

A TEORIA ANTROPOLÓGICA DO DIDÁTICO: POSSIBILIDADES DE CONTRIBUIÇÃO AO ENSINO DE FÍSICA

THE ANTHROPOLOGICAL THEORY OF DIDACTICS:
POSSIBILITIES OF CONTRIBUTION TO THE TEACHING OF PHYSICS

***Rodrigo Claudino Diogo¹
Alexandre de Souza Osório², Danise Regina Rodrigues da Silva³**

¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/Programa de Pós-graduação em Educação, rdiogo@gmail.com

²Colégio Salesiano Dom Bosco, biosala@hotmail.com

³Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/Programa de Pós-graduação em Educação,
daniseregina@yahoo.com.br

Resumo

Este artigo apresenta os principais componentes estruturais e funcionais da Teoria Antropológica do Didático (TAD), proposta por Yves Chevallard, tendo como objetivos: a) situar os elementos de uma organização praxeológica na Física, por meio da análise de uma atividade típica do ensino de Física, e b) exemplificar a teoria dos momentos didáticos a partir da análise de proposta de uma situação-problema em Física. Este estudo demonstra a possibilidade de situar o modelo de organização praxeológica na Física - originando uma organização física, e que, a teoria dos momentos didáticos pode ser utilizada como ferramenta de pesquisa e análise de atividades propostas em livros didáticos, tais como as situações-problema. A análise feita permite considerar a TAD como uma nova possibilidade teórica para análise de livros didáticos e de propostas de atividades, além de poder contribuir para o planejamento e condução de aulas de Física.

Palavras-chave: teoria antropológica do didático, praxeologia, ensino de Física.

Abstract

This article presents the most important structural and functional components of the Anthropologic Theory of Didactic (ATD) proposed by Yves Chevallard. Its purpose is to check the possibility of placing the elements of the praxeological organization in Physics, and to illustrate the didactical moments theory from the analysis of proposal of a problem-situation in Physics. This study demonstrates the possibility of placing the praxeological organization model in Physics - giving rise to a physical organization, and also showing that the didactical moments theory can be used as tool of research and analysis of activities proposals in didactic books, such as the problem-situation. The done analysis allows to consider the TAD as a new theoretical possibility for analysis of didactic books and proposals of activities, beyond being able to contribute for the planning and conduction of lessons of Physics.

Keywords: Anthropological Theory of Didactics, praxeology, teaching of physics.

* Bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq.

INTRODUÇÃO

Historicamente, várias teorias originárias da área de Educação Matemática, tais como: *a teoria da transposição didática* (vide: RODRIGUES; GURGEL; PIETROCOLA, 2005; BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2005), *a teoria do contrato didático* (vide: RICARDO; SLONGO; PIETROCOLA, 2003), *a teoria das situações didáticas* (vide: PIUBÉLI; GOBARA, 2004) e *a teoria dos campos conceituais* (vide: CRUZ; REZENDE JUNIOR; SOUZA CRUZ, 2005), são utilizadas como referenciais na pesquisa sobre ensino de Física. Apesar dos diferentes focos destas teorias, todas auxiliam pesquisadores e professores na análise e compreensão de fenômenos presentes em uma situação de ensino e aprendizagem.

Recentemente, uma nova teoria tem sido utilizada em pesquisas na área da Educação Matemática: a Teoria Antropológica do Didático (TAD). O contato inicial com esta teoria ocorreu durante as aulas de *Teorias Cognitivas em Ciências e Matemática*, do curso de Mestrado em Educação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Após o estudo dos conceitos fundamentais da teoria, surgiu a seguinte questão: 1) Seria a TAD aplicável ao ensino de Física, ou estaria restrita à Educação Matemática?

FUNDAMENTOS DA TEORIA ANTROPOLÓGICA DO DIDÁTICO

A TAD leva em conta dois aspectos complementares da atividade humana: o aspecto estrutural, descrito em termos de praxeologias e o aspecto funcional, que pode ser analisado por meio da teoria dos momentos didáticos.

O ASPECTO ESTRUTURAL

A teoria antropológica do didático (TAD) foi desenvolvida, inicialmente, no âmbito da didática da Matemática. Entretanto, ao admitir como postulado básico a existência de um modelo único - a praxeologia, segundo o qual se pode descrever toda atividade humana que seja regularmente realizada (CHEVALLARD, 1999), a TAD pode ser estendida a outras atividades humanas e áreas do conhecimento, como a Física, a Química e a Biologia, entre outras. Segundo Chevallard, Bosch e Gascón (2001, p. 251, grifos nossos):

Na atividade matemática, como em qualquer outra atividade, existem duas partes, que não podem viver uma sem a outra. De um lado estão as tarefas e as técnicas e, de outro, as tecnologias e teorias. A primeira parte é o que podemos chamar de “prática”, ou em grego, a **práxis**. A segunda é composta por elementos que permitem justificar e entender o que é feito, é o âmbito do discurso fundamentado – implícito ou explícito – sobre a prática, que os gregos chamam de **logos**.

Estes dois blocos interdependentes e inseparáveis: um bloco da “prática” - a *práxis*, e um bloco do “saber” - o *logos*, constituem a praxeologia (CHEVALLARD; BOSCH; GÁSCON, 2001). Para que uma praxeologia seja especificada é necessária a compreensão de alguns conceitos fundamentais: tipo de tarefa, tarefa, técnica, tecnologia e teoria (CHEVALLARD, 1999). Entretanto, antes de prosseguir, é fundamental que se esclareça o sentido que a TAD confere à palavra “*didático*”. Diferentemente do sentido normalmente conferido pela etimologia, a TAD faz uma equivalência entre didático e estudo:

O *didático* é tudo aquilo que se refere ao estudo. Falaremos de *processos didáticos* toda vez que alguém se veja levado a estudar algo - no nosso caso será a matemática - sozinho

ou com a ajuda de outra(s) pessoa(s). A *aprendizagem* é o efeito buscado pelo estudo. O *ensino* é um *meio* para o estudo, mas não é o único. (CHEVALLARD; BOSCH; GÁSCON, 2001, p. 58, grifos do autor).

A TAD também redefine o sentido da palavra *estudo*, caracterizando como “[...] a idéia de fazer qualquer coisa com o fim de aprender qualquer coisa (“saber”) ou de aprender a fazer qualquer coisa (“saber-fazer”) [...]”. (CHEVALLARD, 1999, tradução nossa¹). Essas novas significações dadas ao *didático* e ao *estudo*, reforçam o caráter cultural da TAD, extrapolando os sentidos “escolares” que normalmente são dados a essas expressões, e evidenciam a possibilidade de uso da TAD em outras atividades humanas. A noção atribuída à *tarefa*, também reflete o sentido antropológico da teoria incluindo apenas as ações que são humanas - não provenientes da natureza (CHEVALLARD, 1999). Além disso, deve ser destacado que a TAD tem seu foco nas atividades de estudo, não se tratando de uma teoria de ensino ou aprendizagem.

Retomando a discussão sobre a praxeologia, tem-se que, na maioria dos casos, determinado tipo de tarefa (T) e suas tarefas (t) correspondentes se expressam por um verbo e seu objeto (CHEVALLARD, 1999). Entretanto, apesar de os conceitos de tipo de tarefa (T) e de tarefas (t) estarem intimamente relacionados eles são diferentes. O tipo de tarefa (T) pode ser considerado uma classe de tarefas que engloba várias tarefas com características comuns, por exemplo:

- Somar números inteiros: a) Tarefa 1: somar $1 + 2$; b) Tarefa 2: somar $40 + 50$; c) Tarefa 3: somar $4 + 2 + 6$;
- Somar números decimais positivos: a) Tarefa 1: somar $1,2 + 1,0006 + 1,3$; b) Tarefa 2: somar $3,1 + 0,50$; c) Tarefa 3: somar $7,2 + 1,80 + 3,33334$.

A relação entre o tipo de tarefa (T) e suas respectivas tarefas ($t_1, t_2, t_3, t_4, \dots, t_n$) pode ser mais facilmente compreendida por meio de uma representação gráfica:

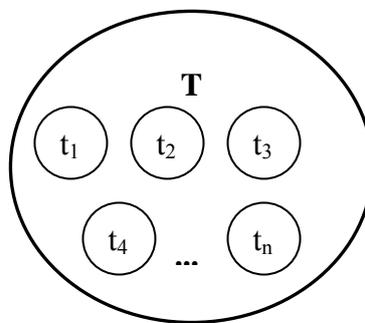


Figura 1: Representação gráfica da relação entre um tipo de tarefa (T) e suas tarefas (t).

Não existe regra para se especificar um tipo de tarefa (T) e suas tarefas (t). Contudo, em um trabalho de pesquisa é fundamental que os tipos de tarefa (T) sejam precisamente definidos, a fim de evitar que uma dada tarefa (t) possa ser enquadrada em mais de um tipo de tarefa (T) e de garantir a existência de pelo menos uma maneira de realizar as tarefas pertencentes a um determinado tipo de tarefa (T). A esta maneira de realizar uma tarefa pertencente a um dado tipo de tarefa (T), dá-se o nome de técnica (τ). Este conjunto, formado pelo tipo de tarefa (T) e a correspondente técnica (τ) corresponde ao bloco da “prática”, à *práxis*, da praxeologia. Vale

¹ Traduzido do espanhol: “[...] la idea de hacer cualquier cosa con el fin de aprender cualquier cosa (“saber”) o de aprender a hacer cualquier cosa (“saber-hacer”) [...]”.

salientar que a técnica (τ) é relativa ao tipo de tarefa (T) (CHEVALLARD, 1999) e não apenas a uma tarefa específica.

Com relação ao bloco do *logos*, o primeiro componente é um discurso racional, denominado tecnologia (θ) que, segundo Chevallard (1999), tem como principais objetivos ou funções:

1. Justificação: garantir que uma dada técnica permita realizar as tarefas $t \in T$;
2. Explicação: tornar inteligível a técnica, expondo porque a técnica é correta;
3. Produção de novas técnicas: a partir de tecnologias que estão associadas a poucas ou a nenhuma técnica.

O outro componente do *logos* é a teoria (Θ). Representa um nível superior de justificação, explicação e produção e desempenha com relação à tecnologia (θ) o mesmo papel que esta tem com relação à técnica (τ) (CHEVALLARD, 1999), podendo ser encarada como a tecnologia da tecnologia (GASCÓN, 2003, p. 16). Unindo-se os componentes da *práxis* e do *logos*, obtém-se a praxeologia - geralmente representada pela notação $[T, \tau, \theta, \Theta]$. As praxeologias também são denominadas *organizações*. Por exemplo, uma praxeologia matemática - que é a modelagem de uma atividade matemática segundo a TAD, também é conhecida como organização matemática (OM) (CHEVALLARD; BOSCH; GÁSCON, 2001). Esta denominação também é adotada neste trabalho, devido à disseminação de seu uso².

Uma das possibilidades de pesquisa a partir do referencial teórico fornecido pela TAD é a determinação de uma praxeologia (CHEVALLARD, 1999), a partir de seus constituintes (tipo de tarefa, técnica(s), tecnologia(s) e teoria(s)). Um esboço dessa análise, a partir de uma atividade de Física, é apresentado logo abaixo. Neste esboço busca-se a constituição de uma praxeologia ou organização física (OF).

Seja o seguinte exercício, comumente encontrado em livros do ensino médio: *Dois automóveis A e B percorrem a mesma reta no mesmo sentido com velocidades $v_a = 15$ m/s e $v_b = 10$ m/s. Num determinado instante, A está 100 m atrás de B. Determine a posição e o instante em que A alcança B.*

Considerando que o exercício proposto é a tarefa (t_1) a ser realizada - no sentido de que é uma atividade a ser realizada, o tipo de tarefa à qual t_1 pertence pode ser modelado como:

- T_1 : determinar a posição e o instante de encontro de dois móveis³ que estão em movimento retilíneo uniforme (linha reta e velocidade constante) em uma mesma direção.

É importante destacar que existe certa subjetividade no processo de identificar a tarefa a ser realizada e o tipo de tarefa em que ela se enquadra. Portanto, para este mesmo exercício outras modelagens são possíveis, tais como:

- Considerar que o exercício é composto de várias tarefas, pertencentes a diferentes tipos de tarefas, necessárias à realização da atividade. Assim, outros tipos de tarefas que podem ser modelados:
 - T_2 : escrever a função horária (posição em função do tempo) de um móvel

² Esta denominação se encontra em vários trabalhos, por exemplo: Chevallard (1999); Gascón (2003) e Gascón; Bosch; Chevallard (2001).

³ Na tarefa em questão, os automóveis desempenham o papel dos móveis.

- T₃: determinar a posição de encontro de dois móveis
- T₄: determinar o instante do encontro de dois móveis
- Considerar um tipo de tarefa mais abrangente:
 - T₅: determinar a posição e o instante de encontro de dois móveis;

A análise feita neste trabalho terá como foco o tipo de tarefa T₁. Uma técnica (τ_1) associada ao tipo de tarefa T₁ consiste em: 1) escrever as funções horárias (posição em função do tempo) dos dois móveis, 2) igualar as funções horárias para determinar o instante do encontro e 3) substituir o valor obtido para o instante do encontro em uma das funções horárias, para obter a posição de encontro. A partir da técnica τ_1 , a resolução seria:

1. Determinar as funções horárias dos automóveis:

Sabendo que a função horária é dada por uma função do tipo: $x(t) = x_0 + vt$, onde $x(t)$ é a posição do objeto num instante t ; x_0 é posição inicial do objeto; v é a velocidade do móvel; e t é a variável independente. Assim:

$$\text{Automóvel A: } x_A = 15t \quad \text{e} \quad \text{Automóvel B: } x_B = 100 + 10t$$

2. Igualar as funções horárias:

$$x_A = x_B \quad \rightarrow \quad 15t = 100 + 10t \quad \rightarrow \quad t = 20s$$

3. Substituir o valor do instante do encontro, para determinar a posição de encontro:

$$\text{Em } x_A \rightarrow x_A = 15 \cdot 20 \rightarrow x_A = 300m$$

\therefore O encontro se dá no instante $t = 20s$, na posição $x = 300m$.

Esta técnica não é a única que pode ser utilizada. Outra técnica (τ_2) que permite resolver as tarefas pertencentes a esse tipo de tarefa consiste em: 1) escrever as funções horárias dos dois móveis, 2) traçar um sistema cartesiano no qual no eixo das ordenadas representa a posição e o eixo das abscissas o tempo, 3) construir o gráfico das duas funções horárias, 4) determinar o ponto de interseção das duas retas, obtendo-se a posição e o instante do encontro. Poderia se pensar em outra técnica (τ_3) para resolver tarefas deste tipo a partir de um programa (software) que desenhe os gráficos das funções horárias e permita determinar visualmente o instante e a posição do encontro. Outras técnicas que permitem a realização deste tipo de tarefa (T₁) poderiam ser elencadas, mas somente a técnica τ_1 será considerada, pois uma análise mais extensa e pormenorizada de todas as técnicas possíveis foge ao contexto deste exemplo.

Na execução da tarefa t_1 é necessária a realização de outras tarefas, tais como: determinar a solução de um sistema de equações, efetuar operações básicas da aritmética etc.. Essas tarefas, que são acionadas no processo de realização da tarefa t_1 , são aqui chamadas de **sub-tarefas**, no sentido de subjacentes à tarefa principal (t_1). Cada uma dessas sub-tarefas possui sua própria praxeologia, e o fracasso na realização de qualquer uma delas pode ocasionar o fracasso na resolução final da tarefa t_1 , quer seja por simplesmente não conseguir obter um resultado para a questão ou obter um resultado que não seja válido. A tecnologia θ_1 , que permite justificar e explicar a técnica τ_1 pode ser descrita, da seguinte maneira:

A função horária da posição em função do tempo, de um objeto que se move em trajetória retilínea com velocidade constante é dada por: $x(t) = x_0 + vt$, onde: $x(t)$ é a

posição do objeto num instante t , em relação à origem do sistema de referência adotado; x_0 é posição inicial do objeto, em relação à origem do sistema de referência adotado; v é a velocidade do móvel; e t é a variável independente. Dois objetos se movendo em uma mesma direção se encontrarão, ou seja, ocuparão a mesma posição, quando suas funções horárias - $x(t)$, forem iguais: $x_1(t) = x_2(t)$. Ao se igualar as duas funções determina-se um valor para a variável independente t , que revela o instante do encontro. A posição do encontro é determinada pela substituição do valor encontrado para o instante do encontro em qualquer das funções horárias.

A teoria Θ_i que explica e justifica a tecnologia θ_1 pode ser resumida da seguinte maneira:

Admitindo que um objeto move-se em um referencial inercial (referenciais em que as Leis de Newton são válidas) o seu movimento é descrito pela segunda lei de Newton:

$$\vec{F}_R = \frac{d\vec{p}}{dt}, \text{ em que:}$$

- \vec{F}_R é a força resultante que atua no objeto e,
- $\frac{d\vec{p}}{dt}$ é a taxa de variação da quantidade de movimento (\vec{p}) com o tempo.

A quantidade de movimento é definida como

$$\vec{p} = m\vec{v}, \text{ em que:}$$

- m é a massa do objeto e,
- \vec{v} é a velocidade do objeto.

Considerando que a massa do objeto não varia no decorrer do tempo, e que o movimento é unidimensional:

$$F_R = m \frac{dv}{dt} \rightarrow \frac{dv}{dt} = \frac{F_R}{m}$$

Multiplicando esta equação por dt , obtemos:

$$dv = \frac{F_R}{m} dt$$

Integrando-se esta equação, vê-se que a variação total da velocidade durante o intervalo de tempo t é:

$$\int_{v_0}^v dv = \int_0^t \frac{F_R}{m} dt$$

Considerando que a força resultante sobre o corpo não varia no transcorrer do tempo:

$$v - v_0 = \frac{F_R}{m} t, \text{ em que:}$$

- v_0 é a velocidade em $t = 0$.

Se x for a distância do corpo a uma origem fixa, medida ao longo da linha em que ele se desloca, então

$$v = \frac{dx}{dt} = v_0 + \frac{F_R}{m} t$$

Multiplicando-se outra vez por dt :

$$\int_{x_0}^x dx = \int_0^t \left(v_0 + \frac{F_R}{m} t \right) dt$$

Integrando a equação acima, para determinar x :

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} \frac{F_R}{m} t^2, \text{ na qual}$$

- x_0 representa a posição do corpo em $t = 0$.

Obtém-se, assim, a equação que permite descrever o movimento de um objeto. No caso considerado, como o movimento se dá com velocidade constante, a força resultante é nula, ou seja, $F_R = 0$. Assim, o movimento é descrito por:

$$x = x_0 + v_0 t$$

A condição necessária, e suficiente, para que dois objetos que se movem na mesma direção se encontrem é que suas posições se igualem em algum instante t . Para determinar t , basta igualar as funções horárias dos móveis.

Com o conjunto formado por $[T_1, \tau_1, \theta_1, \Theta_1]$ fica determinada uma praxeologia relativa ao conhecimento e à tarefa em questão. Segundo a TAD, como não existe *práxis* sem *logos* e vice-versa, o conhecimento que não contemple todos os elementos de uma praxeologia não pode ser considerado completo. Assim, não basta saber resolver um problema ou questão de Física, deve-se saber justificar essa resolução e entender a teoria por trás desta justificação e da técnica de resolução.

O ASPECTO FUNCIONAL

A humanidade sempre lida com várias questões, sobre os mais variados assuntos, inclusive a Matemática e a Física. Para que se encontrem respostas satisfatórias para essas questões é necessário que se estude a questão ou o tipo de problema que se quer responder (CHEVALLARD; BOSCH; GÁSCON, 2001, p. 252-254). A materialização das respostas a essas questões são as organizações praxeológicas (CHEVALLARD; BOSCH; GÁSCON, 2001, p. 275). O processo de estudo que permite esta materialização é uma atividade humana que faz uso de técnicas de estudo, isto é, técnicas didáticas (CHEVALLARD, 1999) e, como toda atividade humana pode ser modelada sob a forma de uma praxeologia. A esta praxeologia referente ao estudo, e que também possui seu *logos* e sua *práxis*, dá-se o nome de praxeologia, ou organização, didática (GASCÓN, 2003, p. 17).

Situando a discussão sobre as organizações didáticas no ambiente escolar, convém esclarecer que estas não estão restritas ao trabalho do professor e nem ao trabalho realizado em sala de aula, incluindo, também, as atividades feitas pelo professor antes e depois das aulas e

pelos alunos fora da sala de aula (ESPINOZA; AZCÁRATE, 2000, p. 357-360; CHEVALLARD, 1999).

A atividade de estudo é descrita, segundo a TAD, pela teoria dos momentos didáticos (GASCÓN, 2003, p. 17). Essa teoria concebe o processo de estudo a partir de seis momentos que não necessariamente seguem uma determinada ordem, podendo ocorrer concomitantemente e em diversos instantes do processo de estudo (ESPINOZA; AZCÁRATE, 2000, p. 357; CHEVALLARD; BOSCH; GÁSCON, 2001, p. 261-276). Os momentos didáticos são⁴ (ESPINOZA; AZCÁRATE, 2000, p. 357-359; CHEVALLARD; BOSCH; GÁSCON, 2001, p. 276):

- O **momento do primeiro encontro**: representa o primeiro contato que um grupo de estudo - que pode ser uma única pessoa, tem com um tipo de problema (tipo de tarefas), que não sabe como resolver;
- O **momento exploratório**: a partir do tipo de problema, ou tipo de tarefa, que está sendo estudado, várias tarefas (do tipo de problema em questão) são trabalhadas. Este momento permite o surgimento de pelo menos uma técnica para solucionar o tipo de problema estudado;
- O **momento de trabalho da técnica**: marca o instante de trabalho da técnica, em que se visa obter o domínio da técnica e determinar sua precisão, validade e alcance. Pode provocar modificações e ampliações da técnica, o surgimento de uma nova técnica ou despertar a necessidade de explicações tecnológicas e teóricas sobre a técnica;
- O **momento tecnológico-teórico**: quando é necessário explicar e justificar a(s) técnica(s) envolvida(s) no estudo do tipo de problema (tipo de tarefa) em questão;
- O **momento da institucionalização**: quando a organização praxeológica - matemática ou física, por exemplo, e todos os seus componentes são oficializados de acordo com a instituição em que se desenvolve a atividade em questão. Passa-se de um estágio "informal" para um estágio "formal";
- O **momento da avaliação**: momento em que se coloca em prova o domínio que se tem de uma determinada organização, e que pode ser vivido de forma individual ou coletiva.

É pertinente destacar que a TAD concebe os momentos didáticos, ou momentos de estudo, como vivências necessárias para que um indivíduo consiga dominar um determinado conhecimento, pois somente a partir da vivência destes momentos é que o indivíduo consegue construir a práxis e o logos sobre o conhecimento em questão (CHEVALARD; BOSCH; GASCÓN, 2001, p. 275-276).

A teoria dos momentos didáticos será, logo a seguir, utilizada como ferramenta para a análise da proposta de uma situação-problema em Física. Esta análise tem como único objetivo exemplificar o uso da teoria dos momentos didático e não categorizar como boa ou ruim a proposta em questão: *Ache o jacaré no Pantanal*, proposta por Piubéli e Gobara (2004, p. 9-13), visto que a mesma foi elaborada a partir de outro referencial teórico. Essa análise busca lançar um novo olhar sobre esta proposta, verificando a existência de situações propícias à ocorrência dos momentos didáticos. As análises de propostas de atividades, a partir da teoria dos momentos didáticos, podem indicar aos professores as intervenções necessárias quando estas atividades forem realizadas em sala de aula de maneira a tornar a atividade mais completa.

⁴ O leitor que estiver interessado em uma apresentação mais detalhada deve recorrer à CHEVALLARD; BOSCH; GÁSCON, 2001, p. 261-276.

Vale ressaltar que a teoria dos momentos didáticos não se restringe apenas a análises de propostas de atividades, mas também pode ser aplicada a situações vividas em sala de aula ou, até mesmo, quando um aluno estuda sozinho:

Inclusive, se não houvesse professor, se o aluno tivesse de estudar sozinho porque, por exemplo, faltou à aula, também teria de passar pelos diferentes momentos que compõem o processo de estudo: **são as grandes tarefas didáticas que não pode deixar de realizar.** [] quando dispomos de um professor para coordenar o estudo, essas tarefas didáticas são tarefas cooperativas, nas quais participam alunos e professor: o aluno conta com o professor, para que o ajude a viver esses diferentes momentos, e o professor conta com a energia e com seu envolvimento no processo de estudo (que inclui, como você bem sabe, a lição de casa), para que sua ajuda seja eficaz. (CHEVALARD; BOSCH; GÁSCON, 2001, p. 263, grifos nossos).

A atividade *Ache o jacaré no Pantanal* apresenta um grupo de turistas recém-chegados a Campo Grande, no Mato Grosso do Sul, que contratam uma agência de turismo para levá-los até o Pantanal e encontrar um jacaré. A agência fornece a eles um roteiro do passeio, e eles, preocupados com o tempo que terão para realizar o passeio, resolvem verificar a distância entre Campo Grande e o local indicado para se encontrar o jacaré. Na atividade, os alunos desempenham os papéis da agência de turismo e dos próprios turistas. Dois conceitos estão em jogo na atividade: distância percorrida e deslocamento.

O MOMENTO DO PRIMEIRO ENCONTRO

Este pode ser propiciado quando os alunos, que na atividade assumem o papel de turistas, se deparam com o problema devem resolver:

Os turistas, preocupados com o tempo que terão para fazer o passeio, resolvem determinar as distâncias de campo Grande até a localidade mais próxima dos animais. Um dos turistas coloca a possibilidade de realizar o passeio alugando um carro ou um helicóptero. Dessa forma, usando o roteiro fornecido pela agência, eles calculam a distância de duas formas. (PIUBÉLI; GOBARA, 2004, p. 10).

Como a atividade lida com dois conceitos distintos: distância percorrida e deslocamento, a mesma pode ser modelada a partir de duas tarefas que devem ser realizadas:

- t_1 : determinar a distância a ser percorrida entre Campo Grande e a localidade mais próxima aos jacarés, a partir do roteiro fornecido pela agência e seguindo a trajetória das estradas que ligam as cidades;
- t_2 : determinar o deslocamento entre Campo Grande e a localidade mais próxima aos jacarés.

Estas duas tarefas pertencem a dois tipos de tarefas distintos:

- T_1 : determinar a distância a ser percorrida entre dois pontos (**A** e **B**), a partir de um mapa com escala;
- T_2 : determinar o deslocamento de um móvel que vai de um ponto **A** até um ponto **B**, a partir de um mapa com escala.

O MOMENTO EXPLORATÓRIO

Considerando o exposto por Chevallard, Bosch e Gáscon (2001, p. 261-276) o momento exploratório deveria, por meio da exploração de diversos problemas, propiciar a construção de uma técnica que possibilite resolver o tipo de tarefas relacionado ao problema em questão.

Espinoza e Azcárate (2000, p. 358) corroboram essa caracterização, mas advertem que em uma instituição de ensino, a técnica realmente pode emergir do trabalho dos alunos ou ser apresentada pelo professor.

Na atividade *Ache o jacaré no Pantanal*, o professor assume uma postura de coordenador e não fornece respostas aos alunos. Assim, o responsável pela apresentação das técnicas que serão utilizadas para resolver a tarefa é o roteiro da atividade, por meio dos itens *1ª Forma* e *2ª Forma* (vide: PIUBÉLI; GOBARA, 2004, p. 11) e dos passos efetuados pelo *turista desconfiado* (vide: PIUBÉLI; GOBARA, 2004, p. 12). A técnica apresentada no item *1ª Forma* resolve as tarefas $t \in T_1$ (determinar a distância a ser percorrida entre dois pontos: **A** e **B**, a partir de um mapa com escala), enquanto a técnica apresentada no item *2ª Forma* e nos passos seguidos pelo *turista desconfiado* resolve as tarefas $t \in T_2$ (determinar o deslocamento de um móvel que vai de um ponto **A** até um ponto **B**, a partir de um mapa com escala).

Devido ao fato do roteiro já trazer as técnicas para resolução dos problemas, têm-se que o momento exploratório pode ser vivenciado de uma maneira sutil e que não está plenamente de acordo com o proposto por Chevallard, Bosch e Gáscon (2001, p. 261-276). Este momento teria sua presença fortalecida caso o roteiro não apresentasse as técnicas. Deixando a cargo dos alunos descobrirem como poderiam calcular a distância entre os dois pontos considerados e o deslocamento de um móvel que vai de um ponto a outro, isto é, deixando a cargo dos alunos a elaboração das técnicas necessárias para se calcular a distância entre os pontos e o deslocamento do móvel.

O MOMENTO DE TRABALHO DA TÉCNICA

A atividade não favorece um trabalho adequado das técnicas, não proporcionando meios para que os alunos consigam dominar as técnicas que estão sendo utilizadas ou que verifiquem as possíveis relações entre elas, determinem a precisão, a validade ou o alcance das mesmas. Isto ocorre devido à existência de um roteiro extremamente detalhado e ao fato de não existirem mais tarefas para os alunos realizarem.

Entretanto alguns questionamentos tecnológicos e teóricos podem surgir no instante em que se utiliza a técnica do *turista desconfiado* (vide: PIUBÉLI; GOBARA, 2004, p. 12). Para precisar este instante, segue-se um trecho da técnica em questão:

[...] Desenha novamente os eixos e os segmentos de reta, entre as cidades ou localidades, sugeridas pela agência de turismo.

Projeta cada trecho em linha reta nos eixos leste-oeste e sul-norte, orientando-os com uma seta indicando o sentido do deslocamento.

Em cada eixo, ele soma os valores de cada segmento, medido com a régua, considerando positivos os trechos que têm o mesmo sentido do eixo e negativos os que têm sentido oposto. Assim, ele obtém dois valores: x e y (um no eixo x e outro no eixo y), os quais são representados nos eixos. Se esses valores x e y , obtidos da soma, forem positivos, ele coloca uma seta nos eixos correspondentes e no mesmo sentido dos eixos; se esses valores x e y forem negativos, ele coloca uma seta no sentido oposto aos eixos correspondentes. (PIUBÉLI; GOBARA, 2004, p. 12).

Os alunos podem se questionar sobre os motivos que permitem e justificam a projeção dos deslocamentos nos eixos e sobre os motivos que determinam que algumas projeções sejam consideradas positivas e outras negativas. Ao assumir a postura de não responder às questões dos alunos, o professor contribui para que os alunos busquem as próprias explicações tecnológicas e teóricas para o “modo de fazer” da técnica.

Para intensificar a presença do *momento de trabalho da técnica*, é necessário que mais atividades similares sejam trabalhadas (com um roteiro menos detalhado, ou até, sem um roteiro), e que atividades com diferentes tipos de mapas, incluindo até mesmo um globo terrestre sejam incluídas. Assim poderiam ser trabalhados: o domínio da técnica, a determinação de sua validade, alcance e precisão, implicando até mesmo em modificações das técnicas.

O MOMENTO TECNOLÓGICO-TEÓRICO E O MOMENTO DA INSTITUCIONALIZAÇÃO

Fundamentalmente estes momentos serão vivenciados quando o professor voltar à cena no momento de institucionalizar os saberes que estavam sendo trabalhados de forma implícita (diferença entre distância percorrida e deslocamento) durante a realização da atividade. Na atividade em questão, entretanto, os alunos podem apresentar pequenos relances do momento tecnológico-teórico durante a etapa do *turista desconfiado*, conseguindo, eventualmente, elaborar algum discurso racional que justifique as projeções dos deslocamentos ou a atribuição dos sinais positivo e negativo que as projeções podem assumir. Vale ressaltar que essa possibilidade só pode ser verdadeiramente verificada a partir de observações e entrevistas de alunos submetidos à atividade.

O MOMENTO DA AVALIAÇÃO

A atividade não proporciona aos alunos, e nem ao coletivo formado pelo professor e alunos, a oportunidade de avaliarem o domínio que possuem sobre as organizações físicas (tipos de tarefas, técnicas, tecnologias e teorias) que foram utilizadas ou construídas durante a realização da atividade. Este momento poderia ser proporcionado por uma ampla discussão entre alunos e professor, onde o professor solicitasse aos alunos explicações sobre as organizações físicas.

CONCLUSÃO

A teoria antropológica do didático (TAD) permite modelar e organizar o conhecimento físico por meio da organização praxeológica, isto é, por meio da praxeologia. Esta modelagem, quando aplicada a atividades presentes em livros didáticos pode indicar aos professores a complexidade do conhecimento em jogo na atividade proposta.

Além da modelagem feita a partir da praxeologia física, a TAD fornece um modelo teórico para analisar os momentos de um processo de estudo - a teoria dos momentos didáticos. A utilização da teoria dos momentos didáticos para a análise da atividade *Ache o jacaré no Pantanal* (PIUBÉLI; GOBARA, 2004, p. 9-13) permitiu identificar algumas direções que podem ser tomadas no sentido de tornar a atividade mais completa - segundo a TAD, indicando as situações em que o professor pode intervir para propiciar, ou ampliar, a vivência de determinado momento didático.

A análise feita permite considerar a TAD como uma nova possibilidade teórica para análise de livros didáticos e de propostas de atividades. Além disso, a TAD pode contribuir com o professor em suas atividades de planejamento e condução de aulas de Física.

De acordo com o exposto no presente trabalho, a TAD pode ser aplicada ao ensino de Física, ressaltando-se que eventuais adaptações e adequações no modelo teórico podem surgir em decorrência da diferença entre os objetos que a Matemática e a Física manipulam. A Física e

as Ciências Naturais devem manter uma correspondência entre seus conceitos e os objetos do universo, permitindo explicar e prever fenômenos, enquanto os conceitos matemáticos podem ser criados sem possuir nenhuma ligação com o mundo real (ASTOLFI; DEVELAY, p. 31). Mesmo que para o presente trabalho não tenha sido necessária nenhuma adaptação da TAD, tais modificações podem ser percebidas e necessárias em estudos mais aprofundados.

REFERÊNCIAS

- ASTOLFI, J.P.; DEVELAY, M. **A didática das ciências**. Campinas: Papirus, 1991.
- BROCKINGTON, Guilherme; PIETROCOLA, Maurício. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n.3, 2005. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n3/v10_n3_a5.html>. Acesso em: 02 ago. 2006.
- CHEVALLARD, Yves. (1999): L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, vol. 19, n. 2, p. 221-266. Tradução em espanhol de Ricardo Barroso Campos. Disponível em: <<http://www.uaq.mx/matematicas/redm/art/a1005.pdf>>. Acesso em 15 jan. 2007.
- CHEVALLARD, Yves; BOSCH, Marianna; GASCÓN, Josep. **Estudar Matemáticas: O elo perdido entre o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.
- CRUZ, Frederico Firmo de Souza; REZENDE JUNIOR, Mikael Frank; SOUZA CRUZ, Sônia Maria S. C. de. A teoria dos campos conceituais e as situações escolares. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Atas do V ENPEC, N. 5 / Roberto Nardi e Oto Néri Borges (Orgs.) -- Bauru: ABRAPEC, 2005. CD-ROM.
- ESPINOZA, Lorena; AZCÁRATE, Carmen. Organizaciones matemáticas y didácticas em torno al objeto de <<limite de función>> una propuesta metodológica para el análisis. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 18, n. 3, p. 355-368. Institut de Ciències de l'Educación de la Universitat Autònoma de Barcelona, 2000.
- GASCÓN, Josep. La necesidad de utilizar modelos en didáctica de las matemáticas. **Educación Matemática Pesquisa**, v. 5, n. 3, p 11-37. Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, 2003.
- RICARDO, Elio; SLONGO, Ione; PIETROCOLA, Maurício. A perturbação do contrato didático e o gerenciamento dos paradoxos. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, 2003. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol8/n2/v8_n2_a4.html>. Acesso em: 22 jan. 2007.
- RODRIGUES, André Machado; GURGEL, Ivan; PIETROCOLA, Maurício. Analisando Novas Propostas de Ensino através da Didática Francesa. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Atas do V ENPEC, N. 5 / Roberto Nardi e Oto Néri Borges (Orgs.) -- Bauru: ABRAPEC, 2005. CD-ROM.
- PIUBÉLI, Umbelina Giacometti; GOBARA, Shirley Takeco. **Física Contextualizada: uma viagem pelo pantanal**. Campo Grande: Editora UFMS, 2004.