

João Pessoa - Número Quatro - Agosto de 2002

Utilização dos preceitos da teoria da atividade: a História da Ciência como instrumento na construção de conceitos físicos

Silvia Cristina Teodoro Covolan

Mestranda pela Faculdade de Educação - UNICAMP

1 - Introdução

A grande dificuldade que permeia o Ensino de Ciência, especificamente, o Ensino de Física, provém da passividade e apatia diante da complexidade que envolve tal disciplina, uma vez que, ao tratarmos de forma simplificada um corpo de conhecimento tão intrincado, permite-se fazer com que ele se torne incompreensível aos alunos (Robilotta, 1988).

Em geral, os docentes estão mais preocupados com a transmissão dos "produtos" da Ciência, isto é, "o que sabemos" ao invés de "como sabemos". Assim, nem apenas a ênfase no processo, nem o estudo dos produtos da Ciência podem proporcionar uma visão adequada da construção do conhecimento sem a incorporação de instrumentos como a História da Ciência (Monk & Osborne, 1998).

Com base no exposto, o presente artigo tem como finalidade mostrar que a História da Ciência constitui-se num importante artefato, capaz de mediar a realidade em que se encontra o indivíduo, com as construções conceituais que elabora a partir do seu contato com determinado conhecimento científico.

2 - A Teoria da Atividade

A Teoria da Atividade é uma corrente psicológica inspirada nos trabalhos do psicólogo russo Lev Semionovich Vygotsky (1896 - 1934).

Vivendo na Rússia pós-revolucionária, Vygotsky fazia parte de um grupo de estudiosos que, trabalhando num ambiente de grande efervescência intelectual, buscava novos caminhos para a sociedade que surgia, através da união entre a produção científica e o regime social recém implantado. Vygotsky e seus colaboradores, entre eles Alexei Leontiev, buscavam mais especificamente uma nova psicologia que superasse as tendências do início do século (psicologia enquanto ciência natural ou como ciência da mente), na qual o homem pudesse ser abordado "*enquanto corpo e mente, enquanto ser biológico e ser social, enquanto membro da espécie humana e participante de um processo histórico*" (Oliveira, 1997, p.23).

É importante salientar que Vygotsky recebeu influências do marxismo e que seu pensamento reveste-se dessa teoria como pano de fundo. Desse modo, acredita que a gênese da consciência está nas relações que o homem mantém com o mundo e com sua cultura (sócio-gênese).

Tomando como base o referencial marxista, Vygotsky interessou-se fundamentalmente por enfatizar o papel da interação social ao longo do desenvolvimento do homem. Isso significa que o homem é herdeiro de toda a

evolução filogenética (espécie) e cultural e seu desenvolvimento dar-se-á em função de características do meio social em que vive. Baseado neste pensamento surge o termo sócio-cultural ou histórico atribuído nesta teoria.

A principal preocupação de Vygotsky foi investigar as **funções psicológicas superiores**, que segundo ele, caracterizam o funcionamento psicológico essencialmente humano. Essas funções foram definidas como sendo: **as ações conscientemente controladas, a atenção voluntária, a memória ativa, o pensamento abstrato** e finalmente **o comportamento intencional**.

As funções em questão são chamadas "superiores" por se diferenciarem de mecanismos mais rudimentares como ações puramente reflexas e automatizadas, como por exemplo, a sucção do bico da mamadeira pelo bebê, ou mesmo o ato de movimentar a cabeça na direção de um barulho inesperado.

Vygotsky considera que as estruturas biológicas fornecem suporte para as estruturas psicológicas se formarem e se constituírem, uma vez que essas são frutos da atividade cerebral. Entende assim que o desenvolvimento humano está ligado à **plasticidade** de seu sistema nervoso, ou seja, à sua capacidade de adaptação em diferentes ambientes. Portanto, o desenvolvimento humano está associado à história da espécie, à história do indivíduo e como esta última é construída dentro da sua cultura.

O referencial sócio-histórico apresenta uma nova maneira de entender a relação entre sujeito e objeto no processo de construção do conhecimento. No contexto da Teoria da Atividade, a atividade humana assume o significado de mundo objetivo motivada por um desejo, e que resulta em alguma transformação do mundo e do sujeito que a realiza.

Um dos princípios da Teoria da atividade, é o de que as relações humanas com o mundo não são diretas, mas sim mediadas:

"(...) mediação em termos genéricos, é o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação (...)." (Oliveira, 1997, p. 26)

Dessa forma, Vygotsky definiu duas espécies de elementos mediadores, conhecidos também como sistemas simbólicos: os **instrumentos** e os **signos**.

*"O **instrumento** é um elemento interposto entre o trabalhador e o objeto do seu trabalho, ampliando as possibilidades de transformação da natureza." (Oliveira, 1997, p. 29)*

Os signos, por sua vez, são vistos como meios auxiliares no controle das ações psicológicas. Assim:

"O signo age como um instrumento da atividade psicológica de maneira análoga ao papel de um instrumento no trabalho." (Oliveira, 1997, p. 30)

Vygotsky aponta para a importância da linguagem como instrumento do pensamento, afirmando que a função planejadora da fala introduz mudanças qualitativas na forma de cognição da criança, reestruturando diversas funções psicológicas como a memória, a atenção voluntária, a formação de conceitos, etc.

A linguagem é uma ferramenta de extrema relevância, pois age na estrutura do pensamento e é fundamentalmente básica para a construção do conhecimento. Podemos dizer que a linguagem é uma ferramenta, uma vez que atua para

modificar o desenvolvimento e a estrutura das funções psicológicas superiores.

De acordo com Leontiev, existem três níveis de análise para a teoria da atividade humana: **atividade**, **ações** e **operações**. A **atividade** está diretamente associada à motivação, que surge na tentativa de se alcançar determinado desejo, que está necessariamente ligado ao mundo objetivo. Seguindo esta motivação, o indivíduo precisa realizar **ações**, que seriam planejamentos conscientes, que permitiriam o sujeito satisfazer o seu desejo. Estas ações estão relacionadas a objetivos/metapas. Uma vez definidos os objetivos/metapas conscientes, as condições externas vão determinar o conjunto de "passos" que deverão ser realizados no sentido de atingir o que foi proposto. Estes passos são as **operações**. Assim, podemos dizer que, uma ação é constituída de uma ou várias operações, do mesmo modo que uma atividade pode estar associada a várias ações diferentes, ou ainda, que uma ação pode ser útil a diferentes atividades.

Outro conceito trabalhado na Teoria da Atividade é o conceito de **internalização**. O sujeito do conhecimento para Vygotsky, não é apenas passivo, regulado por forças externas que o vão moldando, e nem somente ativo, regulado por forças internas, mas sim *interativo*. Isso significa dizer que é na troca com outros sujeitos e consigo próprio que vão se **internalizando** conhecimentos, papéis e funções sociais, o que permite a construção do conhecimento e da própria consciência. Trata-se de um processo que caminha do plano social - *relações interpessoais ou intersíquicas* - para o plano individual - *relações intrapessoais ou intrapsíquicas*.

Em seus trabalhos, Vygotsky deu grande ênfase às relações de aprendizado e desenvolvimento cognitivo. É relevante inicialmente esclarecer que devido à importância dada aos processos sócio-históricos, Vygotsky usa o termo **aprendizado** para designar a via pela qual o indivíduo adquire atitudes, conhecimentos, habilidades, entre outros, tendo como ponto de partida a sua interação com o ambiente e com outros sujeitos.

"(...) a idéia de aprendizado inclui a interdependência dos indivíduos envolvidos no processo (...) incluindo sempre aquele que aprende e aquele que ensina e a relação entre essas pessoas." (Oliveira, 1997, p. 57)

A essência da hipótese estabelecida por Vygotsky é a de que o aprendizado precede o **desenvolvimento**, ou seja, a interação entre sujeitos e a interiorização das formas culturalmente estabelecidas de funcionamento psicológico irão fornecer a matéria-prima para o desenvolvimento do indivíduo. Portanto, a gênese do desenvolvimento do ser ocorre "de fora para dentro" ou ainda "do social para o individual" (sócio-gênese).

Nesse contexto, surge o conceito de **Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP)**, que é definido como sendo a distância entre o desenvolvimento atual determinado pela resolução independente de problemas e tarefas (*nível de desenvolvimento real*) e um nível mais elevado, conhecido como *nível de desenvolvimento potencial*, determinado através da resolução de problemas sob a orientação de adultos ou em colaboração com pares mais capazes. Desse modo a zona de desenvolvimento proximal, refere-se ao caminho que o sujeito vai percorrer para desenvolver funções que estão em estado embrionário, ou seja, em processo de amadurecimento e que se tornarão funções consolidadas.

Podemos afirmar, que o aprendizado é o responsável por criar a zona de desenvolvimento proximal, na medida em que, na interação com outras pessoas, a criança é capaz de colocar em movimento vários processos de desenvolvimento que, sem ajuda externa, seriam impossíveis de ocorrer. Esses processos se internalizam e passam a fazer parte do desenvolvimento individual. É por isso que

Vygotsky afirma que "aquilo que é a zona de desenvolvimento proximal hoje, será o nível de desenvolvimento real amanhã - ou seja, aquilo que uma criança pode fazer com assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã" (Vygotsky, 1998).

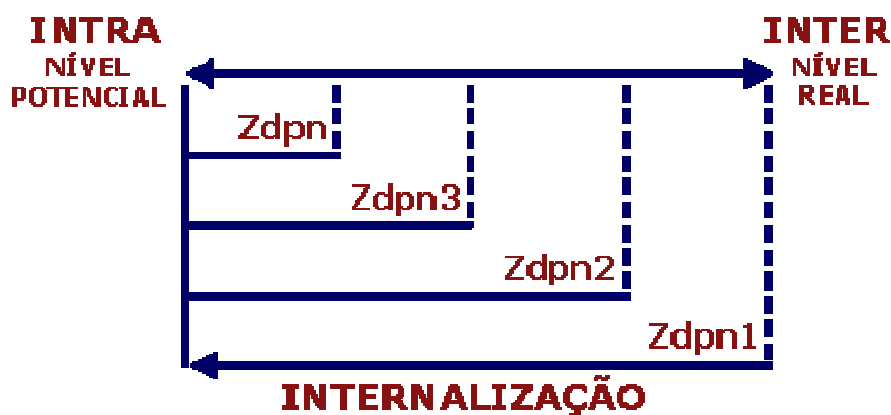


Fig. 1 - Podemos exemplificar a figura imaginando a seguinte situação:
 A criança entra em contato com um novo conceito, abrindo assim para ela uma ZDP (ZDP 1). Situações mediadas pelo professor e pelos colegas de classe (relações intersíquicas) permitirão que ela vá gradualmente adquirindo domínio sobre aquele conceito, (assim, a ZDP vai se estreitando) até que o conteúdo se internalize e a criança passe a trabalhar com ele de forma autônoma (relação intrapsíquica).

Muito embora a aprendizagem que ocorre antes da chegada da criança à escola seja significativa, Vygotsky atribui um valor considerável à aprendizagem escolar e entende que ela é capaz de produzir algo fundamentalmente novo no desenvolvimento da criança. No entanto, a escola somente desempenhará com sucesso o seu papel na ação pedagógica, se a partir daquilo que conhece sobre o seu aluno (*nível de desenvolvimento real*), dirigir o ensino para níveis intelectuais ainda não totalmente incorporados por ele (*nível de desenvolvimento potencial*). Sendo assim:

"O professor tem o papel explícito de interferir na zona de desenvolvimento proximal dos alunos provocando avanços que não ocorreriam espontaneamente. O único bom ensino, afirma Vygotsky, é aquele que se adianta ao desenvolvimento." (Oliveira, 1997, p. 62)

3 - A História da Ciência como Instrumento Mediador da Aprendizagem

Vimos na introdução deste artigo, que ensinar física é um processo complexo, sobretudo quando o conhecimento é tratado como uma seqüência linear natural e não uma construção intrincada e cheia de reviravoltas históricas. Na tentativa de desmistificar a evolução dos conceitos científicos, bem como contribuir para uma mudança de postura diante dos conteúdos, a História da Ciência no Ensino de Ciências adquire um papel muito importante:

"Encarar a ciência como um produto acabado confere ao conhecimento científico uma falsa simplicidade que se revela cada vez mais como uma barreira a qualquer construção, uma vez que contribui para a formação de uma atitude ingênua frente à ciência. Ao encararmos os conteúdos da ciência como óbvios, as diversas redes de construção edificadas para dar suporte a teorias sofisticadas apresentam-se como algo natural, portanto, de compreensão imediata." (Robilotta, 1988)

No que diz respeito à utilização da História da Ciência como ferramenta para promover a construção dos conhecimentos científicos em classe, pesquisadores em ensino de Física estão certos de sua importância até mesmo porque estudos têm apontado uma semelhança, ainda que muito localizada, entre as concepções alternativas dos estudantes e os modelos científicos que foram dominantes em determinado período histórico nos diversos campos do conhecimento (Driver & Easley, 1978; Mc Dermott, 1984; Perez & Carrascosa, 1985; Sanmarti, N. & Casadella, J. 1987).

De acordo com Castro e Carvalho (1995), a utilização da história do conhecimento científico se faz na tentativa de transformar a visão de ciência estática, obscura, em algo que se aproxime das capacidades cognitivas dos estudantes.

"Quando um aluno (...) discute de onde vieram certas idéias, como evoluíram para chegar onde estão ou mesmo questiona os caminhos que geraram tal evolução, de certa forma ele nos dá indícios de que reconhece tais conceitos como objeto de construção e não como conhecimentos revelados ou meramente passíveis de transmissão." (Castro e Carvalho, 1992)

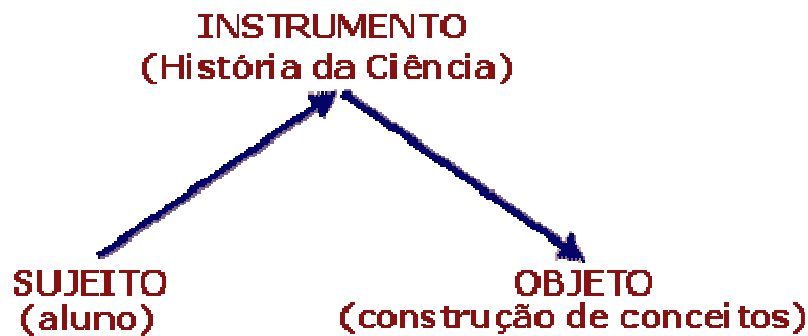
Desse modo, o estudo das idéias científicas em seu contexto original da descoberta, ajudará a desenvolver o entendimento conceitual dos indivíduos, pois além de fornecer paralelos com as próprias visões desses sujeitos, oferece subsídios para que as próprias concepções científicas vigentes sejam analisadas de forma crítica (Monk & Osborne, 1998).

Carvalho e Barros (1998) destacam que *"ignorar a dimensão histórica da Ciência reforça uma visão distorcida e fragmentada da atividade científica, pois ao desprezar o papel do pensamento divergente e de opiniões conflitantes no processo de construção do conhecimento científico, estamos subestimando a criatividade do trabalho científico"*.

Sendo o conhecimento científico construído ao longo do tempo, o enfoque histórico permite reconhecer a Ciência como sendo uma atividade humana envolvendo componentes sociais, políticos e econômicos (Castro, 1992).

Assim sendo, o que se pretende com a utilização da História da Ciência, não é trabalhar com os educandos, apenas "curiosidades", mostrando uma história composta por uma infinidade de "gênios" que criaram teorias da noite para o dia, sem o mínimo esforço, mas sim, *"acabar com a repetição de informações que não podem ser compreendidas pelo aluno e começar a estabelecer estratégias e os conteúdos que permitam ao aluno realizar um trabalho cognitivo e poder superar seus obstáculos da aprendizagem"* (Gagliardi, 1988).

No contexto da Teoria da Atividade, a História da Ciência aparece como sendo o instrumento mediador, capaz de fornecer ao indivíduo, elementos auxiliares no seu processo de elaboração conceitual. Esquemáticamente, temos que:



É importante assinalar que o papel do professor a partir desta concepção, também é o de um "mediador", onde ele deixa de ser aquele que se coloca no centro do processo, que "ensina" para que os alunos passivamente aprendam. O docente de Ciências (neste caso, de Física), passa a ser aquele que irá propor desafios aos seus alunos ajudando-os a resolvê-los, realizando com eles ou proporcionando atividades em grupo em que aqueles que estiverem mais adiantados poderão cooperar com os demais.

As atividades poderão ser elaboradas, tomando-se como ponto de partida textos de História da Ciência que promovam discussões acerca da evolução de determinado conceito. O professor, como orientador, pode previamente organizar um roteiro de questões a serem discutidas, incluindo inicialmente, pontos em que a própria concepção prévia do estudante sobre o assunto apareça no debate, a fim de verificar se ao final dos trabalhos, o aluno internaliza, isto é reelabora o conceito cientificamente correto.

Assim, a organização das experiências de aprendizagem deve considerar o quanto de colaboração o aluno ainda necessita para chegar a produzir determinadas atividades de forma independente. Desta forma o professor poderá avaliar, durante o processo, não somente o nível das propostas que estão sendo feitas, mas, sobretudo o *nível de desenvolvimento real* do aluno - revelado através da produção independente - bem como o seu *nível de desenvolvimento potencial* - onde ele ainda necessita de ajuda. Chega-se assim, a um conhecimento muito maior da realidade do estudante, havendo condições de prever o quanto de auxílio ele ainda necessita, e como se deve orientar o planejamento a fim de apoiar este aluno.

*"O desenvolvimento da espécie humana e do indivíduo dessa espécie está, pois baseado no **aprendizado** que, para Vygotsky, sempre envolve a interferência, direta ou indireta, de outros indivíduos e a reconstrução pessoal da experiência e dos significados."* (Oliveira, 1997, p. 79)

Finalmente, dentro da concepção vygotskyana, o indivíduo é visto como um ser em constante desenvolvimento, em constante transformação e seu ambiente cultural é parte essencial de sua própria constituição enquanto pessoa.

4 - Referências Bibliográficas

- CARVALHO, A.M.P. e BARROS, M.A. *A História da Ciência iluminando o Ensino de Visão*. **Revista Ciência & Educação**, vol. 5, n. 1, 1998, p. 83-94.
- CASTRO R. S. e CARVALHO, A. M. P. *História da Ciência: como usá-la num curso de segundo grau*. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol. 9, n. 3, 1992, p. 225-237.
- _____ . *The historic approach in teaching: analysis of an experience*. **Science Education**, n. 4, 1995, p. 65-85.
- DRIVER, R. & EASLEY, J. *Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students*. **Studies in Science Education**, n. 5, 1978, p. 61-84.
- GAGLIARDI, R. *Como utilizar la história de las ciencias em enseñanza de Las ciencias*. **Enseñanza de Las Ciencias**, vol. 9, n. 1, 1998, p. 291-296.

- McDERMOTT, L. C. *Research in conceptual understanding of mechanics*. **Physics Today**, n. 37, 1984, p. 23-32.
- PEREZ, D. Gil & CARRACOSA, J. *Science learning as a conceptual and methodological change*. **European Journal of Science Education**, vol. 7, n. 3, 1985, p. 231-236.
- ROBILOTTA, M. R. *O cinza, o branco e o preto: da relevância da História da Ciência no ensino de Física*. **Caderno Catarinense de Física**, n. 5, 1988, p. 7-22.
- SANMARTI, N. & CASADELLA, J. *Semejanzas y diferencias entre las concepciones infantiles y la evolución histórica de las Ciencias: el ejemplo del concepto de fuerza y especialmente del de fuerza de gravedad*. **Enseñanza de Las Ciencias**, vol. 5, n. 1, 1987, p. 53-58.
- OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky: aprendizagem e desenvolvimento: um processo sócio-histórico**. 4. ed. São Paulo: Scipione, 1997.
- VYGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R. & LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: Edusp, 1988.

RESUMO
UTILIZAÇÃO DOS PRECEITOS DA TEORIA DA ATIVIDADE:
A HISTÓRIA DA CIÊNCIA COMO INSTRUMENTO
NA CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS FÍSICOS

Este artigo pretende discutir a possibilidade de utilização de alguns preceitos da Teoria da Atividade na construção de conceitos físicos, tendo como ponto de partida, a História da Ciência. Primeiramente, destacaremos alguns pressupostos da Teoria da Atividade e na seqüência, serão apresentadas algumas justificativas que apontam a História da Ciência, como uma importante ferramenta no Ensino de Ciências.

Palavras-Chave: Teoria da Atividade; Física; Ciências; Ensino; Aprendizagem.

ABSTRACT
USE OF THE PRECEPTS OF THE ACTIVITY'S THEORY:
THE SCIENCE HISTORY AS INSTRUMENT
IN THE CONSTRUCTION OF PHYSICAL CONCEPTS

This article intends to discuss the use of some precepts of the Activity's Theory in the construction of physical concepts, tends as starting point the Science History. Firstly, we will highlight some presuppositions of the Activity's Theory and, in the sequence, will be presented some indicatives points that aim the Science History as an important tool in the Teaching of Sciences.

Keywords: Activity's Theory; Physics; Sciences; Teaching; Learning.