciência. Esta última necessita de recursos para o financiamento de pesquisas e eles virão, sem dúvida, daqueles indivíduos ou instituições beneficiados com as novas descobertas ou com os novos inventos. Cabe ressaltar aqui a importância da discussão com os alunos a respeito dos interesses do capital, antagônicos àqueles da humanidade como um todo. No capítulo 4, principalmente, enfatizamos a importância da parceria entre Watt e os

empresários industriais que contribuíram para que ele pudesse aperfeiçoar sua máquina, alertando para o fato de que, apesar dos problemas ambientais advindos do processo de industrialização, é inegável que o desenvolvimento industrial e tecnológico, a partir dos investimentos feitos em pesquisa científica, trouxe também benefícios para a humanidade, melhorando, em muitos aspectos, nossa qualidade de vida.

Nos capítulos 3 e 4, se o professor adotar a seqüência de conteúdos proposta na maioria dos livros didáticos, será conveniente um trabalho com estes capítulos no segundo no terceiro ou quarto mês do ano letivo do 2º ano do ensino médio quando se introduzir o conceito de calor. Insistimos que o livro pode ser adotado em um momento posterior e ser trabalhado como um todo de uma única vez. Nas vezes em que utilizamos o livro, o fizemos no período citado. Normalmente o segundo semestre da 2ª série do Ensino Médio é voltado para o estudo da Óptica Geométrica e do Movimento Harmônico Simples.

Já nos capítulos 5 e 6 apresentamos uma discussão sobre as duas novas fontes energéticas que entram em cena no século XIX: o petróleo e a eletricidade. A humanidade já conhecia os fenômenos elétricos e os combustíveis fósseis antes deste século, mas é em seu curso que passará a utilizar tais fontes energéticas de forma mais intensa, impulsionando principalmente a indústria e os transportes.

O capítulo 5 trata da invenção do automóvel, do princípio básico de funcionamento do motor a explosão e, por fim, dos problemas que os carros trazem principalmente para as grandes cidades como a poluição e os acidentes de trânsito, causa de muitas mortes e mutilações. Ao final deste capítulo são propostas questões para discussão, pesquisa e debate entre os alunos. Eles podem investigar, por exemplo, em que medida os rodízios de veículos têm resolvido o problema do trânsito nas cidades que os adotaram. Podem, também, levar para a sala de aula as inovações mais recentes da indústria automobilística e discutir a viabilidade de, no futuro, termos a maior parte da frota de veículos movida a álcool, fonte renovável, mas que prescinde de áreas agricultáveis. Além disso, é necessário que se discuta a melhoria da qualidade do transporte coletivo, a viabilidade da instalação de ciclovias...

No capítulo seguinte mostramos como a energia elétrica passou a fazer parte de nossas vidas nos últimos (quase) dois séculos, desde as descobertas de Öersted e Faraday até o uso da energia nuclear na geração de eletricidade. É importante que o aluno conheça os problemas enfrentados no momento de se decidir pela instalação de uma usina geradora de eletricidade, qualquer que seja a fonte primária geradora (hídrica, térmica ou nuclear). Discutimos neste capítulo a importância de se pensar nos impactos ambientais causados pela instalação de tais usinas. Inevitavelmente o aluno deverá buscar outras fontes de pesquisa onde ele possa

conhecer, por exemplo, a demanda de nosso país por energia elétrica (ver *site* do Ministério das Minas e Energia) e em que medida dependemos da utilização de fontes não hídricas. Ao final do capítulo, apresentamos um roteiro para desenvolvimento de um trabalho de pesquisa, debate e exposição para a escola ou até mesmo para a comunidade onde a escola se encontra instalada.

O último capítulo (7) propõe uma reflexão sobre nossas atitudes e sobre o que podemos fazer, seja de forma individual (não individualista)¹⁵ em nossas casas, ou de forma coletiva em associações comunitárias, por exemplo. De uma forma ou de outra, tenta-se mostrar que é preciso buscar uma mudança urgente de hábitos e entender que as gerações futuras precisarão encontrar um planeta com condições mínimas para a sua sobrevivência. No caso de nossos alunos (adolescentes entre 15 e 18 anos), deve-se lembrar que muitos deles ainda estarão habitando a Terra nas últimas décadas do século XXI e, além de usufruírem de tais condições mínimas, deverão incentivar as gerações posteriores à sua a também preservarem o planeta.

Não resta dúvida que a apresentação em grupos traz vantagens sobre outros tipos de atividades. Haverá sempre uma cobrança de cada integrante do grupo sobre os demais. O professor, se optar pela separação do livro em capítulos como fizemos, poderá incentivar um momento de leitura em sala com uma primeira discussão logo em seguida. A atividade sugerida e apresentada por nós pode ser complementada com uma visita técnica (trabalho de campo) e com a solicitação de que cada grupo traga questões para discussão, reflexão e debate. Neste caso o professor deverá dispor de um tempo mais dilatado para as apresentações.

¹⁵ **individualista:** 1. Relativo ao, ou que é sectário do individualismo. 2. Egoísta, egocêntrico. (FERREIRA, 1986, P. 938). Entendemos tais atitudes, portanto, como aquelas em que o indivíduo não se importa com o coletivo e pensa, portanto, apenas no seu bem-estar individual.

VI-COMENTÁRIOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Instigar o aluno a discutir, pesquisar e apresentar soluções humanizadoras às questões do nosso tempo em relação ao conteúdo tratado em sala de aula é o objetivo maior de nosso livro, instrumento mediador do trabalho do professor com seus alunos. Através dele o aluno pode ser incentivado a buscar informações mais detalhadas sobre o assunto estudado e conhecer melhor determinada problemática. Esperamos despertar nos alunos um maior interesse por algo que também lhes pertence, ou seja, que faz parte de sua realidade sócio-histórica. Mudanças de hábitos ou posturas diante de uma problemática não são fáceis. Todos nós, por exemplo, temos consciência de como seria benéfico para nossa cidade uma redução no uso dos automóveis (poluição do ar, poluição sonora, engarrafamentos...), entretanto a cada dia nos tornamos mais e mais dependentes deste meio de transporte. Fica claro que o individual é colocado antes do coletivo. De uma maneira geral, adotamos posturas benéficas à coletividade desde que elas não interfiram no nosso bem-estar individual.

O livro é, sem dúvida, uma extraordinária ferramenta mediadora do trabalho do professor se, é claro, for utilizado adequadamente e isto ficará a cargo do educador. Como ferramenta ele não se basta. É necessário que haja uma troca entre professor, aluno e objeto de estudo. Estratégias e ações eficientes são imprescindíveis e não é nosso objetivo aqui esgotar todas as possibilidades.

A escola, a família e o meio social têm como tarefa a educação das crianças, dos jovens e, por que não, dos adultos – essa educação deveria se realizar através da conscientização do ser humano como ser social.

Duas questões nos vêm, por fim:

1ª) Se o professor (notadamente na rede pública de ensino) dispõe de uma carga horária não muito extensa para apresentar o conteúdo de sua disciplina, como ele deve agir para fazer com que suas aulas levem seus alunos a uma mudança de postura e de atitudes?

2ª) O livro paradidático pode ser considerado como uma boa ferramenta mediadora na apresentação de determinado conteúdo? Que vantagens ele possui diante de outras ferramentas?

A primeira questão sempre virá à tona quando a discussão for centrada na dinâmica das aulas de qualquer professor. Há aqueles que inovam sempre e vivem tentando alterar a sua forma de trabalhar. Há outros, entretanto, que por anos a fio usam as mesmas estratégias. Para qualquer um deles o uso da carga horária disponível passa por uma questão de

estabelecimento de prioridades e de objetivos educacionais, ou seja, a adequação será sempre possível, é preciso apenas que se tenha em mente quais resultados são esperados.

Quanto à utilidade do livro, acreditamos que ele sempre será uma ótima ferramenta em qualquer disciplina, mesmo os *e-books*. Neste caso, inclusive, não utilizamos o papel e algumas árvores continuaram de pé. Ele sempre permitirá ao professor diversificar suas formas de apresentação de um tópico. Pode-se apresentar uma questão social importante através do texto, relacioná-la ao conteúdo didático e (introduzir o conteúdo didático que se deseja para), depois de ensinar tal conteúdo, voltar-se à questão inicial com outro olhar.

A flexibilidade do texto paradidático, que não necessita obedecer a uma sequência didática rígida, permite ao autor a criação de textos mais próximos do aluno de sua realidade. Acreditamos que a forma utilizada com o segundo grupo de alunos (divisão em grupos e apresentação) é muito interessante. A partir da leitura os alunos buscaram informações em outras fontes e discutiram seus pontos de vista com os colegas. Esta, entretanto, não é a única forma (muito menos a melhor). O professor, além de refletir sobre a melhor forma de utilização de qualquer ferramenta educacional, poderá criar as suas e, através delas, educar mais e melhor.

VII- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR Jr. Orlando. O Planejar o ensino considerando a perspectiva da aprendizagem: uma análise de abordagens didáticas na introdução à física térmica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. São Paulo, SP, v. 19, n. 2, p. 219-241, ago-2002.

ALVES, Maria de F. Da repetição para a aprendizagem: desenvolvimento cognitivo por meio da interação. **Veredas On-line – Ensino**, Juiz de Fora, MG, PPG/Linguística/UFJF, p. 41-57, 2007.

ARAUJO, Mauro S. T.; SANTOS, Cristina C. Contextualização de aspectos de educação ambiental utilizando um livro paradidático no ensino fundamental. Rio de Janeiro, RJ, Trabalho apresentado no XVI SNEF, jan/2005.

ASSIS, Alice.; TEIXEIRA, Odete P. B. Contribuições e dificuldades relativas à utilização de um texto paradidático em aulas de Física. Jaboticatubas, MG, trabalho apresentado no IX EPEF, out/2004.

BAÑAS, Carlos; MELLADO, Vicente; RUIZ, Constantino. Los libros de texto y las ideas alternativa sobre la energia del alumnado de primer ciclo de educación secundaria obligatoria. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 21, n. 3, p. 296-312, dez-2004.

BARBOSA, J. P. V.; BORGES A. T., O entendimento dos estudantes sobre energia no início do ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 23, n. 2, p. 182-217, ago-2006.

BENJAMIM, Alice A.; TEIXEIRA, Odete P. B. Análise do uso de um texto paradidático sobre energia e meio ambiente. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 23, p. 74-82, mar. 2001.

BERNAL, J. D. **Ciência na história**, Lisboa, v. VII, Ed. Livros Horizonte, 1969.

BOCK, Ana Maria. Psicologias. **Uma introdução ao estudo de psicologia**. São Paulo: Saraiva, 1989. p. 50-57. em: <http://www.ufrgs.br/faced/slomp/edu01135/gestalt.htm>.

BRASIL. (1999) Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio** – MEC/SEMTEC. BRASÍLIA: MEC.

CINDRA, José L.; TEIXEIRA, Odete P. B. A evolução das idéias relacionadas aos fenômenos térmicos e elétricos: algumas similaridades. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 22, n. 3, p. 379-399, dez-2005.

CINDRA, José L.; TEIXEIRA, Odete P. B. Discussão conceitual para o equilíbrio térmico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 21, p. 176-193, ago. 2004.

DANIELS, Harry. **Vygotsky e a pedagogia**. São Paulo: Loyola, 2003.

DEL-MASSO, Maria C., S. **Vygotsky e a ciência cognitiva**: a importância dos fatores culturais no processo de aprendizagem. Disponível em: www.uenf.br/publicacoes/anais3.2005, Rio de Janeiro, RJ.

DIAS, Maria G. B. B. O desenvolvimento das competências que nos permite conhecer. **Eixos cognitivos do ENEM**, Ministério da Educação e Cultura, INEP, Brasília, DF, 2007.

DOMÉNECH, J. L.; GIL-PÉREZ, D.; GRAS, A.; GUISASOLA, J.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J.; SALINAS, J.; TRUMPER, R.; VALDÉS, P. La enseñanza de la energía: una propuesta de debate para un replanteamiento global. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 20, n. 3, p. 285-311, dez-2003.

DOMINGUES, José L.; TOSCHI, Nirza S.; OLIVEIRA, João F. A reforma do ensino médio: a nova formulação curricular e a realidade da escola pública. **Educação & Sociedade**, Campinas, SP, n. 70, p. 63-79, abr. 2000.

FERREIRA, Aurélio B. H.. **Novo dicionário da língua portuguesa**. 2. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.

GRINGS, Edi T. O.; CABALLERO, Concesa; MOREIRA, Marco A. Possíveis indicadores de invariantes operatórios apresentados por estudantes em conceitos de termodinâmica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 28, n. 4, p. 463-471, 2006.

HOUAISS, Antônio. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001. (Instituto Antônio Houaiss)

HÜLSENDEGER, Margarete Jesusa Varela Centeno. A história da ciência no ensino da termodinâmica: um outro olhar sobre o ensino da física. Ensaio. **Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, MG, v. 9, p. 2, dez/2007.

JOBIM E SOUZA, Solange. **Infância e linguagem**: Bakhtin, Vygotsky e Benjamim. 8. ed. Campinas: Papirus, 2004.

KUENZER, Acácia Z. O ensino médio agora é para a vida: entre o pretendido, o dito e o feito. **Educação & Sociedade**, Campinas, SP, n. 70, p. 15-40, abr. 2000.

LABURU, Carlos E.; ARRUDA, Sérgio M.; NARDI, Roberto. Pluralismo metodológico no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, Campinas, SP, v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003.

LIBÂNEO, José C.; OLIVEIRA, João F.; TOSCHI, Mariza S. **Educação Escolar**: políticas, estrutura e organização. São Paulo: Cortez, 2003.

LIBÂNEO, José C.. A aprendizagem escolar e a formação de professores na perspectiva da psicologia histórico-cultural e da teoria da atividade. **Revista Educar**, Curitiba, PR, Ed. UFPR, n. 24, 2004, p. 113-147.

LIBÂNEO, José C., A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a Teoria Histórico-cultural da Atividade e a contribuição de Vasili Davydov. **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, SP, n. 27, p. 5-24, set/out/nov/dez/2004.

LIMA, M. C. B.; CARVALHO, A. M. P. Linguagem no ensino de Física na escola fundamental. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 20, n. 1, p. 86-97, abr-2003.

LOPES, Alice C.. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e a submissão ao mundo produtivo: o caso do conceito de contextualização. **Educação & Sociedade**, Campinas, SP, v. 23, n. 80, p. 389-403, set. 2002.

LOPES, Alice C. Políticas curriculares: continuidade ou mudança de rumos? **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, SP, n. 26, p. 109-183, mai/jun/jul/ago, 2004.

LURIA, Alexander R. **Desenvolvimento cognitivo**. 4. ed. São Paulo: Ícone, 2005.

MARINS, F. R.; GUARNIERI, R. A.; PEREIRA E. B. O aproveitamento da energia eólica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São José dos Campos, SP, v. 30, n. 1, 1304, p. 1-13, 2008.

MARTINS, João C. **Vygotsky e o papel das interações sociais na sala de aula. reconhecer e desvendar o mundo**. São Paulo, FDE, 1997.

MARX, K.; ENGELS, F. **A ideologia alemã**. São Paulo: Hucitec, 1999.

MARX, K. **O 18 brumário e cartas a Kugelmann**. 3.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977.

MATTOS Cristiano; DRUMMOND Ana V. N. Sensação térmica: uma abordagem interdisciplinar. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 21, n. 1, p. 7-34, abr-2004.

MORATO, Edwiges M. Vygotsky e a perspectiva enunciativa da relação entre linguagem, cognição e mundo social. **Educação & Sociedade**, Campinas, SP , n. 71, p. 149-165, jul. 2000.

MOURA, Mayra P. O desenvolvimento do pensamento: um estudo sobre formação de conceitos com jovens e adultos em processo de escolarização. Trabalho apresentado na reunião anual da ANPED, 2000. Disponível em www.vicentirisi.googlepages.com.

NISKIER, Arnaldo. **LDB: a nova lei da educação**. Rio de Janeiro: Consultor, 1997.

OLIVEIRA, Marta K. **Vygotsky. Aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico**. São Paulo: Scipione, 2004.

ONU, Situação da população mundial – UNFPA, 2003, disponível em: http://www.onu-brasil.org.br/documentos_estudos.php.

PALANGANA, Isilda C. **Desenvolvimento e aprendizagem em Piaget e Vygotsky: a relevância do social**. Summus Editorial, 2001, São Paulo, SP.

PENA, Fábio L. A. Qual a influência dos PCNEM sobre o uso da abordagem histórica nas aulas de Física? **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP , v. 29, n. 4, p. 517-518, 2007.

PIETROCOLA, Maurício. Reformulação curricular dos cursos de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Editorial, São Paulo SP, v. 24, n. 3, set. 2002.

PIETROCOLA, Maurício (org.). Construção e realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo. **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**. Florianópolis: UFSC, 2005

PINHEIRO, Nilcéia A. M.; SILVEIRA, Rosemari M. C. F.; BAZZO, Walter A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, Campinas, SP, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

PINO, Angel S. O social e o cultural na obra de Vygotsky. **Educação & Sociedade**, Campinas, SP, n. 71, p. 45-78, jul. 2000.

PRAIA, João; GIL-PÉREZ, Daniel; VILCHES, Amparo. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação**, Bauru, SP, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

RATNER, Carl. **A psicologia sócio-histórica de Vygotsky: aplicações contemporâneas**. Ed. São Paulo: Artmed, 2002.

Revista Ciência Hoje – As hidrelétricas e o aquecimento global - jan-fev/2008 SBPC, São Paulo, SP.

RICARDO, Élio C. Implementação dos PCN em sala de aula: dificuldades e possibilidades. **Revista Física na Escola**, São Paulo SP, v. 4, n. 1, 2003.

RODRIGUES, Rosicler M. Paradidático e educação: uma convivência informal – livros paradidáticos de divulgação científica ajudam a ampliar e sedimentar o conhecimento. **Comunicação & Educação**, São Paulo, SP, n. 7, p. 79-84, set/dez-1996.

SÁNCHEZ VÁZQUEZ, Adolfo. **Ética**. 3.ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978.

SARTORELI, J. C.; HOSOUME, Y.; YOSHIMURA, E. M. A lei de resfriamento de Newton: introdução às medidas em Física – parte II. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 21, n. 1, p. 116-121, mar-1999.

SKINNER, B. F. **Sobre o Behaviorismo**. São Paulo: Cultrix, 1974. p. 7-11. Introdução. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/faced/slomp/edu01135/gestalt.htm>

SMOLKA, Ana L. B.; GÓES, Maria C. R. **A linguagem e o outro no espaço escolar: Vygotsky e a construção do conhecimento**. São Paulo: Papirus, 2003.

TEIXEIRA, Leny R. M. A noção de competência: uma visão construtivista. **Eixos cognitivos do ENEM**, Ministério da Educação e Cultura, INEP, Brasília, DF, 2007.

TEIXEIRA, Paulo M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S. no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, SP, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.

VAN DER VEER, René v. d., VALSINER, Jaan. **Vygotsky**. uma síntese. 5. ed. São Paulo: Loyola, 2006.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem..** São Paulo: Martins Fontes, 2005.

VYGOTSKY, Lev. S.; LURIA, Alexander. R.; LEONTIEV, Alex. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem.** 8. ed. São Paulo: Ícone, 2006.

WESTPHAL, Murilo.; PINHEIRO, Thais C.; TEIXEIRA, Cristiano S. PCN-EM: contextualização ou recontextualização. **XVI SNEF.** Disponível em: http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/comunicacoes_orais_a06_01.html.

XAVIER, M. E. R.; KER, A. S. Análise do efeito estufa em estudos paradidáticos e periódicos jornalísticos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, São Paulo, SP, V. 21, n. 3, p. 325-349, dez-2004.

ZANELLA, Andréa V. Atividade, significação e constituição do sujeito: considerações à luz da psicologia histórico-cultural. **Psicologia em Estudo**, Maringá, PR, v. 9, n. 1, p. 127-137, 2004.

ZANOTELLO, Marcelo; ALMEIDA, Maria J. P. M. Produção de sentidos e possibilidades de mediação na Física do ensino médio: leitura de um livro sobre Isaac Newton. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 29, n. 3, p. 437-446, 2007.