

RELATO DE EXPERIÊNCIA

CONHECIMENTO FÍSICO NAS PRIMEIRAS SÉRIES DO 1º GRAU: O PROBLEMA DO SUBMARINO

Maria Elisa Rezende Gonçalves
Anna Maria Pessoa de Carvalho
Universidade de São Paulo

RESUMO

No presente trabalho procuramos investigar como os alunos começam a construir o conhecimento físico, em sala de aula, no contexto do ensino de ciências das quatro primeiras séries do 1º grau. Para isso, planejamos e testamos uma atividade para a 2ª série. A flutuação é o conceito físico principal envolvido na atividade. O problema que propusemos aos estudantes foi conseguir que um submarino afundasse e flutuasse. O objetivo do experimento é fazer com que os alunos se envolvam num trabalho de investigação, resolvam o problema por meio de sua própria ação e possam elaborar relações causais. A atividade foi gravada em vídeo. Pudemos observar que a ação dos alunos durante a experimentação passa por várias etapas. No começo eles agem para conhecer o "submarino", em seguida agem para obter com ele as reações que desejam. Seguem-se ações no sentido de ter consciência de como os efeitos foram realizados e, por último, explicam-se as causas.

ABSTRACT

KNOWLEDGE OF THE PHYSICAL IN THE FIRST THROUGH FOURTH GRADES: THE SUBMARINE. In this paper, we have sought investigate how students begin to construct knowledge of the physical, in a classroom, within the context of teaching science to fourth graders. To do so, we planned and tested an activity for the second grade. Floating is the main physical concept involved in the activity. The problem we proposed to the students was to make a submarine sink and then float. The objective of the experiment is to lead the students to become involved in investigative work, to solve the problem on their own, and work out causal relations. By videotaping the activity, we were able to observe the action of the students goes through various stages of the experiment. In the beginning, they set out to "know" the "submarine", then they act in order to get from the submarine the reactions they want. Then they act the grasp of how the effects were reached and, lastly, the causes are explained.

O problema com o qual nós, professores, nos deparamos hoje ao ensinarmos Física é compreender como esse conhecimento é construído pelos estudantes.

A literatura específica sobre pesquisa em ensino de Ciências tem detectado, nas mais diversas sociedades e nos diferentes campos da Física, uma grande variedade de conceitos espontâneos, isto é, conceitos construídos pelos estudantes a partir de uma relação causal diversa da causalidade física aceita atualmente pela sociedade científica (Clough e Driver, 1986; Gil-Perez e Carrascosa, 1985; Hashwen, 1986; Driver, Guesnes e Tiberghien, 1985). Tomarmos conhecimento da existência dos conceitos espontâneos não seria problema para o ensino de Física se estes conceitos não interferissem na aprendizagem realizada em sala de aula. Porém, o que as pesquisas têm demonstrado insistentemente é que não podemos considerar o aluno como uma tábula rasa, ignorando os conhecimentos construídos anteriormente ao ensino sistemático. Se não levamos em conta o conhecimento espontâneo que o aluno traz para a sala de aula, ao final de um curso os alunos terão duas explicações para um mesmo fenômeno: uma, com base nos conhecimentos recém-adquiridos na escola; e outra, fundada na causalidade construída espontaneamente e muitas vezes de forma pontual (Viennot, 1979; Villani, Pacca e Hosoume, 1985; Rowell, 1989).

As pesquisas têm demonstrado ainda a dificuldade de conseguirmos, em sala de aula, realizar a mudança conceitual, isto é, fazer com que os alunos não fiquem com as "duas Físicas", mas realmente troquem os conceitos espontâneos pelos conceitos físicos, as explicações causais espontâneas pelas explicações causais coerentes segundo as teorias físicas (Gil-Perez e Carrascosa, 1985; Driver e Oldham, 1986; Gil-Perez e Carvalho, 1992). Se partirmos do princípio de que o aluno é o construtor de seu próprio conhecimento e que a construção do conhecimento é contínua, isto é, todo conhecimento é construído a partir do que já conhecemos, então algumas perguntas se colocam: como a criança começa a construir o conhecimento físico? como a construção do conhecimento físico está relacionada com a causalidade? Estas são perguntas teóricas cujas respostas darão suporte para podermos fazer as perguntas-chave de um professor de Física: Como o conhecimento físico é construído, em sala de aula, pelos alunos? Como nós, professores de Física, podemos ajudá-los nessa construção?

Estas são questões que o Grupo de Pesquisa em Didática de Ciências e Matemática da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo se propôs estudar e às quais presentemente está procurando responder no contexto do ensino de Ciências para as primeiras séries do primeiro grau.

Neste trabalho, utilizamos os princípios de ensino que Kamii e Devries (1986) extraem da teoria piagetiana quando esta descreve os níveis evolutivos de ação que a criança pode ter na sua relação com os objetos do mundo físico. O primeiro nível de ação da criança é conhecer os objetos e ver como eles fun-

cionam. Em seguida, a criança pode obter dos objetos alguns efeitos desejados. Seguem-se as ações no sentido de ter consciência de como os efeitos foram produzidos e, por último, as explicações de suas causas.

Kamii e Devries (1986) desenvolveram o seu trabalho criando atividades de conhecimento físico para crianças pré-escolares. As autoras mostraram que os níveis de ação possíveis dessas crianças sobre os objetos do mundo físico não alcançam as explicações das causas dos fenômenos envolvidos.

Paralelamente, o construtivismo nos ensina que as novas relações são construídas pela coordenação daquelas que foram estabelecidas anteriormente e que um novo conhecimento é sempre uma extensão do conhecimento que já se possui. Colocamo-nos então a seguinte questão: como devem ser conduzidas as atividades de ciências nas quatro primeiras séries do 1º grau a fim de que os alunos alcancem níveis mais elevados de conhecimento físico?

A nossa proposta é planejar atividades de conhecimento físico para essas primeiras séries que dêem oportunidade às crianças de alcançarem as explicações causais.

A pesquisa consiste em criar algumas atividades que evidenciem como as crianças constroem o conhecimento sobre determinados fenômenos, pois, como propõem Driver e Oldham (1986), talvez a mais importante implicação do modelo construtivista seja "conceber o currículo, não como um conjunto de conhecimentos e habilidades, mas como um programa de atividades através das quais tais conhecimentos e habilidades possam ser constituídos e adquiridos".

Iniciaremos cada atividade propondo um problema que faça com que a criança se debruce em busca de uma solução, pois propor um ensino construtivista, mesmo para as primeiras séries do 1º grau, supõe sempre pensar a aprendizagem como uma resolução de "situações problemáticas" de interesse dos alunos (Gil-Perez e Torregrosa, 1987; Weatley, 1991). Do mesmo modo Bachelard (1938) mostra que todo conhecimento é a resposta a uma questão, e o que pretendemos com as nossas atividades é estudar como as crianças iniciam a construção do conhecimento físico na escola.

A fim de que as atividades levem em conta as idéias, visão de mundo, destrezas e atitudes que os alunos possuem (Gil-Perez e Carvalho, 1992), buscamos estudar as pesquisas sobre a psicogênese dos conceitos que mostram como as crianças constroem seu conhecimento causal sobre os fenômenos físicos (Piaget, 1934; Piaget e Garcia, 1971; Inhelder e Piaget, 1976). São as noções rudimentares e espontâneas que as crianças já trazem consigo que nos guiarão na realização das etapas seguintes. Sabendo de antemão como as crianças pensam a respeito desses fenômenos, poderemos planejar atividades nas quais elas tenham a possibilidade de se expressar, dando-nos condições de propor as perguntas pertinentes à sua realidade (Coll, 1993).

Levando em conta o caráter social da construção do conhecimento (Gil-Perez et al., 1991; Perret-Clermont, 1978; Rivièrè, 1990; Coll e Colomina, 1990), organizamos grupos cooperativos e facilitamos os intercâmbios entre os mesmos. Para que as crianças pudessem refletir sobre o que fizeram e falar livremente, mostrando como tomaram consciência do fenômeno estudado e dando sua explicação para ele (Kamii e de Devries, 1986), promovemos discussões em roda, onde todos tinham oportunidade de se expressar e de trocar idéias. Após a discussão, as crianças produziram pequenos textos e desenhos, baseados na atividade.

O PLANEJAMENTO DA ATIVIDADE

Uma atividade deve conter um problema relativo ao fenômeno escolhido, com o qual a criança se envolva e se interesse em resolver. Na solução desse problema, a criança deve passar por algumas etapas, cuja seqüência reflita os princípios de ensino que Kamii e Devries (1986, p.63) estabeleceram com base na teoria genética: 1) agir sobre os objetos para ver como eles reagem; 2) agir sobre os objetos para realizar um efeito desejado; 3) ter consciência de como se produziu o efeito desejado; 4) dar as explicações das causas.

O objetivo não é ensinar um conceito ou dar explicações científicas de forma acabada, mas oferecer oportunidade para que as crianças se envolvam num clima de experimentação, isto é, ajam sobre os objetos que lhes fornecemos, buscando estabelecer relações entre o que elas fazem e como os objetos reagem à sua ação. A criança deve se sentir livre para propor novas idéias e problemas, apesar de no início da atividade já existir um problema proposto.

Atividade de conhecimento físico, deve fazer com que as crianças coloquem objetos e acontecimentos em relação, e possam buscar as causas dessa relação.

Naturalmente, o assunto não se esgota em uma atividade, que é um meio, não um fim. Algumas questões e problemas levantados pelas crianças serão respondidos por elas mesmas ao longo dos dias, anos e talvez nunca sejam respondidos por todas.

O importante é sabermos quais as hipóteses que as crianças formulam acerca de um fenômeno para que elas tenham a possibilidade efetiva de traduzir as hipóteses em palavras, ações, perguntas e respostas. Não pretendemos sistematizar conhecimentos nem discutir as diferentes hipóteses com o fim de chegar a uma hipótese única, a um consenso. Acreditamos que as atividades de conhecimento físico nas séries iniciais sejam momentos que abram as possibilidades de estabelecer relações e explicações e não implicam o estabelecimento de relações e explicações necessárias e únicas.

O TESTE DE ATIVIDADE

Decidimos trabalhar com a 2ª e a 3ª séries do 1º grau, pois nessa fase as crianças já têm conhecimento de leitura e escrita.

As aulas foram gravadas em videoteipe. Esse recurso é interessante porque possibilita ao pesquisador (e ao professor) rever um acontecimento tantas vezes quantas forem necessárias, ver aquilo que não era possível ser visto por ele durante a aplicação do experimento e, mesmo, descobrir fatos que só se revelam quando observamos uma situação várias vezes.

Da mesma forma que a criança lê o experimento de acordo com seus esquemas de assimilação, também o pesquisador só "lê" numa gravação aquilo que desperte o seu interesse ou que seus instrumentos de leitura e de interpretação permitam.

Como o nosso problema é o da criação de algumas atividades que são planejadas a fim de que a ação da criança seja favorecida na busca das explicações causais e, ainda, que possamos conhecer como as crianças constroem um conhecimento físico numa situação de ensino, tratamos de analisar o vídeo procurando observar se as crianças realmente passam, na construção do seu conhecimento, pelas etapas preconizadas por Kamii e Devries (1986) e como é o seu desempenho em cada uma dessas etapas.

O PROBLEMA DO SUBMARINO

Vamos expor aqui, como exemplo, uma das atividades planejadas: o problema do submarino.

A lei que rege o comportamento de um corpo mergulhado na água diz que o corpo flutua se sua densidade é menor que a densidade da água e afunda se ocorrer o contrário.

Existem muitas relações a serem estabelecidas para se chegar a essa lei. Em primeiro lugar, a densidade é a relação entre a massa e o volume de um corpo. Em segundo lugar, o corpo quando é colocado na água ocupa um espaço no interior dela e faz deslocar este mesmo volume de água. É, portanto, a relação entre o peso do corpo e o peso da água que ele deslocou quando imerso que define a flutuação.

A lei da flutuação dos corpos em líquidos não é inteiramente acessível às crianças das primeiras séries escolares, pois esses sujeitos ainda não possuem as noções de conservação do volume e do peso, nem as estruturas lógicas de dissociação de variáveis necessárias para elaboração da noção de densidade (Inhelder e Piaget, 1976).

Tendo em vista a complexidade das relações envolvidas no conceito de flutuação, em nosso trabalho tratamos de encontrar uma situação experimental em que algumas variáveis pudessem, de antemão, ser por nós controladas. O que pretendemos não é desenvolver uma atividade para as crianças classificarem os objetos em flutuantes e não flutuantes, mas

criar uma situação em que alguma explicação causal para a flutuação possa ser explicitada pelas crianças das séries iniciais.

Encontramos no *Manual de la Unesco para la enseñanza de las Ciencias* (1969) a sugestão de uma atividade que consiste basicamente na construção de um dispositivo que pode funcionar como um submarino.

O "submarino" pode ser feito utilizando um frasco de material transparente (vidro ou plástico) de pequena capacidade (100 ml), uma rolha de cortiça ou borracha com dois furos, 2 tubinhos (reservatório de tinta de caneta esferográfica ou canudinho de refresco do tipo rígido) e 50 cm de tubo de borracha flexível. Os canudinhos são introduzidos nos orifícios da rolha. Em um deles é acoplado o tubo de borracha, vedando-se bem. O frasco é tapado com a rolha e colocado numa bacia com água. O problema é encontrar uma maneira de fazer com que o frasco atue como um submarino, afundando e flutuando na água.

Chupando o ar através do tubo de borracha a água entra no submarino, fazendo-o afundar. Para fazê-lo flutuar, basta soprar através do tubo de borracha que a água sai através do outro canudinho.

A partir dessa idéia, planejamos um experimento em que as crianças, lidando com o submarino na tentativa de fazê-lo subir e descer na água, tomem consciência das suas ações e das respectivas reações do submarino, e possam também dar uma explicação causal para o seu funcionamento.

DESCRIÇÃO DO TRABALHO DE UM DOS GRUPOS

Minuto 1

Os vidrinhos e as bacias já estão sobre as mesas. Dizemos que os vidrinhos podem ficar parecendo um submarino. Perguntamos aos alunos se sabem o que é um submarino, se ele fica só dentro da água ou se pode boiar também.

"Eu já vi na televisão. Tem uma hélice."

"É um meio de transporte."

Minuto 2

"Ele também bóia."

Propomos o problema: o que devem fazer os alunos para o vidrinho subir e descer na água.

Minuto 3

Um menino coloca o submarino na água. Sopra através da mangueirinha. Vemos bolhas na água. Outro menino faz a mesma coisa.

Minuto 4

Um aluno afunda o submarino com a mão e o mantém assim sob a água. Sopra através do tubo de borracha, saem bolhas na água. Retira a mão que sus-

tenta o submarino, que então flutua. Outro menino destampa o vidrinho.

Minuto 5

Trocam o submarino por um outro menor. Um menino toma o submarino do outro. Ele o coloca na água. Afunda-o com a mão e o mantém submerso. Enquanto isso sopra através do tubo de borracha. Aparecem bolhas na água. De vez em quando tira o vidrinho da água, olha para ele e o afunda de novo, com a mão.

Minuto 6

"Ah! Já sei!" Este menino destampa o vidrinho, enche-o de água. O vidrinho afunda. Coloca o tubo de borracha na água também.

Minuto 7

Outro menino pega a extremidade livre do tubo de borracha e põe na boca. *"Agora sopra... sopra!"* Um dos meninos tira o submarino da água enquanto o outro continua soprando através do tubo de borracha. A água espirra em um deles. *"Seu burro, você não sabe como faz!"* *"Sopra que a água sai!"*, recoloca o vidrinho na água. *"Olha! Olha!"*, o submarino flutua. *"Agora chupa! Chupa!"*, o submarino afunda. *"Olha aí!"*, *"Dá licença!"* (um aluno afasta um colega de outro grupo que tenta se aproximar).

Perguntamos o que fizeram. *"Enche de ar e sai a água."*

Minuto 8

Um aluno destampa o vidrinho e tira a água de dentro dele. Recoloca a tampa e o coloca na água. Chupa a extremidade do tubo de borracha. O submarino afunda. Sopra através do tubo, formam-se bolhas na água e o submarino sobe.

Minuto 9

Os estudantes brincam com a água da bacia. Jogam água uns nos outros.

Minuto 10

Um menino acena para a câmera. Um outro coloca o vidrinho na água e o tubo de borracha na boca. *"Chupa! Chupa!"* Um outro menino ajeita o submarino na água de modo que o canudinho fique imerso. *"Vai sair o ar e entrar a água."* O submarino afunda. *"Agora sopra! Sopra!"*

Minuto 11

O menino sopra forte (fica até vermelho). O submarino flutua rápido.

Minuto 12

Um menino chupa a extremidade do tubo de borracha. O submarino afunda. Depois sopra, aparecem bolhas na água e o submarino sobe.

Minuto 13

O submarino fica abandonado sobre a mesa. O grupo se dispersa. Crianças de outros grupos ocupam a mesa que tinha ficado muito molhada. Além disso, um local com mesas espalhadas não propicia uma boa discussão. Por saber disso, tínhamos preparado de antemão uma sala ao lado daquela onde estávamos, com carteiras dispostas num semicírculo para poderemos gravar as falas das crianças com maior clareza.

Minuto 16

Dizemos que quem já tentou e já conseguiu fazer o submarino descer e flutuar vai passar para a sala ao lado.

Minuto 18

As crianças se ajeitam nas carteiras.

Minuto 19

Perguntamos se fizeram a experiência do submarino e se todos conseguiram fazê-lo flutuar e afundar. *"Conseguimos."*

Uma criança reclama que os colegas não a deixaram tentar. Começamos então a pedir que os alunos nos contassem o que fizeram.

Minuto 20

Criança 1: *"Pra descer a gente chupava e pra subir a gente ainda não descobriu."*

A turma se movimentava, Ouvem-se muitos: *"Eu descobri"*.

Criança 2: *"Pra subir, eh! assoprei e pra descer chupe!"*

Minuto 21

Começamos a pedir que os alunos nos explicassem por que o vidrinho subia.

Criança 2: *"Subia porque... nós assoprava ele tava cheio d'água". "Não, porque tava vazio."*

Criança 3: *"Pro submarino subir tem que assoprar e pra abaixar tem que sugar"*.

Criança 4: *"Pra subir a gente assoprava e pra descer a gente assoprava também. Ele tava vazio... por isso ele flutuava... quando ele tava cheio de ar"*.

Criança 4: *"A gente punha o canudinho pra baixo... a gente chupava entrava a água... ele descia"*.

Minuto 22

Criança 5: *"Pra gente descer a gente pegava o canudinho e chupava... pra descer (hesita)... pra flutuar a gente deixava o vidrinho sem água... assoprava"*.

Criança 6: *"Pra gente subir ele a gente tem que soprar pra entrar o ar e sair a água e pra descer a gente sugava e o a... ag... (hesita) o ar e entrava a água"*.

Criança 6: *"Ele descia"*.

Perguntamos se todos tinham visto a mesma coisa. Coro: *"Vimos!"*

Minuto 23

Um aluno que já estava com a mão erguida pedindo a palavra havia algum tempo, diz:

Criança 7: *"Pro vidrinho subir a gente assoprava porque o ar quando sai da gente é quente e o vidro também não deixa o ar sair... aí continua quente e ar quente faz subir"*.

Perguntamos se eles gostaram da experiência. Coro: *"Gostamos!"*

Encerramos a atividade pedindo aos alunos para que escrevessem, contando sobre o que fizeram. Eles deveriam fazer um desenho também.

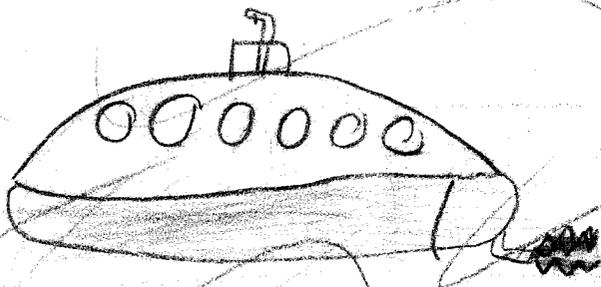
1º

O centro da submersão.



2º

Aspirar para a água sair das narinas.
narinas.



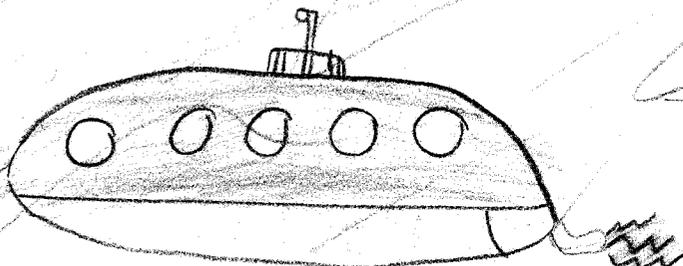
Eu entendi que quando a gente

aspirar ele desce e quando a
gente chupa ele sobe por que

quando sobe quer dizer que
tem ar e quando desce quer dizer

que tem água por dentro da

entrada



ANÁLISE DOS DADOS

As primeiras ações das crianças tiveram por objetivo conhecer melhor o vidrinho e suas propriedades e ver como ele reagia a essas ações (minuto 3).

Observamos muitas crianças tentando fazer o vidrinho afundar, empurrando-o com a mão (minuto 4). Muitas delas tentaram isso mais de uma vez, indignadas com a subida do submarino. Algumas trocaram também de submarino (minuto 5).

Como há um tubo preso a um dos canudinhos do vidro, acreditamos que o comportamento das crianças, de colocar o vidrinho na água e começar a soprar a mangueirinha, tenha sido sugerido pelo próprio material.

Um dos grupos (minuto 6), após sucessivas tentativas de afundar o vidrinho com as mãos, resolve tirar a tampa do vidrinho, enchê-lo de água, tampá-lo novamente e, em seguida, colocando-o na água, acreditam já terem descoberto a maneira de fazê-lo afundar: *"Ah! já sei!"*. Em certo momento, um componente desse grupo colocou a mangueirinha na boca e começou a soprar (minuto 7). Já no minuto 5 uma criança tira o vidrinho da água e, como a outra estava soprando pela mangueirinha, a água de dentro do vidrinho espirrou por todo lado, molhou alguns e fez com que eles percebessem que soprar faz a água sair.

As crianças se revezavam para soprar o canudinho, e as que já tinham descoberto o que fazer para que o vidrinho boiasse e afundasse tentavam expressar aos colegas sua descoberta, mas nem sempre o fizeram de forma delicada. Ouvia-se muitas vezes: *"Ó seu burro. Você não sabe como faz"* (minuto 7).

Um fato interessante é o de que alguns grupos não quiseram compartilhar o segredo da descoberta com outros grupos, fazendo-nos crer que a atividade desenvolveu certa competitividade em alguns. Um aluno do grupo 1 (minuto 7) disse: *"Dá licença"*, afastando um colega de outro grupo, para que ele não visse o que estavam fazendo.

Certa criança do grupo 2, ao conseguir fazer o vidrinho subir e descer, pulou de alegria, balançou os braços para cima e nos chamou para mostrar como havia feito (minuto 12), o que nos indica que o problema que lhe propusemos fora bastante instigador e recebido como um desafio.

Paralelamente a fazer subir e descer o submarino, algumas crianças se interessavam em entender melhor o vidrinho. Nós havíamos colocado uns pesos dentro dele para permitir que ficasse boiando horizontalmente na água. Algumas perceberam isto e perguntaram o porquê. Outras perceberam também que era preciso que o canudinho sem a mangueirinha ficasse imerso na água, senão não funcionaria (minuto 10).

À medida que o tempo passava, os alunos que já haviam realizado o experimento, que já tinham explorado seus efeitos, começavam a brincar com a água, a assistir à televisão do videocassete (minuto 10). Enfim, entendemos que já era tempo de mudar nossa ação. O fato de algumas crianças começarem

a se dispersar nos indicou que elas já estavam satisfeitas e não queriam mais fazer subir e descer o submarino.

Percebemos que a escolha dessa atividade favorece a ação da criança na busca da compreensão do objeto físico que ela tem à sua disposição para estudo. Analisando a atividade com vistas às etapas da ação da criança sobre o objeto, conforme Kamii e Devries (1986), vemos que a criança tenta modificar as propriedades do vidrinho, empurrando-o para baixo. Ela inicialmente acredita que com essa ação o submarino afundará. Quando o solta e vê que ele retorna à superfície, ela tenta dessa vez segurar o submarino por algum tempo e novamente ele a surpreende ao boiar.

A atividade é intrigante e pode-se notar o aspecto entre preocupado e curioso estampado naqueles rostos.

A gravação em vídeo nos dá a possibilidade maravilhosa de registrar (minuto 6) aquele *"Ah!"* que ilumina os olhos de um menino que parece ter encontrado a solução do problema, quando destampa o vidrinho, enche-o de água, tampa-o novamente e o faz assim afundar. Em seguida ele começa a soprar o tubo de borracha, e, como que para ter certeza de que já sabia o que estaria acontecendo, retira o vidrinho de dentro d'água e vê o jato d'água saindo pelo outro canudinho. Então ele nos diz *"Ai"*, como quem diz *"Eureka"*, e consegue agora afundar o submarino, não o destampando e enchendo d'água, mas sugando através do tubo de borracha.

Durante a discussão em grupo, as crianças manifestaram vontade de contar não só como fizeram o submarino subir e descer, mas também de explicar o porquê da flutuação: *"Pro submarino subir tem de assoprar e pra abaixar tem que sugar"*. *"Ele tava vazio... por isso ele flutuava... quando ele tava cheio de ar."* Muitas hesitavam um pouco durante a descrição; talvez engasgadas com as palavras soprar, sugar, chupar e com a própria dificuldade de se lembrar do que haviam feito. Elas falavam devagar como quem refaz mentalmente uma ação: *"Pra gente subir ele, a gente tem que soprar pra entrar o ar e sair a água e para descer a gente sugava e (hesita) o ar e entrava a água... e aí ele descia"* (minuto 22).

A explicação causal mais encontrada pelas crianças é aquela baseada no peso. O que observamos foram descrições do que tinham feito e de como o submarino reagiu a essa ação. Mas é preciso registrar a explicação dada por um menino, centrada no problema da temperatura: *"Pro vidrinho subir a gente assoprava porque o ar quando sai da gente é quente e o vidro também não deixa o ar sair... aí continua quente e ar quente faz subir"*. A sua explicação é coerente e lógica. É interessante como ele tenta justificá-la, insistindo no fato de o vidrinho estar fechado. Essa criança não vê a água saindo mas, percebe, sim, o ar quente enchendo o submarino. Talvez tenha ouvido alguma explicação sobre a subida de balões ou mesmo a formação de ventos e tente transpor para essa situação a mesma explicação. É interessante ob-

servar que nenhuma outra retrucou essa explicação, ainda que ela tenha sido tão diversa das demais.

Consideramos, então, como poderíamos discutir com essa criança, para que ela repensasse o seu modelo explicativo. Temos muitas dúvidas de que uma outra experiência, ou alguma modificação na mesma surta algum efeito na modificação da leitura da causalidade no fenômeno. Não acreditamos que a substituição, por exemplo, do sopro da criança pela pressão do êmbolo de uma seringa resolveria o problema. Julgamos que a criança faria uma nova leitura de uma nova experiência, totalmente à parte da primeira. O caminho talvez fosse colocar questões sobre aprofundamento e verificar se ela usaria esse mesmo modelo de raciocínio empregado para temperatura.

O que nos parece importante é a constatação, em situação de ensino, de que os alunos apresentam modelos explicativos diferentes daqueles que o professor espera encontrar. É imprescindível que os professores tenham consciência dessas diferenças, deixando que seus alunos falem e criando atividades que valorizem sua ação; é necessário, ainda, que ela se sinta com coragem para contar aquilo que fez e falar daquilo que pensa. Não pode deixar de haver um ambiente para diálogo e discussão, onde não exista uma verdade a descobrir, mas uma possibilidade de explicação a construir.

Terminada a discussão, pedimos para que as crianças desenhassem e escrevessem tudo o que fizeram. Apresentamos, aqui, alguns desses textos e desenhos.

Em geral, as crianças descreveram corretamente como haviam feito o submarino subir e descer. Essa descrição nos mostrou que elas estavam conscientes de como tinham agido para obter o efeito desejado. Num dos trabalhos, a criança descreveu justamente o contrário do que fizera, no entanto ela escreveu que *"quando tem água dentro do vidrinho, ele desce"*.

A explicação sobre a causa da flutuação e do afundamento aparece em poucos trabalhos. Inicialmente acreditamos que isso havia acontecido porque não pedimos às crianças que escrevessem "os porquês". Mas notamos que o fato ocorreu também em outras atividades, mesmo quando pedimos às crianças que explicassem por escrito o porquê.

Esta observação é importante, pois se podemos mostrar que as crianças da segunda série do 1º grau são capazes de dar explicações causais, não podemos, contudo, afirmar que elas o farão por escrito.

Uma constatação interessante é que nenhuma criança errou a grafia da palavra submarino, apesar de a escrita desta palavra apresentar dificuldades para elas (por ser a letra b muda). A atividade da aula de Ciências serviu também para encher de significado a palavra aprendida.

CONCLUSÕES

Propusemo-nos, neste trabalho, a criar algumas atividades para as crianças das primeiras séries do 1º grau, de modo que elas pudessem chegar a estabe-

lecer algumas relações causais entre fatos envolvidos numa experimentação. As análises que fizemos de cada atividade desenvolvida focalizaram dois pontos: primeiro, a criança e suas ações para a resolução do problema proposto; segundo, a atividade, enquanto meio fértil para o estabelecimento de relações causais e enquanto momento de ensino e de aprendizagem.

Em relação ao primeiro ponto, pudemos verificar, conforme Kamii e Devries (1986), que existem níveis diferentes na ação da criança durante a resolução de um problema através da experimentação. As primeiras ações da criança apontam sempre no sentido de conhecer os objetos e ver como eles funcionam. O problema é resolvido quando elas conseguem fazer com que os objetos reajam da maneira que desejam e, para isso, é preciso que elas tenham consciência de suas próprias ações e das reações dos objetos. Vimos, por exemplo, que depois de a criança observar que soprando na mangueirinha a água saía do vidrinho (ela retira o vidrinho da água e observa a água saindo), ela consegue fazer o submarino subir e descer.

A nossa hipótese de que as crianças das primeiras séries são capazes de estabelecer relações causais foi demonstrada por meio das várias falas que transcrevemos como dados de nossa pesquisa.

"O submarino afunda porque se enche de água e flutua porque fica vazio." Isso ocorre quando respectivamente se suga e quando se sopra através da mangueirinha. Ou então, ele flutua porque fica cheio de ar quente. A criança atribui ao ar quente ou ao estar vazio a razão da flutuação do submarino.

A escolha da atividade cumpriu alguns critérios fundamentais ao estabelecimento de relações causais: as crianças puderam variar suas ações e as reações dos objetos foram rápidas e visíveis (Kamii e Devries, 1986). Fica muito difícil para a criança estabelecer relações entre fatos muito isolados no tempo e no espaço.

Na medida em que minimizamos nossas interferências e ajudamos as crianças a se desvencilhar de problemas de ordem prática, propomos desafios e as encorajamos a testar novas idéias, acreditamos estar contribuindo para aumentar a iniciativa da criança, princípio emocional fundamental na construção de novos conhecimentos.

Além de estimular a iniciativa, encorajamos as crianças a expor suas idéias, e a fazer isso com confiança. Muitas crianças tiveram idéias contrárias às de seus colegas sobre um mesmo assunto. Dizer o que se pensa com convicção e defender as próprias idéias é também importante na construção do conhecimento, e é papel do professor garantir a participação de toda a classe, dando a todos a palavra e até mesmo separando brigas entre os alunos, quando um quiser adonar-se do material, não deixando que outro também possa experimentar (Gil-Perez e Carvalho, 1992).

Pudemos verificar também a importância do trabalho em grupo, nas aulas de Ciência. Por exemplo,

a idéia de uma criança tirar o vidrinho da água leva o grupo a fazer o submarino subir e descer (minutos 5, 6 e 7). O grupo se organiza bem, se existe uma razão para tal. Nesse caso, todos estavam interessados em resolver o problema. Portanto, atividades de Ciências que apresentam problemas intrigantes colaboram para que os alunos trabalhem de forma organizada e para que haja realmente uma colaboração, fundamental na vida social do ser humano.

As crianças falaram muito. As falas são muito ricas, principalmente quando comparadas com os trabalhos escritos. Por outro lado, o fato de as crianças terem escrito pouco pode apenas estar refletindo a pouca importância que nós mesmos demos a essa etapa da atividade, mas pode também ter outras causas. É muito importante a transferência da linguagem

oral à escrita, e este problema merece novas pesquisas.

Nossas atividades servem para serem usadas nas escolas. É preciso, porém, que o professor se prepare muito para permitir que seus alunos façam e falem mais do que ele próprio (Carvalho, 1988; Coll e Solé, 1990).

Finalizando, nossas atividades desenvolvidas sobre as bases de uma concepção construtivista do ensino e da aprendizagem são diferentes daquelas geralmente encontradas nos livros didáticos, cuja ênfase está na observação e descrição dos fenômenos. O que fizemos foi enfatizar a importância das ações das crianças sobre os objetos do mundo físico e suas observações sobre as reações desse objetos, numa tentativa de organizarmos juntos esse conhecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACHELARD, Gaston. *La Formation de l'esprit scientifique*. Paris: Vrin, 1938.
- CARVALHO, A. M. Pessoa. Formação de professores: o discurso crítico-liberal em oposição ao agir dogmático repressivo. *Ciência e Cultura*, SBPC, v.41, n.5, p.423-34, 1988.
- CLOUGH, E. E., DRIVER, R. A Study of consistency in the use of student's conceptual frameworks across different task, contexts. *Science Education*, v.70, n.4, p.473-96, 1986.
- COLL, César. *Psicología genética y aprendizajes escolares*. Madrid: Siglo XXI, 1993. Las Aportaciones de la psicología a la educación: el caso de la teoría genética y de los aprendizajes escolares. p.15-42.
- COLL, César, COLOMINA, R. Interacción entre alumnos y aprendizaje escolar. In: COLL, C., PALACIOS, J., MARCHESI, *Desarrollo psicológico y educación II*. Madrid: Alianza Editorial, 1990.
- COLL, César, SOLÉ, I. La Interacción professor/aluno en el proceso de enseñanza y aprendizaje. In: COLL, C., PALACIOS, J., MARCHESI. *Desarrollo psicológico y educación II*. Madrid: Alianza Editorial, 1990.
- DRIVER, Rosalind, GUESNES, Edith, TIBERGHEN, Andrée. *Children's ideas in Science*. Milton Keynes; Open University Press, 1985.
- DRIVER, Rosalind, OLDFHAM, V. A Constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, v.13, p.105-22, 1986.
- GIL-PEREZ, D., CARVALHO, A. M. Pessoa. *Tendencias y experiencias innovadoras en la formación de profesorado de ciencias*. Proyecto Enseñanza de la Ciencia y Matemática. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos, 1992.
- GIL-PEREZ, D., CARRASCOSA, J. Science learning as a conceptual and methodological change. *European Journal of Science Education*, v.7, n.3, p.231-6, 1985.
- GIL-PEREZ, D., CARRASCOSA, J., FURIÓ, C., MARTINEZ-TORREGROSA, J. *La Enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori, 1991.
- GIL-PEREZ, D., MARTINEZ-TORREGROSA, J. *La Resolución de problemas de Física*. Madrid: Ediciones del M.E.C., 1987.
- GONÇALVES, M. E. Rezende. *O Conhecimento físico nas primeiras séries do primeiro grau*. São Paulo, 1991. Dissert. (mestr.) Instituto de Física e FEUSP.
- HASHWEN, M. S. Towards an explanation of conceptual change. *European Journal of Science Education*, v.8, n.30, p.229-49, 1986.
- INHELDER, Bärbel, PIAGET, Jean. *Da lógica da criança à lógica do adolescente*. São Paulo: Pioneira, 1976.
- KAMII, Constance, DEVRIES, Rheta. *O Conhecimento físico na educação pré-escolar: implicações da teoria de Piaget*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1986.
- UNESCO. *Manual de la Unesco para la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Editorial Sudamericana, 1969.
- PERRET-CLERMONT, A. N. P. *La Constrution de l'intelligence dans l'interaction social*. Neuchâtel, 1978.
- PIAGET, J. *La Causalidade física in el niño*. Madrid: Calpe, 1934.
- PIAGET, J., GARCIA, R. *Les Explications causales*. Barcelona: Barral Editores S. A., 1971.
- RIVIÈRE, A. La Teoría cognitiva social del aprendizaje: implicaciones educativas. In: COLL, C., PALACIOS, MARCHESI. *Desarrollo psicológico y educación II*. Madrid: Alianza Editorial, 1990.
- ROWELL, Jack A. Piagetian epistemology: equilibration and the teaching of science. *Synthese*, v.80, p.141-62, 1989.
- VIENNOT, Laurence. Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, v.1, n.2, p.205-21, 1979.
- VILLANI, Albert, PACCA, J. L. Almeida; HOSSOUME, Yassuko. Concepção espontânea sobre movimento. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.7, n.1, 1985.
- WEATLEY, Grayson H. Constructivist perspectives on science and mathematics learning. *Science Education*, v.75, n.1, p.9-21, 1991.