



COMBINANDO A LEITURA DE ORIGINAIS DA CIÊNCIA COM OUTRAS ATIVIDADES DIDÁTICAS PARA CONSTRUIR O CONHECIMENTO NA SALA DE AULA

COMBINING THE SCIENCE ORIGINAL READING WITH OTHER DIDACTIC ACTIVITIES TO BUILD THE KNOWLEDGE INTO THE CLASSROOM

Maria Christina Fernandes Bueno¹

Jesuína Lopes de Almeida Pacca²

¹USP / Mestrado em Ensino de Ciências Modalidade Física / tinafbueno@ig.com.br

²USP / Instituto de Física / jepacca@if.usp.br

Resumo

Muitas das concepções dos alunos, chamadas de concepções espontâneas ou de senso comum, são bastante semelhantes às concepções dos “pensadores” do passado, o que sugere trazer a História da Ciência para ensinar Física. Este trabalho traz uma proposta de ensino tendo como estratégia a conexão entre as concepções espontâneas dos estudantes e as idéias que, ao longo da História da Ciência construíram o conhecimento científico atual: Aristóteles, Benedetti, Galileu e Newton são as fontes principais. Visando à tomada de consciência dos aprendizes, a estratégia se apóia em Bachelard, levando-os à reflexão sobre diferentes formas de pensar, à identificação de obstáculos epistemológicos e à construção e incorporação de um novo conhecimento. Visando à construção dos conceitos físicos e do significado adequado, a estratégia se apóia em Vygotsky, para quem o domínio dos conceitos científicos depende da vivência do indivíduo e da interação construtiva com o professor.

Palavras – chave: Concepções espontâneas, Força – Movimento, Construção do conhecimento, História da Ciência no Ensino.

Abstract

Many of the students' conceptions, called the spontaneous conceptions or common sense, are very similar to the past “thinkers” conceptions, which suggests bringing Science History to teach Physics. This work brings the teaching proposal and its strategy is the Science History has constructed the current scientific knowledge: Aristotle, Benedetti, Galileo and Newton are the main sources. Aiming for the learners conscience capture, the strategy rests on Bachelard, taking them to the reflection about different ways of thinking, to the identification of epistemological obstacles and to the construction and incorporation of a new knowledge. Aiming the physical concepts and to the suitable meanings construction, the strategy rests on Vygotsky, for whom, the scientific concepts control depends on the individual experience and the constructive interaction with the teacher.

Keywords: spontaneous conceptions, Force – Movement, knowledge construction, Science History in the teaching.

INTRODUÇÃO

Pensando em um ensino que tenha como finalidade conseguir que os alunos aprendam significativamente ou que, no mínimo, aprendam a pensar cientificamente, transformando suas concepções, aproximando-as das concepções científicas, devemos nos basear na compreensão de como o aluno pensa e nas causas de suas dificuldades.

A partir do conhecimento das concepções prévias dos alunos, a preocupação do professor está em utilizá-las no prosseguimento das aulas para que eles possam perceber que suas explicações são incompletas, inadequadas ou até “erradas”, do ponto de vista da Física aceita hoje. O professor quer ensinar e convencer os alunos da necessidade de mudanças nas formas de pensar, aproximando as concepções prévias dos conceitos científicos estabelecidos.

Os resultados apontados por várias pesquisas referem-se à dificuldade do aluno em compreender os conceitos de força, movimento e gravidade e em utilizar as Leis de Newton na análise dos fenômenos físicos. Consideramos que o ensino e a aprendizagem desses conceitos constituem, ainda, um importante tema de pesquisa. Esse conteúdo, além da sua importância intrínseca, permite exercitar o raciocínio científico que leva à construção dos modelos e à possibilidade de resolver problemas.

Pretendemos contribuir para a compreensão da natureza das dificuldades do aluno para se apropriar de um novo conhecimento e, dessa forma, tornar possível o ensino da mecânica de Newton no Ensino Médio e o desenvolvimento de habilidades e competências para compreender a natureza.

Como construir com os alunos um novo conhecimento quando eles já têm um conhecimento que geralmente não é o conhecimento científico aceito da Física?

Será que conhecer formas de pensar aceitas no passado pode ajudar os alunos a pensarem cientificamente?

De que forma textos originais podem ser bem aproveitados numa seqüência de ensino que visa à construção de um novo conhecimento?

A nossa hipótese é que a conexão entre as concepções espontâneas dos alunos e aquelas presentes nos textos originais, bem como a compreensão de teorias negadas hoje pode ajudar na construção do conhecimento científico. Pensamos que combinar a leitura de originais da Ciência com outras atividades didáticas nas aulas de Física pode propiciar a sua tomada de consciência das diferenças entre o que ele pensa e as idéias aceitas na física Clássica, provocando a necessidade de compreender essas novas idéias, muitas vezes em conflito com as suas ou às vezes muito semelhantes a concepções já superadas; possibilitando assim incorporá-las e utilizá-las na explicação dos fenômenos que lhe forem apresentados.

O objetivo deste trabalho é a proposta de uma seqüência de ensino para ensinar conceitos de mecânica, tendo como estratégia a conexão entre as concepções espontâneas dos alunos e as concepções expressas nos textos originais dos “pensadores”, considerando que as concepções espontâneas são muito semelhantes a algumas concepções do passado.

Procuramos promover atividades que levem o aluno a identificar outras formas de pensar, compará-las com as suas, julgá-las quanto ao poder explicativo da realidade que eles conhecem.

Na seqüência planejada, colocamos o foco nos conceitos de força e de movimento e a relação entre eles; mesmo considerando que o conceito de gravidade deverá aparecer numa continuação da seqüência para chegar à compreensão total da mecânica newtoniana com a exploração de inércia e da interação física como origem das forças, nos deteremos naqueles conceitos para acompanhar sistematicamente a evolução do conhecimento do aluno.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Basicamente apresentamos aqui as concepções prévias já trazidas por pesquisas anteriores e as idéias sobre construção do conhecimento individual e social dos sujeitos.

Concepções espontâneas - Quando queremos ensinar, não podemos esquecer que nossos alunos já têm um conhecimento que foi construído desde a sua infância a partir das próprias experiências e sensações vividas no dia-a-dia, na interação com os adultos, familiares e professores, e também com seus companheiros. Esse conhecimento, anterior ao conhecimento escolarizado, é conhecido sob várias nomenclaturas, como concepções espontâneas, alternativas, do senso comum, etc.

Desde o final da década de 70, diversos pesquisadores, de vários países, vêm realizando estudos e chamando a atenção para um fator preponderante que impede um ensino e uma aprendizagem eficaz, que é o fato de os alunos já terem idéias formadas, modelos espontâneos sobre assuntos ou conceitos que ensinamos nas aulas de Física.

Um dos resultados mais freqüentemente constatados nas diversas pesquisas (Viennot, 1979; Watts e Zylberstajn, 1981; Clement, 1982) é a relação direta entre força e velocidade, isto é, o movimento é sempre associado a uma força que o acompanha, cuja intensidade é proporcional à velocidade, $F = \alpha V$, como modelo alternativo da mecânica na forma de pensar do aluno. Uma síntese desses resultados nos diz que:

- A força é necessária para provocar e manter o movimento;
- O movimento é sustentado por uma força interna ao objeto;
- Forças são inventadas para justificar o movimento que continua diante de uma força contrária;
- A força inventada é maior do que a força oposta;
- Só existe força da gravidade na descida;
- Na ausência de atmosfera não há gravidade;
- Ação e reação desiguais quando há movimento;
- Objetos passivos não podem ser origem de forças.

Assim sendo, percebemos que as concepções espontâneas estão muito distantes da idéia de interação, constituindo-se num grande obstáculo à interpretação dos fenômenos através das Leis de Newton.

Com o levantamento das concepções espontâneas dos alunos, reafirmamos que, por serem conflitantes com as idéias da mecânica de Newton, são necessárias estratégias que permitam explorá-las e produzindo-se uma ruptura com esse conhecimento espontâneo, aproximá-lo do conhecimento científico. Nesse sentido, Bachelard (1978a, 1978b e 2005) e Vygotsky (1989 e 2005) são as referências básicas para este trabalho.

Não consideramos o ensino e a aprendizagem como um processo em que as idéias espontâneas dos alunos são simplesmente substituídas pelas idéias científicas, mas como uma construção em que essas idéias vão sofrendo transformações e rupturas para se aproximarem das concepções científicas.

Com essa concepção de cunho construtivista, escolhemos nossos referenciais teóricos que permitem compreender o processo da aprendizagem e a possibilidade da passagem de concepções espontâneas para concepções científicas.

Vygotsky e a construção do conhecimento – Para Vygotsky, o aprendizado é um processo profundamente social que possibilita, movimenta e impulsiona o desenvolvimento, ou seja, o aprendizado adequadamente organizado pode resultar em desenvolvimento mental (Vygotsky, 1989). Para ele, o comportamento e a capacidade cognitiva de um indivíduo dependem de suas experiências e de sua história educativa; é na interação entre pessoas que novas formas de pensar são construídas e/ou transformadas e o sujeito só domina um sistema de conceitos se eles forem incorporados ao seu pensamento (Vygotsky, 2005).

Bachelard e a construção do conhecimento – Para ele, o conhecimento científico se forma contra o senso comum, e a aprendizagem nunca começa, sempre continua, sempre destrói um conhecimento para construir outro; a aquisição de uma forma de conhecimento se traduz numa reforma do espírito, isto é, não se aprende por acúmulo de informações, mas através de um alargamento do conhecimento que envolve rupturas (Bachelard, 1978a).

De acordo com as idéias de Bachelard, o professor é aquele que faz pensar e que ensina a pensar, convidando os alunos à reflexão, a um pensar mais profundo, mais consciente e mais eficiente para identificar e superar constantemente os obstáculos epistemológicos. Cabe ao professor desencadear conflitos entre as novas idéias, que quer ensinar, e as idéias dos alunos, estimulá-los a estabelecer uma dialética entre essas idéias e ajudá-los a construir a sua própria razão (Santos, 2005).

CONTEXTO PEDAGÓGICO

Nossa intenção é encontrar estratégias de ensino que estimulem os alunos a: articularem e se tornarem conscientes de suas próprias concepções; verbalizarem suas opiniões a fim de torná-las explícitas para o professor, para a classe e para eles mesmos; fazerem previsões com base em suas opiniões; compararem suas idéias com concepções de outros colegas, dos “pensadores” do passado, e as científicas aceitas hoje, identificando assim outras maneiras de descrever os fenômenos, de pensar e de falar sobre eles.

A tomada de consciência pelo aluno de suas concepções é importante nesse processo, porque pode levá-lo a rever suas idéias e aproximá-las das concepções científicas aceitas hoje. Sendo assim, no nosso planejamento, para que o aluno abandone suas concepções espontâneas e adote concepções científicas, as estratégias

devem se apoiar fortemente na interação professor-aluno, aluno-aluno e até aluno-“pensador”.

Durante o processo de ensino – aprendizagem é importante perceber e acompanhar o progresso no diálogo com o aluno, que deve apontar para ter claro o nível de concordância com as idéias de Newton para prosseguir no desenvolvimento das suas idéias. Para isto o professor procura colocar o aluno em discussão com o seu próprio pensamento.

A interação se dá por meio do diálogo e das discussões entre os sujeitos que, de acordo com Vygotsky, estimulam e possibilitam transformações no desenvolvimento cognitivo do sujeito e aquisição de novos conhecimentos.

O diálogo entre professor e aluno permite que o professor conheça as idéias em jogo, detecte prováveis contradições, incoerências; e assim suas intervenções durante o diálogo podem conduzir aos conflitos dessas idéias que podem estar se constituindo em obstáculos à aprendizagem do conhecimento científico.

O diálogo aluno-aluno é proporcionado quando os alunos são colocados em pequenos grupos, nos quais compartilham idéias, conhecem novas idéias, fazem escolhas de idéias mais abrangentes e coerentes e percebem a necessidade de novos argumentos para convencerem os demais colegas do grupo. Essas idéias estão fundamentadas no conceito de zona de desenvolvimento proximal de Vygotsky, que postula que os alunos mais competentes e experientes podem ajudar os menos experientes.

Já o diálogo com os “pensadores”, a leitura e o entendimento de textos originais permite ao aluno conhecer as idéias destes e conectá-las às suas, comparando-as, conhecendo mais argumentos e uma linguagem diferente da sua. É possível também perceberem diferenças e avanços nas idéias de um “pensador” para outro. Os textos devem ter ligações com o que o aluno já conhece, e o modo de condução deve constituir um progressivo desafio para o aluno. Segundo Bachelard, a compreensão de uma teoria mais recente depende do entendimento da teoria negada.

Combinar a leitura de originais da Ciência com experimento e resolução de problemas qualitativos constitui o foco do nosso planejamento, e isto nos permitiu um progresso no conhecimento com maneiras diferentes de pensar e explicar com uma linguagem diferente da sua.

Além dessa importância, os textos nesse contexto de ensino trazem à consideração dos estudantes os processos de construção da ciência e dos modos de pensar e de trabalhar dos cientistas que a constroem, com seus conflitos, seus erros e seus acertos. E isso certamente constitui um objetivo relevante para o ensino das ciências.

A PESQUISA

Muitas idéias dos alunos, que estão de acordo com algumas idéias já ultrapassadas, contrariam a Mecânica de Newton, sendo então, necessário identificar através de situações planejadas e adequadas em que estas idéias não estão de acordo com a mecânica newtoniana.

O que propomos é partir das barreiras conceituais representadas pelo saber prévio dos estudantes e, comparando-as com as idéias expressas nos textos originais tentar ultrapassá-las com estratégias adequadas. A seqüência de ensino planejada é composta de problemas especiais e um experimento juntamente com os textos escolhidos dos originais dos autores.

Pensando em todos os elementos necessários para uma aprendizagem significativa, elaboramos uma seqüência de atividades de ensino. Essa seqüência está programada para um bimestre de um planejamento anual.

Para essa seqüência de ensino foi dado o nome “Força – Movimento” porque o objetivo final era que o aluno entendesse o conceito de força – força como interação de dois corpos – para entender as leis de Newton e poder resolver problemas qualitativos e quantitativos; a questão de segunda lei que relaciona força com aceleração e não com velocidade; a questão do referencial em que os movimentos são observados para compreensão da lei da inércia.

As Atividades didáticas

Experimento com um carrinho – Essa é uma atividade que coloca o aluno diante de um problema que faz parte de sua vivência, possibilitando a observação a partir de uma coisa que é real e que faz parte da sua compreensão, do modo que ele tem de explicar; ele tem sugestões, levanta hipóteses, discute.

Procuramos com essa atividade tratar o conceito de força e sua relação com o movimento, ou seja, se a força que age num corpo é constante, a velocidade deste varia durante o movimento e este movimento é acelerado. Esta idéia é contrária à idéia do aluno que pensa que se a força é constante, a velocidade é constante e o movimento é uniforme. O experimento é iniciado com as seguintes questões:

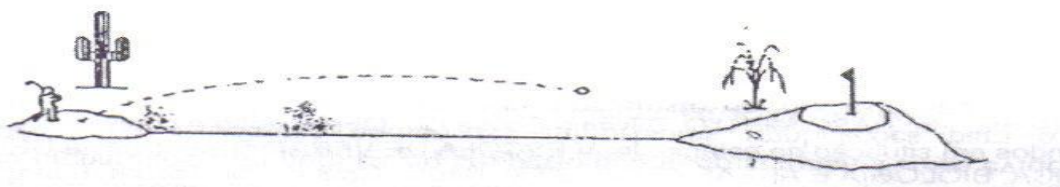
O que é necessário para tirar o carrinho do repouso? Por quê? Por que o carrinho parou?

Problemas especiais - Essa é uma atividade em que trabalhamos no abstrato; é a resolução de dois problemas que permitem a exposição das concepções espontâneas dos alunos sobre força e movimento. Eles foram extraídos da literatura em concepções espontâneas (Hestenes D. et al, 1992).

1 – Um garoto lança uma bola de aço diretamente para cima. Desprezando quaisquer efeitos da resistência do ar, qual (is) é (são) a (s) força (s) que atua (m) sobre a bola até que volte?

2 – Uma bola de golfe em jogo é observada viajando através do ar, percorrendo uma trajetória similar à que aparece tracejada na figura:

Qual (is) força (s) está (ão) agindo sobre a bola durante o vôo todo?



Trechos de Textos Originais – Essa atividade explora as concepções científicas de força e movimento ao longo do tempo, com a intenção de ajudar o aluno na construção

do seu conhecimento. Escolhemos os trechos dos textos que tinham ligação com as atividades anteriores. Para a escolha de um texto que tratasse da teoria do impetus, preferimos um de Benedetti, porque o deste tem grande aproximação com as idéias apresentadas pelos alunos durante o experimento com o carrinho, e um texto de Galileu que apresenta a idéia de Buridan. Elaboramos questões que conectassem a leitura dos textos com as atividades anteriores.

- a) Qual frase chamou sua atenção? Por quê?
- b) Com qual texto você se identificou? Por quê?
- c) Quais as semelhanças e as diferenças existentes entre suas idéias sobre força e movimento e as dos textos?
- d) Como cada autor resolveria o problema da bola lançada verticalmente para cima?
- e) Como Newton resolveria o problema da bola de golfe?

Texto 1: Aristóteles (séc. IV aC)

...Se se trata do movimento “natural”, essa causa, esse motor é a própria natureza do corpo, a sua forma, que procura reconduzi-lo ao seu lugar; é ela que conserva o movimento. Um movimento não natural exige, ao invés, para toda a sua duração contínua de um motor exterior unido ao corpo. Separe-se o motor do móvel, e o movimento igualmente parará. (In Koyré, A –Estudos galilaicos. Lisboa, produções Dom Quixote, 1992, p. 26)

Texto 2: Benedetti (séc. XVI)

Qualquer corpo grave quer ele se mova natural ou violentamente, recebe em si mesmo um Impetus, uma impressão de movimento, de tal maneira que, separado da virtude movente, continua a mover-se por si mesmo durante um certo lapso de tempo...Daí resulta também que se após se ter posto a roda em movimento com a mão, se retira à mão, a roda não pára imediatamente, e continua a girar durante um certo tempo. (Koyré, A – Estudos galilaicos. Lisboa, produções Dom Quixote, 1992, p. 60)

Texto 3: Galileu (1638)

Fala de Sagredo:

...Enquanto considero que, no grave lançado para cima, a força imprimida pelo agente diminui continuamente, força essa que, ao ser superior à força contrária da gravidade, eleva-o; quando as duas forças tenham alcançado o estado de equilíbrio, fazem com que o móvel deixe de ascender e passe para o estado de repouso, no qual o ímpeto imprimido não foi aniquilado, mas extinguiu-se apenas aquela parte que excedia a gravidade do móvel e que o levava para cima. Continuando depois a diminuição deste ímpeto externo e, conseqüentemente, passando o excesso para a parte da gravidade, começa a queda, mais lenta devida à oposição da força impressa, boa parte da qual subsiste ainda no móvel. Porém, como ela também diminui continuamente, sendo sempre superada em maior proporção pela gravidade, nasce disso a contínua aceleração do movimento.

(Galileu, *Duas Novas Ciências*; trad. D. L. Mariconda e P. R. Mariconda. Rio de Janeiro, Museu de Astronomia e Ciências afins; São Paulo, Nova Stella, 1988. p. 163)

Texto 4: Newton (séc. XVII)

Uma força imprimida é uma ação exercida sobre um corpo a fim de alterar seu estado, seja de repouso, ou de movimento uniforme em linha reta.

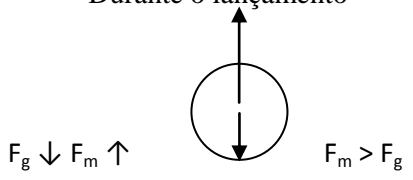
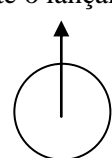
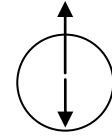
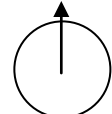
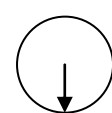
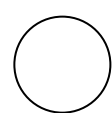
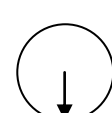
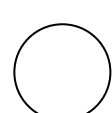
Essa força consiste apenas na ação, e não permanece no corpo quando termina a ação.
(Newton, I., *Principia*. São Paulo, Nova Stella Editorial, 1990. p. 3)

METODOLOGIA DA PESQUISA

Os sujeitos da pesquisa – Essa seqüência de ensino foi aplicada a setenta e sete alunos do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública, no período da manhã.

A Coleta de dados partiu dos registros escritos de trinta e três alunos que participaram de todas as atividades da seqüência de ensino aplicada em sala de aula.

No quadro abaixo sintetizamos as idéias apresentadas pelos alunos após a resolução dos problemas “especiais”.

Primeira idéia	Segunda idéia
<p>Durante o lançamento</p>  <p>$F_g \downarrow F_m \uparrow$ $F_m > F_g$</p>	<p>Durante o lançamento</p> 
<p>Na subida</p>  <p>F_m e V diminuem</p>	<p>Na subida</p> 
<p>No ponto mais alto</p>  <p>$F_m = 0$ e $V = 0$</p>	<p>No ponto mais alto</p> 
<p>Na descida</p>  <p>V aumenta</p>	<p>Na descida</p> 

Percebemos que alguns alunos pensam como Aristóteles, considerando a força como necessária ao movimento do corpo e a gravidade como propriedade do corpo; outros alunos falam da gravidade como força de atração da Terra sobre os corpos, mas não entendem como essa força age, onde ela está; acham que está no centro da Terra puxando os corpos. Vejamos alguns exemplos das explicações dos alunos:

“Porque tem uma força que empurra a bola para cima.”

“Já na descida a força é maior porque o peso da bola é grande, fazendo com que a bola não fique no ar, ela é pesada e cai mais rápido, pois na Terra há uma força que puxa tudo para si.”

A maior parte dos alunos pensa de maneira semelhante à Física do impetus; eles também pensam que ao lançarmos uma bola para cima, a mão transfere a força para a bola e durante a subida essa força vai diminuindo. Essa maneira de pensar também é um obstáculo para compreender a Física newtoniana.

“Quando estou com a bolinha na mão e a impulsiono para cima emito uma força da qual é transmitida para o elemento que sobe até certo ponto, depois despenca com uma intensidade ainda maior.”

Poucos alunos pensam como Galileu e nenhum pensa completamente como Newton; usam parte das suas concepções sem compreendê-las bem, por exemplo, alguns alunos falam que os corpos caem devido à força da gravidade, mas não entendem bem seu significado.

“Quando a bola está parada a força exercida pela gravidade é igual a da mão, mas quando ela é lançada para o alto a força da mão é maior, mas a força da gravidade é constante. Quando ela está subindo a força da mão continua maior, porém esta força vai diminuindo.”

Após a aplicação da seqüência de ensino, tentamos observar nas respostas dos alunos a concordância com os autores, identificar o grau de concordância com Newton, perceber a incorporação de uma nova idéia (novas forma de pensar) por parte dos alunos e se houve ruptura com suas concepções.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Analizamos os dados qualitativamente, construímos categorias para organizar as informações e interpretar os resultados. Para a análise e a interpretação desses resultados, baseamo-nos nos textos de Ludke e André (1996), de Bogdan e Biklen (1994) e de Pacca e Villani (1990).

Concordância com os autores:

Exemplo de fala do aluno	Concordância (tendência) com:	Grau de concordância com Newton
<i>“Acho que <u>a força não fica no objeto.</u>”</i>	Newton – Para o aluno, parece que a força é uma ação externa.	Parcial – Pensa numa força externa (ação), mas não pensa na interação.
<i>“Penso igual à explicação</i>	Benedetti – Para o aluno, a	Nenhuma – Não pensa na

<i>de Benedetti.</i> ”	força fica no corpo e vai diminuindo até se esgotar.	interação.
------------------------	--	------------

Incorporação de uma nova idéia:

“Ao tacar a bola há a força da bola no taco e do taco na bola. Quando a bola começa a descer, é porque a força da gravidade está superando a força da tacada.”

O aluno incorporou a idéia de interação da bola com o taco, mas ainda permaneceu a idéia da força armazenada no corpo.

Ruptura com suas idéias:

“A força consiste apenas na ação, não permanece no corpo quando termina a ação, a única coisa que permanece é a força da gravidade. Na subida é o movimento retardado e na descida é o movimento acelerado. Nós pensávamos que a força da mão na bola continuava, mas na verdade a única que continua é a da gravidade.”



Nas avaliações percebemos alguns progressos nas explicações dos alunos a novos problemas, por exemplo:

“Se não tiver força agindo sobre ele na horizontal ele irá em linha reta (infinito), sua velocidade será constante.”

“Quem está dentro do avião veria as caixas caindo verticalmente. As caixas não ficam para trás, elas acompanham o avião.”

Principais concepções que mudaram:

- A força não permanece no corpo após a interação;
- O corpo permanece em movimento após a interação;
- Este movimento é retilíneo e uniforme;
- A força da gravidade age o tempo todo;
- Mesmo corpos passivos exercem força sobre outros corpos;
- Mesmo na ausência da atmosfera existe gravidade;
- Estar em repouso ou em movimento depende do referencial adotado.

CONCLUSÕES

Essa estratégia que utilizamos, com problemas do cotidiano e originais da Ciência mostrou-se um esquema interessante. Nossa referência em Vygotsky e em Bachelard

para explicar a construção do conhecimento pôde dar conta dos resultados em geral. Notamos que o trabalho interativo na sala de aula é fundamental e o papel do professor é essencial, porém, para que essa construção seja eficaz, é necessário trabalhar com grupos pequenos de alunos, porque são grupos de trabalho, grupos de discussão.

Ao planejarmos as atividades desenvolvidas, procuramos satisfazer Vygotsky ao propiciarmos zonas de desenvolvimento proximal com o intercâmbio entre alunos e entre professor e alunos e do aluno consigo mesmo, desenvolvendo a capacidade de compreender, de comparar idéias, de perceber semelhanças e diferenças e se apropriar de idéias novas e de novas formas de pensar, aplicando um conceito formado numa determinada situação em novas situações, possibilitando assim, a construção de novos significados com uma linguagem mais próxima da científica.

Em Bachelard, utilizamos em parte os conceitos de obstáculos epistemológicos e de psicanálise do conhecimento ao propiciarmos o aparecimento e a percepção dos obstáculos, tanto por parte do professor quanto por parte dos alunos; ao propiciarmos a reflexão e o aprofundamento das formas de pensar dos alunos e dos “pensadores”, possibilitamos compreensão do que não se tinha compreendido, o entendimento de teorias negadas nos dias de hoje e possível ruptura com estas teorias, enriquecendo assim o conhecimento dos alunos. Mesmo assim, ainda falta muito de “psicanálise do conhecimento” para chegar à compreensão adequada dos conteúdos de Física.

Dentre as possibilidades de utilização da História da Ciência no ensino apontadas pela literatura valorizamos a determinação de obstáculos epistemológicos. Consideramos que a leitura e interpretação de originais da Ciência foi indispensável para a construção do conhecimento dos alunos, pois neles estão presentes o esforço de criação, com suas dificuldades e sucessos e não apenas o produto.

Devido às semelhanças entre as concepções espontâneas e as concepções que já foram aceitas no passado, os pesquisadores citados neste trabalho sugerem o uso da teoria aristotélica, da teoria do ímpetus e da teoria de Galileu. Nós o que fizemos combinando a leitura de trechos dos originais da Ciência com outras atividades didáticas.

Percebemos que a interação com os textos os ajudou a explicar os problemas apresentados. Mas, mesmo entre os alunos que participaram ativamente das atividades ainda aparecem dificuldades para compreender que um corpo pode continuar em movimento mesmo na ausência de força. Alguns alunos continuam dizendo que o corpo tem força.

Não temos dúvida de que a construção do conhecimento desejado leva tempo e as idéias errôneas ainda aparecem em situações novas. Escrever sobre a compreensão completa e correta exige mais do que conceituar e relacionar força com velocidade. A idéia de inércia tem que ser concebida para dar sentido a essa relação; além disso, a concepção de que não existe uma força isolada, mas ela é sempre produto de uma interação, também precisa ser construída. A nosso ver aí estão as dificuldades mais básicas.

Concluimos que há necessidade de o professor continuar dando atenção a essas dificuldades ao avançar com novas situações e novos conteúdos. Os textos são recursos junto com outros tantos, e a interação é essencial no processo. Ficou claro que os alunos pensam e não sabem que pensam, Sendo assim, a utilização dos textos originais é

importante porque os alunos têm a oportunidade de conhecer argumentos de pessoas que pensam. Com a utilização de textos originais conseguimos ajudar uma parte considerável dos alunos a construir o seu conhecimento científico. Alguns ainda estão no começo dessa construção; outros já avançaram e a conexão entre as concepções espontâneas dos alunos e as dos “pensadores” foi importante nessa evolução para a compreensão das teorias envolvidas.

Foi também relevante observar a convivência temporária de concepções diferentes, a experimentação como método de trabalho, a reflexão filosófica na construção do conhecimento e a idéia de verdade e de absolutismo das teorias postas em dúvida.

REFERÊNCIAS

BACHELARD, G., **A formação do espírito científico**. Contraponto Editora Ltda. Rio de Janeiro, 2005.

BACHELARD, G., **A Filosofia do não**. 2 Ed – São Paulo: Abril Cultural, 1978b. (Coleção Os Pensadores)

BACHELARD, G., **O novo espírito científico**. 2 Ed – São Paulo: Abril Cultural, 1978b. (Coleção Os Pensadores)

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K., **Investigação qualitativa em educação**. Lisboa: Porto Editora, 1994.

CLEMENT, J., **Students’ preconceptions in introductory mechanics**. Am. J. Phys. 50 (1), Jan. 1982.

GALILEI, G., **Duas Novas Ciências**, Tradução de Letizio Mariconda e Pablo R. Mariconda. Rio de Janeiro: museu de astronomia e Ciências Afins; São Paulo: Nova Stella, 1988.

KOYRÉ, A., **Estudos Galilaicos**, Publicações Dom Quixote, Nova Enciclopédia, Lisboa, 1992.

LÜDKE, M., ANDRÈ, M. E. D. A., **Pesquisa em educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: E. P. U., 1996.

SANTOS, M. E. V., **Que Educação?** Lisboa: SantosEdu, 2005.

VIENNOT, L., **Spontaneous Reasoning in Elementary Dynamics**. Eur. J. Edu., v. 1, n. 2, 205-221, 1979.

VYGOTSKY, L. S., **A formação social da mente. O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

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

VILLANI, A. e PACCA, J. L. A., **Construtivismo, Conhecimento Científico e Habilidade Didática no Ensino de Ciências**, Revista da faculdade de Educação, 1995.

WATTS, D. M. e ZYLBERSTAJN, A., **A survey of some children’s ideas about force**. Phys. Educ. 16 (6), 1981.