



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de Marília



**CULTURA  
ACADÊMICA**  
*Editora*

# Produção do conhecimento científico em aula e a formação de professores em ciência

Anna Maria Pessoa de Carvalho

**Como citar:** CARVALHO, A. M. P. Produção do conhecimento científico em aula e ao formação de professores em ciência. *In:* ROIO, M. D. **A Universidade entre o conhecimento e o trabalho: o dilema das ciências**. Marília: Oficina Universitária; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2005. p203-214. DOI: <http://.doi.org/10.36311/2005.85-86738-27-1.p203-214>



All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported.

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença Creative Commons Atribuição - Uso Não Comercial - Partilha nos Mesmos Termos 3.0 Não adaptada.

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported.

# PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO EM AULA E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS<sup>1</sup>

Anna Maria Pessoa de CARVALHO<sup>2</sup>

O planejamento de um ensino que tem por objetivo a produção de conhecimento científico

Uma parte do programa de Ciências para o Ensino Fundamental diz respeito ao conteúdo de Física e, para o seu desenvolvimento, procuramos planejar atividades de conhecimento físico (GONÇALVES; CARVALHO, 1994a, 1994b, 1994c, 1996), que têm por objetivo levar os alunos a resolverem problemas do mundo físico, dentro de suas capacidades, buscando de maneira sistemática uma solução e uma explicação para esse problema (METZ, 1995, 1998; KARMILOFF-SMITH 1988).

No planejamento dessas atividades, além de focalizarmos o conhecimento físico, procuramos também propor uma metodologia de ensino que levem em conta os conhecimentos produzidos pelas pesquisas na área de ensino de ciências.

Assim, propomos problemas experimentais para que os alunos os resolvam em grupos pequenos (4 a 5 crianças). Nessa etapa, os alunos, ao tentarem uma solução, agem sobre os objetos, mas com uma ação que não se limita à simples manipulação e/ou observação. Na discussão com seus pares, na mesma direção do que Gil et al. (1991) denominaram de “grupo de pesquisa”, eles refletem, levantam e testam suas hipóteses. Discutem uns com os outros, explicando o que estão fazendo. O trabalho prático, como mostram Duggan e Gott (1995), é fundamental para a criação de um sistema conceitual coerente e proporciona, para os alunos, “o pensamento por trás do fazer”.

Depois dos grupos terem achado suas soluções, organizamos a classe em uma grande roda, dirigida pela professora, de tal modo que os alunos possam relatar para toda a classe o que fizeram, buscando, agora em pensamento – metacognição-, o “como” conseguiram resolver o problema e o “porquê” de ter dado (WHITE; GUSTONE, 1989; WHITE;

<sup>1</sup> Trabalho apresentado na Mesa Redonda “A Produção do Conhecimento e a Formação do Educador” no V Simpósio em Filosofia e Ciências – Trabalho e Conhecimento: Desafios e Responsabilidades da Ciência. 3 a 6 /06/2003, UNESP, câmpus de Marília.

<sup>2</sup> Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação, Departamento de Metodologia do Ensino e Educação Comparada.

MITCHELL, 1994). Nesse momento, a aula proporciona espaço e tempo para a sistematização coletiva do conhecimento e da tomada de consciência do que foi feito. Ao ouvir o outro, ao responder à professora, o aluno não só relembra o que fez como também colabora na construção do conhecimento que está sendo sistematizado. O desenvolvimento de atitudes científicas vai sendo proposto e sistematizado (HARLEN, 2000) e é nessa etapa que existe a possibilidade de ampliação do vocabulário dos alunos e, com a ajuda por parte da professora da melhora na argumentação de suas idéias proporcionando uma real comunicação entre eles (HARLEN, 2001). É o início do “aprender a falar ciência” (LEMKE, 1990).

Mas, ciência não se faz só fazendo e relatando o que se fez. É necessário também aprender a escrever ciência (SUTTON, 1998). O diálogo e a escrita são atividades complementares, mas fundamentais, nas aulas de ciência. Enquanto o diálogo é importante para gerar, clarificar, compartilhar e distribuir idéias entre os alunos, o uso da escrita se apresenta como instrumento de aprendizagem que realça a construção pessoal do conhecimento. Como apontam Rivard e Straw (2000) “discurso oral é divergente, altamente flexível, e requer pequeno esforço de participantes enquanto eles exploram idéias coletivamente, mas o discurso escrito é convergente, mais focalizado e demanda maior esforço do escritor”. Assim nossas atividades de ensino terminam com o pedido da professora para que as crianças desenhem e elaborem individualmente um texto sobre o que se fez em sala de aula.

Desejamos, ao planejarmos nossas atividades de conhecimento físico para os alunos do curso fundamental, restabelecer a humanidade e as incertezas da Ciência produzida pelo homem. Foi com esse objetivo que organizamos o ensino para que nossos alunos experimentem, hipotetizem e argumentem sobre os conceitos científicos. Como ressalta Sutton (1998): “Se restabelecemos a autoria humana e re-admitirmos a incerteza e a possibilidade de argumento, podemos auxiliar estudantes a adquirir uma idéia de ciência não fabricada”.

As aulas que planejamos abrangem atividades com água, ar, luz, equilíbrio e movimento. Gravamos inúmeras dessas aulas e apresentamos, em anexo, parte da transcrição da aula apresentada.

#### ANÁLISE DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO PRODUZIDO PELOS ALUNOS

Planejamos um ensino e gravamos as aulas dadas nas escolas da comunidade. Nossa questão de pesquisa passou então a ser: os nossos alunos de 7 a 10 anos, quando colocados em um ambiente de investigação, são capazes de *se iniciar* nos padrões de conhecimento científico?

A pesquisa que empreendemos é do tipo qualitativa, uma vez que não analisamos variáveis específicas do universo educacional, mas buscamos interpretar as falas dos professores e alunos, durante as aulas (LEMKE, 1998).

Para a coleta de dados, utilizamos dois instrumentos: a análise documental e a observação das gravações em vídeo. Empregamos como documento os trabalhos escritos e os desenhos elaborados pelos alunos, individualmente, em cada uma das aulas. Esses documentos tiveram o objetivo de ratificar as informações obtidas pela transcrição do vídeo.

Os nossos dados privilegiados aconteceram quando, após os alunos resolverem o problema, o professor abriu a discussão com a classe, objetivando levar os alunos a tomarem consciência de suas ações, respondendo às questões: como conseguiram resolver o problema e por que o fenômeno aconteceu. Neste trabalho as falas dos alunos são apresentadas e analisadas na seqüência dos acontecimentos. Analisamos essas falas tentando observar se os alunos apresentam dois dos raciocínios mais utilizados nas ciências: o “se, então, portanto” que é a base do raciocínio hipotético dedutivo, e o raciocínio proporcional que é a base da linguagem matemática nas ciências (LAWSON, 1994, 2000 a, 2000b).

Planejamos e gravamos quinze atividades (CARVALHO et al. 1998), para estudar a construção, pelos alunos, das explicações causais. Por motivo de espaço, apresentaremos a análise de somente uma dessas aulas: o problema da cestinha.

#### O PROBLEMA DA CESTINHA

Devem ser distribuídos, para cada grupo: um trilho, que, em sua extremidade, tem uma cestinha, uma bolinha, bacia ou caixa de papelão. O trilho deve estar montado de tal forma que a bolinha, ao fim de seu movimento pelo trilho, caia na cestinha.

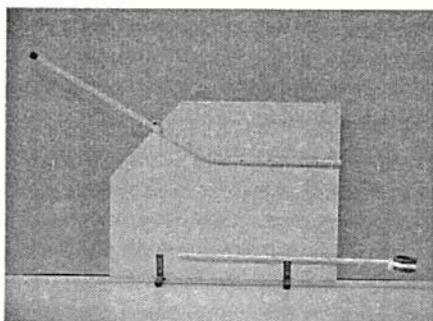


Figura – cestinha.

O problema colocado aos alunos é encontrar a altura em que se deve colocar a bolinha no trilho, para que ela caia na cestinha.

Após os alunos resolverem em grupo o problema, que foi apresentado dessa forma pela professora, esta recolhe o material, desfaz os grupos, arruma a classe em um círculo e inicia a fazer as perguntas “como e por quê?”, levando os alunos a tomarem consciência do que fizeram.

Transcrevemos, no anexo, essa parte da aula e iremos aqui, no corpo deste trabalho, examinar o discurso da professora, procurando verificar o padrão de interação verbal utilizado por ela e o discurso dos alunos, visando a detectar seus padrões de raciocínio científico.

Do turno 1 ao 39, a professora leva os alunos a refletirem sobre o que foi feito, durante a etapa experimental, respondendo à questão proposta: “*como vocês conseguiram resolver o problema?*”. É importante notar que o padrão de interação usado pela professora é basicamente o IRF – inicia o diálogo, resposta do aluno, *feedback* do professor - sendo que o *feedback* dado é sempre positivo e elicitativo, isto é, procura estimular a participação dos alunos e permite o diálogo aluno – aluno.

Ao responder à questão proposta, os alunos vão tomando consciência do que fizeram para resolver o problema e, ao relatar suas ações, as evidências experimentais e o relacionamento entre variáveis vão-se tornando cada vez mais complexo. O padrão de raciocínio hipotético dedutivo – se... então... portanto – vai sendo sistematizado pelos alunos.

Já na fala do aluno 2, turno 2, encontramos este início: “*Mas não pode colocar ela muito embaixo, senão ela muito devagarinho e não dá, tem que pôr um pouquinho em cima e um pouquinho embaixo*”. Apesar da dificuldade de se expressar, esse aluno já mostra o raciocínio “se... então”, pois podemos parafraseá-lo do seguinte modo – se colocar ela muito embaixo então ela vai devagarinho – além disso, ele também mostra o início da relação entre as variáveis altura e velocidade. Essa relação entre as variáveis é também abordada pelo aluno 4, turno 7: “*Se a cestinha estiver mais para lá, ela cai ali (gesticulando), se ela estiver um pouco aqui (apontando a distância menor da cestinha), você coloca no meio*”.

Com o desenvolvimento da discussão em classe, os raciocínios vão sendo expostos de maneira cada vez mais sistematizadas e, no turno 21, o aluno 7 sintetiza da seguinte forma, empregando dois ciclos do raciocínio “se.. então” e retomando uma terceira evidência, para chegar à conclusão: “*É assim, se você por ela lá no alto, (então) ela vai pegar velocidade, né. E se você colocar ela mais embaixo, (então) ela também vai perder, então ai eu coloquei ela no meio, no meio tipo de cima e em baixo (terceira evidência), aí ela foi descendo e caiu na cestinha*”.

É importante ressaltar que, ao mesmo tempo em que os alunos constroem o raciocínio hipotético – dedutivo, eles vão construindo também o raciocínio proporcional, estabelecendo relações entre as variáveis, neste experimento representadas pela altura em que a bolinha deve ser posta, no trilho, e a sua velocidade no final deste, para poder chegar até a cestinha.

Entretanto, o raciocínio dos alunos só se completa, ou seja, eles só conseguem se expressar pelo padrão de raciocínio hipotético – dedutivo “se... então.... portanto”, com a pergunta sobre a causalidade física (o porquê do fenômeno) que é feita pela professora, no turno 40: *“Vamos prestar atenção, por que a gente tinha que soltar a bolinha daquela posição para ela poder cair na cestinha, alguém pode me explicar?”*.

A partir dessa questão, os alunos vão, pouco a pouco, desenvolvendo com maior precisão seus raciocínios; assim, o aluno 7, turno 43, explica: *“Porque se você por um pouco mais perto, (então) ela vai pegar um pouco de velocidade, não vai pegar muita, (portanto) aí ela cai (na cestinha)”*. Apesar de o aluno não falar o “então” e o “portanto”, essas palavras estão subentendidas na sua exposição.

O aluno 2, no turno 48, completa também o seu raciocínio, já mostrado na primeira etapa. Assim, ele explicita o que está pensando, para mostrar seu raciocínio de três ciclos desse padrão que está usando: *“Se por ela um pouquinho mais em cima, (então) ela vai pegar velocidade e (portanto) acaba caindo um pouquinho mais longe, também se por muito perto, um pouquinho mais baixo assim da “montanhinha”, (então) aí ela cai muito devagar e quando estiver naquela ponta, (portanto) ela cai direto e não voa um pouquinho longe, aí se por um pouquinho ela no meio, um pouquinho em cima também. (então) ela vai com cuidado e um pouco devagar e (portanto) acaba caindo na cestinha*. O mais interessante do raciocínio desse aluno é a necessidade de refutar, antes, as suas primeiras hipóteses, para depois apresentar a correta.

Temos que estar conscientes de que este é um raciocínio difícil para todos os alunos, principalmente se lembrarmos que essa aula foi dada em uma segunda série do ensino fundamental. Encontramos alunos que ainda estão no estágio pré-operatório, respondendo de forma mágica à pergunta da professora. Isso é visto no turno 53, com a aluna 2, que, respondendo à professora como fez para colocar a bolinha na cestinha, falou: *“Aconteceu como um toque de mágica. Eu coloquei em cima da cestinha e “capum” caiu dentro da cestinha”*. Isso acontece em quase todas as aulas de ciências, nas primeiras séries do fundamental, mas nem por isso nós devemos deixar de promover um ambiente investigativo para os alunos. Não podemos ajustar a nossa aula àqueles que ainda não conseguem acompanhar todas as etapas da formação do raciocínio científico, mas temos, sem dúvida alguma, de respeitá-los e

de aceitá-los, mas também temos de colocá-los em ambientes intelectualmente desafiadores, para que eles possam ter possibilidade de se desenvolver intelectualmente e ir tomando consciência da relação entre os seus atos e o que acontece na natureza. Se hoje é mágica, amanhã pode não ser mais.

#### A PREPARAÇÃO DOS PROFESSORES PARA ESSE ENSINO

Os alunos resolvem os problemas fazendo e testando as hipóteses que o grupo apresenta, relatam para a classe o que fizeram e como conseguiram realizar o experimento, tomando consciência de todos os seus atos e, ao mesmo tempo, relacionando as variáveis do experimento e expressando seu pensamento dentro de padrões do pensamento científico. Entretanto isso só acontece, *se e somente se*, na classe estiver um bom professor, que saiba dirigir os trabalhos de seus alunos, que saiba perguntar – a pergunta certa, na hora certa – que tenha paciência de ouvir, sem interferir no raciocínio dos alunos, que tenha respeito e principalmente que acredite em sua capacidade de pensar ciências.

Gravamos muitas aulas nas escolas fundamentais e pudemos observar o essencial papel das professoras no desempenho dos alunos e a relação quase que direta entre atitudes e comportamentos do professor, ao ensinar, e a aprendizagem de seus alunos.

Ministramos muitos cursos de formação continuada e, para cada curso, o planejamento é feito não só para divulgar nosso projeto e preparar os professores para esse ensino, mas também como uma pesquisa cujo enfoque é entendermos, com maior profundidade, como introduzir os professores das primeiras séries do ensino fundamental em um ensino de ciências.

Como resultado das análises dos dados dos cursos de formação que já oferecemos, levantamos uma série de variáveis bastante importantes, as quais devemos levar em conta na preparação de novos cursos.

A primeira variável é o próprio conteúdo proposto para ser ensinado. Apesar de os conceitos de Física estarem presentes no currículo da escola fundamental, desde os seus primeiros anos, em geral os assuntos relacionados com a Física são evitados pelos professores das séries iniciais, que os consideram muito complicados e têm medo de trabalhar com eles em classe.

Um outro ponto de grande importância diz respeito às crenças dos professores, pois sabemos que estas influenciam suas práticas pedagógicas (DESAUTELS; LAROCHELL, 1998; TOBIM et al, 1994) e

são várias as crenças que dificultam o trabalho dos professores, em sua relação com ensino de ciências.

A primeira das crenças que precisamos discutir é o significado do que é ciências e como a ciências é construída. Como, em geral, as atividades para as primeiras séries estão centradas somente na observação dos alunos sobre aqueles fenômenos naturais que os professores mostram em suas aulas (o feijão germinando, o aquário etc), não é óbvio para os professores que os alunos possam resolver um problema experimental e elaborar uma explicação na direção e próxima ao conhecimento científico aceito (CARVALHO; GONÇALVES, 2000).

Mesmo quando eles vêem em suas próprias aulas os alunos explicando “porque deu certo o seu problema”, se não souberem que esse é um padrão do pensamento científico importante na construção das ciências e, portanto, importante para o ensino de ciências, os professores não vão se esforçar para que os alunos cheguem até esse ponto, terminando suas aulas no momento em que os alunos acabam a parte experimental. O trabalho na roda, para a discussão do “como” e do “porquê”, que vai levar os alunos a tomarem consciência das evidências experimentais, das hipóteses que precisaram ser refutadas e da conclusão obtida, só é válido para aquele professor que entende o valor do raciocínio “se... então... portanto” e do raciocínio proporcional, para a construção das ciências.

O mesmo acontece, quando, em grupo, os alunos estão levantando suas hipóteses para resolverem os problemas. Se os professores não entenderem o quanto isso é importante para a construção das ciências, eles enxergarão essa parte da atividade muito mais como “bagunça” ou indisciplina do que como uma positiva e necessária troca de idéias. É imprescindível criar, nos cursos para professores, ambientes propícios para essas discussões sobre a filosofia das ciências, procurando uma mudança do conceito empirista de ciências, que é a concepção espontânea da maioria das pessoas que nunca estudaram ciências, para uma visão construtivista dessa disciplina.

Outra crença relevante a ser discutida com os professores é o conceito de aprendizagem de uma maneira geral e, em particular, aprendizagem de ciências. Eles crêm – como quase todos os professores, de qualquer um dos níveis de ensino – que basta o professor falar, explicar ponto por ponto, que os alunos entenderão e, portanto, aprenderão. Essa é uma concepção espontânea que afeta não só o ensino e a aprendizagem de ciências, mas o de todas as disciplinas. Na verdade, durante uma discussão teórica, nos cursos de formação, todos admitem que não basta o professor falar para que o aluno aprenda, eles conhecem as teorias de aprendizagem; todavia, na auto-análise de suas aulas, eles

se vêm dando a resposta certa, assim que o primeiro aluno responde qualquer coisa. Com esse comportamento, eles não só inibem os alunos, pois as falas dos professores são sempre muito mais bem articuladas, como também interrompem toda a possibilidade de desenvolvimento de seus raciocínios.

Além disso, para o nosso ensino, em particular, os professores não têm o conhecimento específico dos estudos que indicam as evoluções das explicações das crianças sobre os fenômenos físicos, o que dificulta, mas não impede, a compreensão de até onde os alunos das primeiras séries podem se desenvolver e até qual explicação esses professores devem aceitar.

Podemos somar a essas crenças uma outra bastante importante. Existe uma baixa expectativa em relação ao êxito dos alunos de níveis social e econômico pouco favorecidos (CARVALHO; GONÇALVES, 2000). Podemos dizer que é uma crença entre os professores de que alunos das periferias não conseguem pensar. Gonçalves (1997), em dados coletados em um curso para a Secretaria Estadual de Educação de São Paulo detectou bem esse problema. Trazemos algumas falas das professoras desse curso, quando apresentamos um vídeo gravado em uma aula na Escola de Aplicação da USP.

Rosemary: "Eu não sei, mas é uma diferença tão grande da minha 3ª série, eu não sei... Os meus alunos são da favela, dentro da favela. Então, toda atividade que você vai colocar é uma tal confusão, é um tal de um agredir o outro, que você não imagina. Então a gente vê aí tudo tão direitinho, tudo tão organizado".

Geny: "Aqui [Escola de Aplicação da USP, onde as atividades foram gravadas] é selecionado, não é? Tem teste".

Joseli: "O hábito de dizer: não, porque provém de uma classe baixa, ele também não tem condição de estar falando legal, de estar se expressando, né? Na verdade, isso é mentira, né, porque, de repente, ele pode ter um ambiente culturalmente pobre, na casa dele, mas ele observa o que acontece na rua dele, o que os outros comentam, na televisão, no jornal. De repente, ele pode estar observando estas coisas e estar...".

As falas de Rosemary ("os meus alunos são da favela"), e de Geny ("Aqui é selecionado") são indicadoras de que a capacidade dos alunos é uma questão fundamental e delicada, porque revela uma série de preconceitos elaborados e enraizados ao longo da vida desses profissionais. É preciso que as dúvidas e expressões de preconceitos aflorem durante os cursos, para que sejam discutidas e contrapostas (SHERPARDSON; PEZZINI 1992). O desabafo de Joseli ("porque provém de uma classe baixa, ele também não tem condição de estar falando legal, de

Em nossos cursos, lidamos com idéias novas e com idéias familiares. Para que sejam compreendidas e discutidas, empregamos diversos recursos de ensino (como vídeos, trabalhos em grupo, trabalho experimental etc.), pois é importante procurar dispor de todos os meios viáveis, para levar os participantes a reconhecer que os alunos são capazes de resolver os problemas propostos, de falar e escrever sobre o que fizeram durante a experiência e de dar explicações.

Não vamos dizer que estamos, com esses recursos, demonstrando nossas idéias, o que daria um sentido empirista às atividades que elaboramos. Sabemos que os participantes “lêem”, nas atividades, apenas aquilo que os seus instrumentos de assimilação lhes permitem ou o que lhes interessa. A maior parte das aulas desses cursos também é gravada em vídeo. Assim, quando analisamos tais gravações, podemos estudar os momentos em que os professores, através de suas falas, comparam suas idéias prévias com as discutidas, indicando as diferenças, ou, ainda, quando explicitam a compreensão ou divergência de alguma idéia.

Estimulamos bastante, na medida em que desenvolvemos os cursos, os professores a testar as atividades em suas próprias classes. Os vídeos dessas aulas são fontes de discussão não só das atividades de conhecimento físico, como também de seu ensino abrindo nessas reflexões oportunidade para que os professores explicitem, tomem consciência e reflitam sobre suas concepções de ensino e aprendizagem e ciência. Esse fato, discussão de suas próprias aulas, é sempre para nós fundamental, pois partimos da hipótese de que somente com uma mudança nas concepções sobre ensino e aprendizagem é possível uma mudança metodológica (WHITE; GUSTONE, 1989; WHITE; MITCHELL, 1994; TOBIM et al, 1994) e que essa mudança é oportunizada, se levamos os professores a refletirem *sobre* sua prática e *na* sua prática (SCHÖEN, 1992, NÓVOA, 1992), enfocando os principais pontos do processo de ensino e aprendizagem de nossa proposta (GARCIA, 1995; AZCARATE 1995).

#### REFERÊNCIAS

- CARVALHO, A. M. P. et al. *Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico*. São Paulo: Scipione, 1998. .
- CARVALHO A. M. P; GONÇALVE, M.E.R.. Formação continuada de professores: o vídeo como tecnologia facilitadora da reflexão. *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo, v.111, p.71-88, 2000.
- DÉSAUTELS, J; LAROCHELLE, M. The epistemology of students: the 'thingified' nature of scientific knowledge. In: FRASER, B. F.; TOBIN, K.G. *International handbook of science education*. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998. p. 115-126.

- DUGGAN, S.; GOTT, R. The place of investigations in practical work in UKK National Curriculum for Science. *International Journal of Science Education*, v. 17, n. 2, p. 137-147, 1995.
- GIL-PÉREZ, D. et al. *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori, 1991.
- GONÇALVES, M.E.R.; CARVALHO, A.M.P. Uma atividade sobre impulso e quantidade de movimento para a escola primária. *Estudos e Documentos*, v. 31, p. 401-413, 1994a.
- \_\_\_\_\_. Uma atividade sobre impulso e quantidade de movimento para a escola primária. *Estudos e Documentos*, v. 31, p. 401-413, 1994b.
- \_\_\_\_\_. Conhecimento físico nas primeiras séries do 1<sup>o</sup> grau: o problema do submarino. *Cadernos de Pesquisa*, v. 90, p. 72-80, 1994c.
- \_\_\_\_\_. As atividades de conhecimento físico: um exemplo relativo à sombra. *Cadernos Catarinenses de Ensino de Física*, v. 12, n.1, p 7-16, 1996.
- HARLEN, W. *Teaching, learning and assessing science 5-12*, London: Paul Chapman Publishing Ltd, 2000.
- \_\_\_\_\_. *Primary science, taking the plunge*, second edition, Portsmouth, NH: Heinemann, 2001.
- KARMILOFF-SMITH, A The child is a theoretician, not an intuitivist. *Mind and Language*, v. 3 p. 183-195, 1988.
- LAWSON, A.E. Epistemological foundations of cognition. In: GABEL, D. (Ed.) *Handbook of research on science teaching and learning*. London: MacMillan, 1994.
- \_\_\_\_\_. How do humans acquire knowledge? And what does that imply about the nature of knowledge? *Science & Education*, v. 9, n. 6, 577-598, 2000a.
- \_\_\_\_\_. The generality of hypothetico-deductive reasoning: Making scientific reasoning explicit. *The American Biology Teacher*, v. 62, n. 7, 482-495, 2000b.
- LEMKE, J. *Aprendendo a hablar ciencias: linguagem, aprendizagem y valores.*, Barcelona: Paidós, 1997.
- \_\_\_\_\_. Analyzing verbal data: principles, methods and problems. In: FRASER, B.F.; TOBIN, K.G. *International handbook of science education*. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998. p. 1175-1189.
- METZ, E. Re-assessment of developmental assumptions in children's science instruction, *Review of Educational Research*, v. 65, p. 93-127, 1995.
- \_\_\_\_\_. Scientific inquiry within reach of young children. In: FRASER, B.F.; TOBIN, K.G. *International handbook of science education*. Boston: Kluwer Academic Publishers, Boston, 1998, p. 81-96.
- SUTTON, C. New perspectives on language in science. In: FRASER, B.F.; TOBIN, K.G. *International handbook of science education*. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998. p. 27-38.
- WHITE, R.T.; GUSTONE, R. F. Metalearning and conceptual change. *International Journal in Science Education*, v. 11, p.577-587, 1989.
- WHITE, R.T.; GUSTONE, R. F.; MITCHELL, I. J. Metacognition and the quality of learning. *Studies in Science Education*, v. 23, p. 21-37, 1994.

## Anexo

Transcrição de parte da aula em que os alunos resolvem o Problema da Cestinha.

Essa aula foi dada para uma terceira série do primeiro ciclo do Ensino Fundamental, em uma Escola da rede pública estadual de ensino na cidade de São Paulo.

Primeiramente, a professora apresenta o material para os alunos e distribui um conjunto para cada grupo de cinco alunos. Propõe o seguinte problema: onde colocar a bolinha no trilho, para que ela caia na cestinha?

Os alunos, em grupo, vão levantando suas hipóteses, agindo sobre os objetos até que todos os grupos achem uma solução. Essa parte não foi transcrita, por motivos técnicos. Após todos os grupos resolverem o problema, a professora recolhe o material e põe todos os alunos sentados em um grande círculo, iniciando uma discussão.

Os turnos correspondem às falas da professora e/ou dos alunos