

EXERCÍCIOS DE RACIOCÍNIO: O EXEMPLO DO SARILHO

Maria da Conceição Barbosa Lima ¹

Anna Maria Pessoa de Carvalho ²

Resumo: Este trabalho é um estudo de caso desenvolvido junto a uma turma de segundo ano do nível fundametal. Procuramos perceber através da análise das falas dos alunos como eles expressaram as soluções encontradas para um exercício de raciocínio que solicitava que descrevessem e explicassem o funcionamento de um sarilho. Após a leitura da história infantil *Tão simples e tão úteis*, foi distribuído o exercício de raciocínio aos alunos que, em grupos, discutiram as possíveis soluções. Em seguida os grupos foram desfeitos e os alunos, dispostos em roda socializaram suas idéias. Neste artigo apresentamos a análise das falas ocorridas em alguns episódios de ensino selecionados durante a discussão na roda.

Unitermos: Ensino de Física; Ensino de Ciências, Exercícios de raciocínio; Ciência e linguagem

Abstract: *This research is a case study undertaken among second year's elementary school students. We searched through students discourses' analysis how they expressed the solutions found for a given exercise which asked them to describe and explain the winch's operation. After the reading of a story called "Tão simples e tão úteis" (So simple and so useful) it was given to the sample of students a task. Divided into groups, the students dis-cussed the possible solution to it. Afterwards the groups were undone and the students, disposed in a circle, socialized their ideas. In this article we present an analysis of the talks occurred in some teaching episodes se-lected during the circle discussions.*

Keywords: Physics teaching; Science Education; Reasoning exercises; science and language

Introdução

A imagem que os alunos em geral têm da Física é de se tratar de um estudo com enormes e quase invencíveis dificuldades, capaz de derrotar qualquer um. Essa imagem, normalmente passada de geração a geração provoca o surgimento e a manutenção de um medo "cultural" em relação ao seu estudo básico e a um afastamento bastante significativo de pessoas que a desejem estudar em profundidade, com caráter profissional.

Sem sombra de dúvida, uma das maneiras de transformar essa imagem em outra, mais agradável e acessível e possivelmente estimular os alunos a prosseguir em seus estudos para carreiras científicas e técnicas, é iniciar seu ensino já nos primeiros anos de escolarização (Harlen, 1998a, 1998b; Harlen & Jelly, 1997; Barbosa Lima, Alves & Gonçalves Ledo, 1996; Barbosa Lima, 1995 e Gallas, 1995).

Além disso, o ensino da Física desde os primeiros anos escolares pode facilitar a evolução de seu aprendizado quando o aluno for chamado a estudos mais profundos e avançados no prosseguimento de sua formação.

Vygotsky (1989a) durante a discussão do desenvolvimento dos conceitos científicos na infância, se refere à experiência de Maria Montessori para exemplificar o que se deve esperar quando se inicia o ensino de ciências com crianças ainda muito jovens. Diz o autor:

"Os dados de Montessori.... Ela descobriu, por exemplo, que se ensinamos uma criança a escrever muito cedo, aos quatro anos e meio ou cinco anos de idade, a resposta dela será

¹ Professora Adjunta Doutora do Instituto de Física, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. (e-mail: Barbosa@uerj.br)

² Professora Titular, Departamento de Metodologia de Ensino, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil (e-mail: ampdcarv@usp.br)

uma "escrita explosiva", um uso abundante e imaginativo da escrita que nunca será repetido pelas crianças alguns anos mais velhas. (...) Isso se aplica também ao desenvolvimento dos conceitos científicos que o aprendizado escolar apresenta a criança." (p.90)

Além disso, acreditamos que o fundamental em nossas vidas é o prazer, a satisfação. Segundo essa idéia e considerando que o processo ensino-aprendizagem integra de maneira inequívoca nossas vidas, torna-se primordial no ensino de qualquer disciplina, principalmente no de Física para crianças, a busca por esse prazer. Pelo prazer do entendimento; da compreensão; da construção; da curiosidade constantemente aguçada por novos problemas... Afinal, como diz Swift, em epígrafe ao artigo de Ellis & Kleinberg (1997):

"Crianças são curiosas. Nada é pior (eu sei disso) que quando acaba a curiosidade. Nada é mais repressivo que a repressão da curiosidade. A curiosidade gera amor. Ela nos casa com o mundo. É parte de nosso obstinado, estouvado amor por esse impossível planeta que habitamos. As pessoas morrem quando acaba a curiosidade. Pessoas têm que descobrir, pessoas têm que saber." (1992)

Nossa experiência anterior

Nosso grupo já tem alguma experiência de ensino acumulada nesse nível de escolaridade, a primeira pesquisa sobre a construção do conhecimento físico junto a alunos dos primeiros níveis de escolarização foi realizada por Gonçalves (1991).

Para ensinar ciências, mas especificamente permitir que os alunos dos primeiros anos do nível fundamental de ensino construíssem o seu conhecimento físico, aquela pesquisadora elaborou quatro atividades e hoje são quinze as atividades disponíveis para serem aplicadas e encontram-se em Carvalho et alli (1998) e para serem realizados diretamente pelos alunos e que lhes permitissem refletir sobre o que haviam feito durante a atividade.

Para a elaboração de cada uma das quatro atividades, cada uma delas apoiadas em uma questão problema, a autora apoiou-se em trabalhos de Piaget sobre a formação de conceitos físicos.

Gonçalves encontrou em Kamii & Devries (1986) os níveis de ação à serem obedecidos para que seus alunos pudessem resolver com sucesso cada problema apresentado, ou seja, as atividades deviam permitir às crianças:

"Agir sobre os objetos e ver como eles reagem; agir sobre os objetos para reproduzir um efeito desejado; ter consciência de como se produziu o efeito desejado; e dar as explicações das causas" (pp. 63-5).

Durante a dinâmica dessas atividades na sala de aula, os alunos da turma são divididos em grupos de no máximo quatro componentes e em seguida apresentados a um problema, do tipo aberto, que deverão resolver com o auxílio do material experimental disponível para cada grupo e que é especialmente elaborado e construído para cada uma das atividades.

Para alcançarem a solução do problema, os alunos se vêem obrigados a estabelecer hipóteses, discuti-las com seus companheiros de grupo e, após feita tal negociação, testá-las sobre o material disponível.

Encontrada a solução do problema, os alunos agora, individualmente, relatam verbalmente aos demais componentes da turma suas experiências, incluindo aí, como a realizaram e por que aquele fenômeno ocorreu.

Na última etapa da atividade, seja ela qual for e seja também qual for o nível de escolarização dos alunos, eles são convidados a relatar por escrito, através de redações e/ou desenhos,

a atividade que acabaram de realizar. Uma análise de relatos desse tipo pode ser encontrada em Barbosa Lima, Carvalho & Gonçalves (1998).

Considerando que os trabalhos anteriormente comentados têm um forte apoio nos aparatos experimentais postos à disposição dos alunos, podemos afirmar que a ênfase das atividades propostas é experimental. Possibilitando dessa maneira que os alunos "concretizem" suas hipóteses e vejam a coerência nelas existentes. O que tem nos permitido concluir que a metodologia de ensino que vimos empregando estimula a construção do conhecimento físico por parte dos alunos.

Outra maneira de realizarmos esse ensino

Queremos realizar um ensino de forma que respeite a recomendação de Swift, quanto à curiosidade e, ao mesmo tempo, que estimule o raciocínio e permaneça sendo prazeroso aos alunos.

A modificação que estamos realizando nesta etapa de nossa pesquisa no ensino de Física nos anos iniciais de escolarização é bastante significativa. Em lugar de darmos oportunidade que os alunos resolvam os problemas propostos através de experimentos práticos, desejamos que os exercícios sejam resolvidos de maneira teórica, exclusivamente através do raciocínio. Então, para alcançarmos esse objetivo, substituímos os aparatos experimentais por uma história infantil, que tem por função motivar e dar as informações necessárias para disparar o processo de reflexão fundamental para a resolução do exercício.

Mas as histórias infantis são um bom e adequado instrumento para o ensino?

Para responder a essa questão nós recorremos a alguns autores.

Egan (1991) e Bettelheim (1992) afirmam que uma narrativa para interessar a uma criança e para contribuir no desenvolvimento de seu perfil psicológico, deve prender a atenção, despertar a curiosidade, estimular a imaginação, ajudar a desenvolver o intelecto e a tornar claras suas emoções, além de oferecer soluções para os problemas que a perturbam.

Comentando a narrativa e o jogo, como estimuladores da imaginação infantil aparece Huerta (1995), afirmando que *"a imaginação da criança, que decola através do jogo e das narrativas, é a ferramenta mais poderosa que existe para que ele compreenda o mundo que o rodeia"* (p.44). Esta autora, na seqüência de seu texto, deixa claro a importância do uso da narrativa no contexto escolar como uma ferramenta que possibilita o desenvolvimento de aspectos variados na formação e desenvolvimento da criança.

Já em 1990, Butzow & Butzow afirmavam que apesar da Ciência ser bastante abstrata para as crianças, ela deveria ser compreendida como integrante de seus mundos e que essa compreensão pode ser alcançada através de história, que *"faz isso colocando fatos e conceitos em uma forma que encoraja as crianças a construir hipóteses, prever eventos e realizar testes para determinar se suas idéias são corretas."* (p.29).

Mas como se pode falar de idéias abstratas com e para pensadores "concretos"? Essa resposta é dada em um trabalho de Egan (1994), que afirma ser suficiente observarmos o comportamento imaginativo das crianças para que seja evidenciado que o pensamento dos pequenos incluem o uso constante da abstração. *"É aparentemente claro que a criança pequena típica utiliza conceitos abstratos profundos para dar significação a conteúdos concretos. Parece claro que essa abstração implícita é que produz a conexão e a significação para o conteúdo concreto"* (p.28).

Já que a história infantil é adequada ao ensino e também à vida da criança, acreditamos que será útil e mais confortável a quem nos está lendo saber um pouco, mesmo que de maneira bastante resumida, sobre o que trata nossa história.

A história que usamos

O texto da história *Tão simples e tão úteis* (Barbosa Lima, 1997) se passa em um sítio onde não há eletricidade. Gustavo, o personagem principal, é um menino de cidade grande que vai ao sítio visitar seu avô, que após a aposentadoria decidiu mudar-se para o interior e tomar conta de um sítio para complementar seu orçamento.

Ao chegar ao sítio, Gustavo fica desanimado quando constata a inexistência de eletricidade, o que o proíbe de usar as máquinas com as quais está habituado, principalmente a televisão e os videogames. Conversando com o avô sobre a ausência de máquinas no sítio teve seu argumento contestado e recebeu do avô a promessa de conhecer várias das máquinas que lá existiam e que o auxiliavam em seu trabalho.

No dia seguinte, logo cedo, quando foram pegar água para o banho, Gustavo foi apresentado ao sarilho, máquina completamente desconhecida por ele e que a princípio o menino acreditou tratar-se de um amigo de seu avô. Em seqüência, foram cortar arbustos o que deu oportunidade que seu Tomé, o avô, mostrasse ao neto a tesoura. Para carregar os galhos cortados de um lugar ao outro do terreno foi necessário o uso de um carrinho de mão. No caminho surge um problema: há um degrau que deve ser ultrapassado para colocar os galhos em lugar conveniente. Nesse momento o plano inclinado é construído pelo próprio Gustavo. A última das máquinas, a alavanca, é descrita pelo avô a seu neto durante uma conversa em que combinavam os trabalhos a serem realizados no dia seguinte.

A história termina em uma festa onde Gustavo é apresentado aos amigos de seu avô.

A atividade

Desenvolvemos nossa atividade em uma turma do segundo ano do nível fundamental de uma escola situada na zona oeste da cidade de São Paulo integrada por 30 (trinta) alunos, dos quais 14 (quatorze) são meninas e 16 (dezesesseis) são meninos, com idade média de 8 anos.

Nossa decisão de trabalhar com um segundo ano foi baseada na premissa que a história – *Tão simples e tão úteis* – deveria ser lida e interpretada por eles. Mesmo reconhecendo que esses alunos ainda estão no início dos seus estudos relativamente à leitura e à escrita, acreditamos que eles já têm capacidade para, mesmo que de maneira vagarosa, ler e interpretar o texto da história escolhida.

Mas mesmo julgando que eles poderiam fazer a leitura em casa, de maneira absolutamente autônoma, decidimos, junto com sua professora, que a leitura deveria ser feita em sala, durante os horários reservados ao estudo de Português e de Leitura, para garantirmos que de fato todos leriam e compreenderiam o texto. A leitura integral da história foi realizada em dois dias consecutivos.

Após a leitura, os alunos que já estavam divididos em grupo pela professora, receberam um exercício de raciocínio por escrito para, em grupo, buscarem a solução.

As etapas subseqüentes da atividade foram a discussão em roda, ocasião em que socializam suas idéias, contando a seus colegas a solução encontrada e elaboraram um relato através de uma redação e/ou desenho.

O exercício de raciocínio

A resolução de problemas vem sendo estudada por vários pesquisadores, dentre eles acompanhamos os trabalhos de Gil-Perez e seus colaboradores que vêm estudando o assunto desde muito tempo. Em seu trabalho com Valdés Castro (1997), os autores afirmam que existe um consenso entre os pesquisadores em considerar problema aquelas situações que

apresentam dificuldades e para as quais não se tem respostas prontas. Diante de tais situações torna-se imperioso que tomemos uma postura de investigação.

Como postura de investigação nós entendemos, antes de tudo, a apropriação total do problema a ser solucionado de maneira que seja possível a elaboração de hipóteses e o desenvolvimento de estratégias visando colocá-las a prova na procura da resposta adequada ao problema.

Na conclusão do trabalho Gil-Perez & Valdés Castro afirmam que:

"a idéia básica que subjaz quando o processo de resolução de problemas é concebida como uma atividade de investigação dirigida, esse processo pode representar para os estudantes uma atividade sumamente criativa e interessante, que ao mesmo tempo contribui para uma aprendizagem significativa e para familiarizá-los com as estratégias do trabalho científico"(p.19).

Concordando com a afirmativa de Gil-Perez & Valdés Castro no parágrafo anterior, nós optamos por esse tipo de abordagem junto aos alunos nessa pesquisa para permanecermos fiéis à proposta de respeitar a curiosidade estimulando cada vez mais o raciocínio e a criatividade das crianças.

Para construir esse exercício de raciocínio nos baseamos na história, procurando construí-lo de maneira a levar os alunos a se lembrarem dela e poderem realizar as ligações com suas próprias experiências de vida, para discernirem o que de importante devem considerar para solucionar o exercício proposto.

O exercício sobre o sarilho que foi oferecido a cada um dos grupo pede que eles descrevam a máquina e expliquem como é o seu funcionamento. Abaixo apresentamos o exercício, na íntegra, da maneira que foi submetido às crianças.

"Quando nós fazemos uma viagem, na volta contamos as novidades a nossos amigos. Imagine então que Gustavo, na volta do sítio de seu Tomé, vai contar a seus amigos sobre o sarilho.

Converse com os colegas do grupo sobre como Gustavo explicaria o que é e como funciona o sarilho."

A análise

O que vamos apresentar aqui é a análise de alguns episódios selecionados que ocorreram na grande roda, ocasião em que os alunos comentaram suas soluções.

Partindo da suposição que houve o estabelecimento de uma conversa entre a história e os alunos, mediada pelo exercício de raciocínio e pela pesquisadora, selecionamos os episódios ditos de ensino, definidos por Carvalho (1996) e Carvalho et. al. (1992) como *"aquele momento em que fica evidente a situação que queremos investigar."* (p.6).

Transcrevemos a seguir o primeiro episódio de ensino selecionado e que é também o primeiro diálogo acontecido nesta etapa da atividade.

67. Pesq – Vamos fazer uma roda aqui, um menino, uma menina, um menino, uma menina. A pergunta que aqui vocês tinham que responder e que todo mundo já achou uma resposta [3 segundos]. Eu gostaria que todos falassem sobre essa pergunta, mas eu quero que levantem a mão, quem quiser falar. Não quero que falem tudo ao mesmo tempo senão a gente não entende nada da fita depois, tá; quando forem ver fica uma barulhera que ninguém se entende. Então eu quero saber o seguinte: como foi que vocês fizeram pra imaginar como é que

Gustavo ia conseguir dizer ao amigo dele como é o sarilho e como ele funcionava. Fala Mauro.

68. Mauro – É, o Gustavo ia chegar pro o amigo dele –

69. Pesq – Sim

70. Mauro – Ia falar que viu o sarilho e aí –

71. Pesq – Fala mais alto!

72. Mauro – e daí o amigo dele ia perguntar o que que era o sarilho e aí Gustavo ia falar o sarilho é igual a um poço, busca água, que a água é girada [enquanto fala, faz os gestos relativos ao movimento de girar] por uma manivela, por um balde[sinaliza com meneios de cabeça que não se expressou bem. Corrige de balde para manivela] e girada pela manivela... gira a manivela, o balde busca água, aí roda a manivela para o lado contrário.

73. Pesq – ‘Pera aí Mauro, só um minutinho. É importante que vocês escutem o que Mauro falou, assim como é importante que ele fale um pouquinho mais alto, é importante que vocês não conversem. Continua, Mauro

74. Mauro – gira a manivela para o lado contrário... puxa o balde com a água e aí pega a água e utiliza para várias coisas.

75. Pesq – Muito bem Mauro. E quem mais pode me falar sobre como o Gustavo ia fazer pra descrever o sarilho para o amigo? [6 segundos] Heim? Como é que ele ia fazer, precisava fazer um desenho?

Uma leitura, fala por fala, nos possibilita perceber que Mauro cria uma situação "quase real", ou melhor, seria chamar de imaginária, para sustentar seu pensamento. O amigo de Gustavo parece estar lá, presente e o Gustavo ia chegar pro amigo dele e o personagem da história *ia chegar* para o amigo, ia dirigir-se ao amigo e falar que viu o sarilho. Mauro se apóia na imaginação sugerida pelo exercício: *"Imagine então que Gustavo, na volta ..."* para elaborar sua resposta.

Naturalmente que as outras crianças também tiveram o apoio de suas imaginações para elaborar suas hipóteses que foram explicitadas nesta etapa da atividade, através de suas falas. Mas aproveitando que na fala de Mauro isso aparece com maior clareza e explicitação, recorro mais uma vez a Vygotsky (1997) quando discorre sobre esse tema, a imaginação. Diz o autor:

"(...) O cérebro não se limita a ser um órgão capaz de conservar ou reproduzir nossas experiências passadas, é também um órgão combinador, criador, capaz de reelaborar e criar com elementos de experiências passadas novas normas e colocações"(p.9).

Prossegue afirmando que a esta capacidade criadora do cérebro humano é dado o nome de imaginação ou fantasia, e que esta se apresenta como base de toda a atividade criadora humana, se manifestando em todos os seus aspectos sejam artísticos, científicos ou técnicos. De acordo com o autor:

"(...) Nesse sentido, absolutamente tudo o que nos rodeia e tenha sido criado pela mão do homem, todo o mundo da cultura, diferente do mundo da natureza, tudo é produto da imaginação e da criação humana, baseada na imaginação"(p.10).

Mas para retornar as falas de Mauro uma última observação de Vygotsky deve ser considerada:

"A fantasia não está contraposta à memória, mas se apóia nela e dispõe seus dados em novas e novas combinações."(p.18).

Da observação de que a fantasia ou imaginação se apóia na memória posso afirmar que Mauro recordou a história lida, a combinou com a nova situação apresentada através do exercício de raciocínio e então, apoiado em uma nova situação, fruto de sua atividade criada, formulou sua hipótese de resposta.

Retomando a análise das falas do aluno, que depois de interrompido continua a expor seu raciocínio na fala 72, onde indica que o amigo de Gustavo ficou curioso com o sarilho a ponto de perguntar o que era o sarilho. Neste ponto, Mauro começa a relatar a resposta de Gustavo que é a sua própria e que, de início, é um pouco confusa:

"O sarilho é igual a um poço, busca água, que a água é girada por uma manivela, por um balde e girada pela manivela... gira a manivela, o balde busca água aí roda a manivela para o lado contrário -"

No início de sua descrição Mauro não faz diferença entre o poço e a máquina, o que sofre a ação da manivela é a água, sem a intermediação do eixo, do balde e da corda. Depois de uma breve pausa, ele recomeça com mais segurança e descreve melhor o funcionamento da máquina:

"o que gira é a manivela que faz com que o balde desça e pegue a água e... "gira a manivela para o lado contrário... puxa o balde com a água e aí pega a água e utiliza para várias coisas".

Mauro não explicita mais o que é um sarilho e o que é um poço, mas o funcionamento básico da máquina foi descrito. Mauro respondeu bem ao exercício e se satisfaz com sua intervenção, tanto que não usou novamente a palavra.

Neste próximo episódio pergunta sobre o funcionamento da máquina é mais explícita.

113. Pesq. – Agora, como é que funciona o sarilho? Como é que Gustavo iria explicar?

114. Criança – Com as mãos

115. Pesq. – Com as mãos, Lúcio?!

116. Lúcio – Se chega, roda a manivela, [a fala é acompanhada pelo gesto de girar: gira as mãos como se estivesse movimentando uma manivela (no alto) abaixa as mãos indicando que o balde desce e "gira a manivela" ao contrário para puxar o balde.] tem a água lá no fundo do poço, se abaixa o balde na água, enche o bode [faz um gesto de contrariedade com o engano, que fez seu colegas rirem e corrige a palavra] o balde, se gira ao contrário para puxar

118. Danilo – É...A manivela é, presa é, pela ... pelo pau que gira -[as crianças atrapalham Danilo com risadas, ele continua. Gesticula com descrição. Indica o movimento de giração com o dedo indicador. O aluno mostra expressão de contrariedade e constrangimento quando seus colegas começam a rir.] pra levar o balde até a água do poço, aí quando gira a manivela o pau também gira porque -[Danilo é interrompido por seu colegas que riem excitados pela palavra pau]

120. Danilo – É.. o balde é, fica amarrado na corda aí, quando gira, o pau também gira e leva o balde até a água do poço para poder tirar a água do poço

121. Pesq. - Muito bom, Henry.

Uma observação mais detalhada deste diálogo, vemos que existem três interlocutores: um aluno não identificado, Lúcio e Danilo.

O primeiro a responder a questão sobre como funciona o sarilho é bastante sucinto, afirmando que a máquina funciona com as mãos. Sua afirmação provavelmente é decorrente de uma observação feita por Seu Tomé na história:

O sarilho é uma máquina muito simples, movida à mão humana.

Naturalmente que esta criança não descreveu, e também não era seu propósito, o funcionamento da máquina. Com sua fala ela explicitou qual a força motriz que deveria ser aplicada para a máquina entrar em funcionamento. Infelizmente sua resposta não foi trabalhada na hora, foi cortada com uma exclamação de dúvida e dada a palavra a Lúcio.

Lúcio foi bem econômico em sua descrição, para ele, o movimento imposto à manivela para um lado ou para o outro é suficiente para descrever o funcionamento da máquina. Não há referência aos demais componentes do sarilho.

Já Danilo, ao mesmo tempo que explica em detalhes o funcionamento do sarilho o descreve, fazendo referência a todos os seus componentes. Sua fala é bem próxima da existente no livro *Tão simples e tão úteis*, empregando, inclusive, as mesmas palavras escritas em sua página sete.

Vygotsky (1989b) afirma que

"Para as crianças, pensar significa lembrar, no entanto, para o adolescente, lembrar significa pensar." (p. 57).

Danilo ainda está na infância, com seus oito anos, talvez devido a isso ele tenha lembrado das palavras da história com tanta precisão. Essa lembrança considerando as palavras de Vygotsky, indica que o menino estava verdadeiramente pensando em seu problema.

Apesar de não fazer menção explícita ao fato de a corda estar enrolada ao pau que gira, na primeira parte de sua fala, Danilo dá a entender que ele sabe da existência e da importância da corda.

Este próximo episódio, tendo como tema fundamental o funcionamento do sarilho, apresenta uma variação.

Henry, um aluno bastante falante e criativo sugere a certa altura que poderia haver no balde. Junto com a água uma pedra.

Apesar da idéia de Henry não ser exatamente a de modificar o problema proposto, sua intervenção foi valorizada e serviu para, introduzindo uma dificuldade a mais, sabermos se de fato os alunos compreenderam o funcionamento da máquina.

126. Pesq. – Ah, então, uma coisa interessante que você falou. Peraí, olha aqui, olha o problema novo que o Henry trouxe. Todo mundo está dizendo que vai, desce o balde, pega a água e sobe, mas se dentro do poço, eu não sei como, não conheço esse poço, junto com a água pegar, vier uma pedra, que quê vai acontecer?

134. Marília – É, também se tiver uma pedra, a gente pode perceber porque o balde vai ficar mais pesado do que com a água porque a pedra é mais pesada que a água.

É conveniente esclarecer que entre a colocação da pergunta, fala 126, e a resposta de Marília, fala 134, houve outras intervenções, contudo sem grandes contribuições para nossa pesquisa.

O tema vai ser reapresentado de uma maneira interessante, em forma de dúvida, por Danilo.

153. **Danilo** – Se pegar a água, o balde fica *pesado* ... então, como é que a pessoa vai saber se tem ... se a água tem uma pedra ou não? E se pegar muita água o balde vai ficar pesado.

155. **Julie** – Também se tiver alguma pedra... ele já vai estar acostumado com o peso... aí, ele vai estar um pouco mais pesado na hora que pegar e vai escorregar da mão.

158. **Marília** – se tiver uma pedra, o balde vai ficar pesado.

159. **Pesq.** – Olha só que interessante a Marília falou: com a pedra o balde fica mais pesado ... E o que que vai acontecer se o balde ficar mais pesado?

Surge nesse diálogo, na fala de Marília, uma palavra nova no discurso: *pesado*. Em sua primeira fala, a 134, Marília afirma que a diferença de peso entre o balde retirado do poço exclusivamente com água e outro com água e pedra será o determinante para se saber se há ou não algo além de água no balde. Infelizmente Marília não diz como a pessoa que está retirando a água do poço através de um sarilho vai perceber a variação do peso do balde.

Depois de algumas falas, Danilo, que se mantinha em silêncio, recupera a idéia de Marília e expõe sua dúvida.

Esse comportamento de Danilo, esse tempo que demorou para novamente intervir na atividade através de sua fala encontra explicação em **Bakhtin(1997)**:

"Uma resposta fônica, claro, não sucede infalivelmente ao enunciado fônico que a suscita: a compreensão responsiva ativa do que foi ouvido (por exemplo, no caso de uma ordem dada) pode realizar-se diretamente como um ato (a execução da ordem compreendida e acabada), pode permanecer, por certo lapso de tempo, compreensão responsiva muda (certos gêneros do discurso fundamentam-se apenas nesse tipo de compreensão, como por exemplo, os gêneros líricos), mas neste caso trata-se, poderíamos dizer, de uma compreensão responsiva de ação retardada: cedo ou tarde, o que foi ouvido e compreendido de modo ativo encontrará um eco no discurso ou no comportamento subsequente do ouvinte..." (p. 290-291)

Para Danilo, parece que não há diferença de peso entre o balde com água e com água e pedra, como disse Marília, porque se o balde vier cheio, com muita água ele já estará pesado.

Quem responde a Danilo é Julie, quando afirma que o peso do sistema balde/água já é suficientemente conhecido do operador da máquina – "... *ele já vai estar acostumado com o peso*" – para que ele perceba a variação provocada pela introdução de mais um elemento nesse sistema. Ou em outras palavras, o operador da máquina já conhece o esforço que deve fazer para trazer o balde cheio d'água até a borda do poço.

O substantivo peso, assim como o verbo pesar e os adjetivos pesado e pesada, são palavras comumente empregadas nas aulas de Física, assim como o são na vida cotidiana.

Peso, quando usado na Física, tem um significado muito bem definido e encerra um conceito menos simples do que pode parecer. Quando, em ciência, há referência ao peso de um corpo, o que se está fazendo é uma referência a uma força particular, bem determinada, produto da aceleração da gravidade, local ou média, sobre a massa do corpo em questão. Naturalmente que se a aceleração da gravidade for considerada constante, havendo um acréscimo ou decréscimo de massa ao corpo seu peso variará proporcionalmente.

Arcá, Guidone & Mazzoli (1990) em suas experiências com crianças através de jogos concluíram que:

"... Nenhuma criança, como nenhum leigo, pode por, realmente, em dúvida o fato de que em situações de experiência normal o peso de um objeto seja sempre o mesmo; o que aparece como algo mais duvidoso é o conjunto das modalidades com as quais um objeto pesado interage com um certo contexto (como no caso em que um corpo "parece" pesar mais, porque requer um "esforço" maior para ser sustentado)" (p.130).

No mundo de relações a palavra peso pode ter vários significados. Aqui, nas falas em questão, as crianças utilizam as palavras peso e pesado para expressarem o maior ou menor esforço que deve ser feito pelo operador da máquina para deslocar o balde até a borda do poço. Para Bakhtin (1997):

*"As significações lexicográficas das palavras da língua garantem sua utilização comum e a compreensão mútua de todos os usuários da língua, mas a utilização da palavra na comunicação verbal ativa é sempre marcada pela individualidade e pelo contexto. Pode-se colocar que a palavra existe para o locutor sob três aspectos: como **palavra neutra** da língua e que não pertence a ninguém; como **palavra do outro** pertencente aos outros e que preenche o eco dos enunciados alheios; e, finalmente, como **palavra minha**, pois, na medida em que uso essa palavra numa determinada situação, com uma intenção discursiva, ela já se impregnou de minha expressividade,* (p.313)

O que tanto Marília quanto Julie afirmam através de **suas** palavras, carregadas de expressividade cotidiana é que vai haver uma variação no esforço feito por quem está buscando a água e que este esforço deve ser proporcional ao aumento da massa no balde, caso contrário, como afirmou Julie, ele não vai agüentar. No vocabulário científico, ou como diz Lemke no padrão temático usual em aulas de Física, a força a ser empregada deverá ser mais intensa para superar a força resistente, o peso, que segundo a idéia dos alunos será maior se houver uma pedra dentro do balde.

Procurando confirmar a idéia exposta acima é que surge o problema que abre o próximo episódio de ensino.

Este próximo episódio, é uma variação do problema anterior onde procurei criar uma situação em que a quantidade de água a ser retirada do poço fosse de fato variada. Para isso foi proposto o seguinte problema:

"Olha só, nós vamos supor que o Seu Tomé tinha dois baldes. Espera só um pouquinho. Um balde é esse da história que todo mundo já conhece. O outro balde é um pouco maior. Que quê vai acontecer quando ele for tirar a água desse, com esse outro balde?"

Há algumas intervenções, mas nosso objetivo não foi alcançado. Foi então necessário refazer a questão, tornando-a mais simples e objetiva e depois, mais uma vez, foi preciso reafirmá-la.

173. Pesq. – Mas, como é que seria o funcionamento com esse outro balde, seria igualzinho do que com o balde menor ?

174. Kauê – Seria mais ou menos.

175. Pesq. – Mais ou menos, Ferdinando?

176. Ferdinando – O balde menor carrega menos água e também não fica com muito peso.

A resposta à pergunta da fala 173 é muito tímida. Kauê sabe que vai haver alguma modificação. O funcionamento do sarilho com esse novo balde não será exatamente igual, mas também não será totalmente diferente.

Ferdinando é quem começa a perceber onde estará a variação, apoiado na idéia formulada por Marília, a relação entre o tamanho do balde e o seu peso é trazido à discussão.

Há outras falas entre a de Ferdinando e a 184, próxima fala selecionada para esse episódio, entretanto, são falas referentes à quantidade de água e a possibilidade de vazamento e desperdício. Para recolocar a discussão na direção desejada, o problema é reapresentado dando ênfase, desta vez, não ao funcionamento do sarilho, mas ao comportamento de seu Tomé, frente à novidade do balde maior.

184. Pesq. – Vai vazar? E o Seu Tomé, prá tirar água do poço com esse novo balde, esse balde grande, vai agir igualzinho?

185. Criança – Não

186. Marília – Usando mais força.

187. Pesq. – Ah... ouve ali a Marília, ao invés de ficar só assim. Fala, Marília.

188. Marília – Ele usa mais força pra esse balde maior.

189. Pesq. – Por quê?

190. Marília – Por causa que o balde maior pega mais água e a água pesa e ele tem que usar mais força.

191. Pesq. – Muito bem, Henry.

Posta a pergunta de maneira mais adequada a resposta vem de imediato.

O aluno que não está identificado afirma categórico que Seu Tomé não age da mesma maneira com os dois baldes.

É Marília, mais uma vez, que introduz uma nova palavra. Não é uma palavra qualquer. Ela está dentro do contexto: usando mais força. Contudo, mais uma vez não é possível afirmar que a aluna está se referindo a força com o sentido estrito dado a esta palavra pela Física, posto que no sentido coloquial essa palavra é utilizada com uma grande gama de significações, dentre eles o relacionado ao esforço, esforço físico realizado ou sofrido por alguém.

Como afirmam Arcá, Guidone & Mazzoli (1990):

"... a palavra força, assim como muitos termos científicos, é utilizada na linguagem comum numa extraordinária quantidade de significados diferentes, concretos e figurados, muitos dos quais têm um poder de evocação extremamente intenso ("a força" do vulcão, de vontade, do destino, da bomba...). Poderíamos dizer que mais que com uma palavra correspondente a um "conceito" definido, estamos diante de uma metáfora polivalente, com a qual se representam de fato uma grande quantidade de situações, de propriedades, de emoções, etc.; e esta enorme bagagem de significados, de todo modo presente não só em pessoas adultas mas também nos jovens, condiciona através do uso normal da linguagem, de maneira mais ou menos implícita qualquer ulterior processo de aprendizagem ou de organização cognitiva orientada a um fim..." (p.121 e 124)

Retomando a análise da fala de Marília que continua, na fala 188, fazendo a relação entre a força que deve ser empregada por seu Tomé no novo balde:

"Ele usa mais força pra esse balde maior."

Traduzindo as palavras de Marília e recordando suas falas anteriores, podemos dizer que se o balde é maior, leva mais água, portanto o balde ficará mais pesado e para compensar e vencer essa resistência, deve ser feito maior esforço para girar a manivela. O que nas palavras de Marília está dito dessa forma:

"Por causa que o balde maior pega mais água e a água pesa e ele tem que usar mais força".

Algumas observações e conclusões sobre a atividade

Pudemos perceber logo de início, durante a execução de nossa atividade, que as crianças se entusiasmaram com a constatação que há máquinas que podem ser movidas com suas mãos, sem necessidade da utilização de outras fontes de energia.

A primeira variação do exercício de raciocínio proposto foi realizada com base na intervenção de um aluno, Henry, o que indica que o problema original foi apropriado por ele e despertou sua curiosidade para uma nova situação.

As falas durante a discussão na roda, de um modo geral, apresentavam um raciocínio completo, mesmo que a explicação nele contida não fosse exatamente a correta.

Houve a introdução de palavras empregadas tanto no cotidiano quanto no vocabulário científico, numa clara tentativa de melhor expressar e precisar a idéia.

Podemos concluir que a atividade alcançou seus objetivos, posto que os alunos construíram o conhecimento necessário para explicar total ou parcialmente o funcionamento da máquina.

Referências bibliográficas

- ARCÁ, A; GUIDONE, P. & MAZZOLI, P. *Enseñar Ciencias*, Paidós, 1990.
- BARBOSA LIMA, M. C., Carvalho, A. M. P. de & GONÇALVES, M. E. R. A Escrita e o Desenho: instrumentos para análise da evolução dos conhecimentos físicos, *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 15, n. 3, p. 223-242, dez., 1998.
- _____. *Tão Simples e Tão Úteis*. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1997
- _____. Nascimento e evolução de uma proposta de apresentação da Física no primeiro segmento do primeiro grau. *Caderno Catarinense de Ensino de Física* v. 12, n. 2, p. 107-122., 1995.
- _____, ALVES, L. A. de & GONÇALVES LEDO, R. A. Contando História.....Apresentamos a Física. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 13, n. 2, p. 89-107, 1996.
- BETTELHEIM, B. *A Psicanálise dos Contos de Fadas*, 9ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.
- BUTZOW, C. M. & BUTZO, J. W. Science Through Children's literature: an integrates approach. *Science Activities*, v. 27, n. 3, p. 29-33, 1990.
- CARVALHO, A M. P.; VANNUCHI, A I., BARROS, M. A , Gonçalves, M. E. R. & Rey, R. C. *Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico* São Paulo: Scipioni, 1998
- _____. O uso do vídeo na tomada de dados: pesquisando o desenvolvimento do ensino em sala de aula *Pró-Posições* v. 7, n. 1[19], p. 5-13, 1996.

- _____; CASTRO, R. S.; LABURU, C. E. & MORTIMER, E. F. Pressupostos epistemológicos para a pesquisa em Ensino de Ciências, *Cadernos de Pesquisa*, n. 82, p. 85-89, 1992.
- EGAN, K. Young Children's Imagination and Learning: engaging children's emotional response. *Young Children*, v. 49, n. 6, p. 27-32, 1994.
- _____. La Comprensión de la Realidad en la Educación Infantil y Primaria Madrid: Morata, 1991.
- ELLIS, S & KLEINBERG, S Helping Teachers Support Young Children in Science Enquires. *Education 3-13*, outubro p. 59-64, 1997
- GALLAS, K. *Talking Their Way into Science*. New York: Teachers College, Columbia University, 1995.
- GIL PERÉZ, D. & VALDÉS CASTRO, P. La resolución de problemas de física: de los ejercicios de aplicación al tratamiento de situaciones problemáticas. *Revista Enseñanza de la Física*, v. 10, n. 2, p. 5-20, 1997
- GONÇALVES, M. E. R. *O Conhecimento Físico nas Primeiras Séries do Primeiro Grau*. Dissertação (Mestrado em Educação). Instituto de Física e Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo, 1991.
- HARLEN, W. Teaching for Understanding in Pre-Secondary Science in: Fraser, B.J. & Tobin, K. G. *International Handbook of Science Education*. Kluwer Academic Publishers p. 183-197, 1998 a.
- _____. Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, 2a ed., Madrid: Morata, 1998 b
- _____. Jelly, S. *Developing Science in the Primary Classroom*. London: Longman, 1997
- HUERTA, A. E. La Narrativa en la Escuela Básica. *Investigación en la Escuela*, v. 25, p. 43-48, 1995.
- KAMII, C. & DEVRIES, R. O Conhecimento Físico na Educação Pré-escolar: implicações da teoria de Piaget. Porto Alegre: Artes Médicas, 1986
- LEMKE, J. L. *Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós, 1997.
- PIAGET, J. *Où va l'éducation* Paris: Denöel/Gonthier, 1972/1948.
- SWIFT, G. *Waterland*. Penguin, 1992.
- VYGOTSKY, L. S. La imaginación y el arte en la infancia. 2 ed. México: Fontamara, 1997.
- VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e linguagem* São Paulo: Martins Fontes, 1989a.
- VYGOTSKY, L. S. *A Formação Social da Mente - 3ª ed.*, São Paulo: Martins Fontes, 1989b.

**Artigo recebido em março de 2001 e
selecionado para publicação em outubro de 2002.**