

Ciências no Ensino Fundamental:

O conhecimento Físico

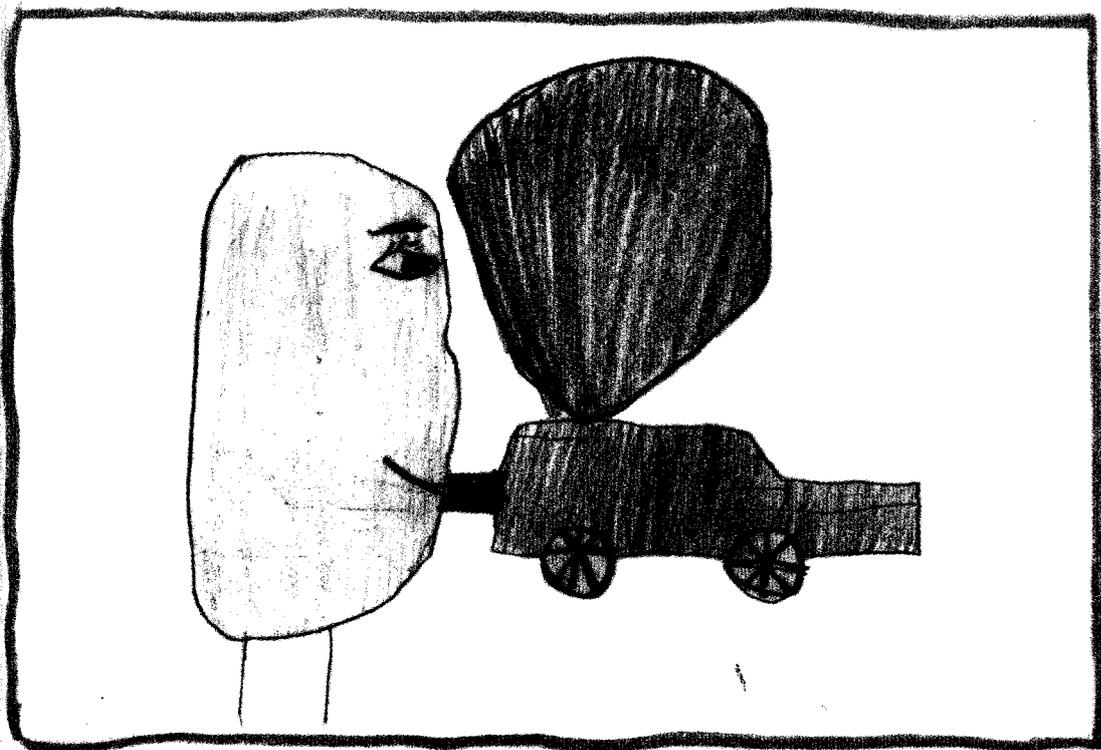
Anna Maria Perroca de Carvalho, Andréa Infanton

Vannuchi, Marcelo Alves Barros, Maria Eliza Rezende Gonçalves

Renato Castel del Rey, Editora Scipione 1998

1

# Alguns pressupostos sobre ensino e aprendizagem de Ciências



O ensino somente se realiza e merece este nome se for eficaz, se fizer o aluno de fato aprender. O trabalho do professor, portanto, deve direcionar-se totalmente para a aprendizagem dos alunos. Não existe um trabalho de ensino se os alunos não aprendem. É necessário que o professor tenha consciência de que sua ação durante o ensino é responsável pela ação dos alunos no processo de aprendizagem. O ensino deve potencializar a aprendizagem. Ensino e aprendizagem precisam ser entendidos como uma unidade, dois lados de uma mesma moeda, duas faces de uma mesma aula.

Para que essa unidade se concretize, é preciso considerar alguns aspectos:

- reconhecer o papel que desempenha a escolha do conteúdo no ensino e na aprendizagem das Ciências;
- reconhecer a existência de concepções espontâneas;
- saber que os conhecimentos são respostas a questões;
- conhecer o caráter social da construção do conhecimento científico.

Na Primeira Parte deste livro, vamos discutir cada um desses tópicos, relacionando-os ao ensino de Ciências para as primeiras séries do ensino fundamental.

### **É POSSÍVEL DESENVOLVER CONTEÚDOS DE FÍSICA NAS PRIMEIRAS SÉRIES DO ENSINO FUNDAMENTAL?**

O aluno das primeiras séries do ensino fundamental, principalmente na área de Ciências, não aprende conteúdos estritamente disciplinares, "científicos". Por isso, temos de buscar conteúdos, num recorte epistemológico — isto é, dentro do mundo físico em que a criança vive e brinca —, que possam ser trabalhados nessas séries e que levem o aluno a construir os primeiros significados importantes do mundo científico, permitindo que novos conhecimentos possam ser adquiridos posteriormente, de uma forma mais sistematizada, mais próxima dos conceitos científicos.

◁ MEC, 1995.

É importante lembrar que o processo cognitivo evolui sempre numa reorganização do conhecimento, que os alunos não chegam diretamente ao conhecimento correto. Este é adquirido por aproximações sucessivas, que permitem a reconstrução dos conhecimentos que o aluno já tem. Assim, é importante fazer com que as crianças discutam os fenômenos que as cercam, levando-as a estruturar esses conhecimentos e a construir, com seu referencial lógico, significados dessa parte da realidade. Por isso, devemos trabalhar com problemas físicos que os alunos possam discutir e propor soluções compatíveis com seu desenvolvimento e sua visão de mundo, mas em um sentido que os levará, mais tarde, ao conhecimento científico.

Como não é todo problema ou qualquer fenômeno que as crianças conseguem explicar — assim como nem os adultos e, às vezes, nem mesmo os cientistas conseguem dar uma explicação completa e coerente para muitos fenômenos —, precisamos escolher aqueles que as façam pôr em prática, por meio de suas ações e de seu raciocínio, tomando consciência do que fizeram e tentando uma explicação coerente e não mágica, certas atitudes necessárias ao desenvolvimento intelectual que serão básicas para o aprendizado de Ciências. Desse modo, estamos encorajando as crianças a agir sobre os objetos a fim de testar suas hipóteses e resolver o problema proposto.

Nessa etapa do ensino fundamental, ao resolverem o problema proposto, os alunos devem tomar consciência de algumas variáveis envolvidas no fenômeno e achar a relação entre elas. Durante o desenvolvimento escolar, de quinta a oitava série, esses significados, esses “conhecimentos provisórios”, deverão ser reorganizados, adquirindo novos significados; as relações entre as variáveis, agora somente apontadas, mais tarde serão matematizadas e estruturadas em leis e teorias.

A escola deve trabalhar com a idéia de que a própria Ciência é provisória, de que é continuamente reconstruída — estamos sempre criando novos significados na tentativa de explicar nosso mundo. A história das Ciências nos mostra essa evolução. Os professores das primeiras séries não precisam estar preocupados em sistematizações fora do alcance dos alunos: assim como a Ciência evoluiu nos séculos, também nossos alunos irão evoluir e reconstruir novos significados para os fenômenos estudados.

Portanto, considerando todos os aspectos discutidos, podemos afirmar que é possível desenvolver conteúdos de Física nas primeiras séries do ensino fundamental.

## A EXISTÊNCIA DE CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS

A tomada de consciência, por parte dos professores, de que é a partir dos conhecimentos que os alunos trazem para a sala de aula que eles entendem o que se apresenta em classe, é muito importante para evitar a surpresa de se descobrir que os alunos “aprendem” coisas que os professores juram não ter ensinado.

Trabalhos e pesquisas realizados em três campos distintos — epistemológico, didático e filosófico — sempre nos mostram os mesmos resultados: os alunos trazem para a sala de aula conhecimentos já construídos, com os quais ouvem e interpretam o que falamos. Esses conhecimentos foram construídos durante sua vida através de interações com o meio físico e social e na procura de suas explicações do mundo.

Os Estudos de Epistemologia Genética, coordenados por Piaget, e depois sistematizados por Piaget e Garcia, propiciaram a compreensão do desenvolvimento do conhecimento físico. Esses trabalhos mostraram aos professores de Ciências dois aspectos fundamentais: o primeiro — e talvez o mais importante — foi a compreensão dos mecanismos pelos quais as crianças constroem os conhecimentos físicos (voltaremos a este ponto no próximo capítulo); o segundo, o entendimento de que a criança constrói de maneira espontânea conceitos sobre o mundo que a cerca e que esses conceitos em muitos casos chegam naturalmente a um estágio pré-científico com uma certa coerência interna.

◁ *PIAGET & GARCIA, 1973.*

◁ *PIAGET & GARCIA, 1981.*

Para o planejamento de nossas atividades, descritas na Segunda Parte deste livro, referimos-nos com bastante freqüência aos resultados dessas pesquisas, pois o professor deve saber de antemão que dificuldades seus alunos podem ter e que perguntas eles podem fazer, além das que ele mesmo deverá fazer para que os alunos tenham possibilidade de dizer o que estão pensando.

VIENNOT, 1979; CLOUGH & DRIVER, 1986; DRIVER *et al.*, 1989; GIL-PÉREZ & CARRASCOSA, 1990; BACHELARD, 1938, p. 18.

A existência de esquemas conceituais espontâneos em nossos alunos foi também reiteradamente mostrada por pesquisadores em ensino de Ciências, como Viennot, Clough e Driver, Driver *et al.*, Gil-Pérez e Carrascosa, e já havia sido relatada com muita clareza, mais de cinquenta anos atrás, por Bachelard: "Surpreendeu-me sempre que os professores de Ciências, mais que os outros, não compreendam que não se compreenda (...). Não reflitam sobre o fato de que o adolescente chega à aula de Física com conhecimentos empíricos já constituídos: trata-se, assim, não de **adquirir** uma cultura experimental, e sim mais precisamente de **mudar** de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já acumulados pela vida cotidiana" (o grifo é nosso).

A "derrubada dos obstáculos já acumulados pela vida cotidiana" não é tarefa fácil para a escola, mas um caminho é tentar mudar a cultura experimental — passando de uma experimentação espontânea para uma experimentação científica — a fim de que os alunos possam (re)construir seu conhecimento.

Essa questão metodológica foi determinante para o planejamento de nossas atividades, cuja proposta é a adoção de uma "cultura experimental" em que o conhecimento sobre Ciências seja feito a partir da reflexão e dos resultados obtidos nas experimentações.

## O PAPEL DAS QUESTÕES NA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO

Falar em (re)construção de conhecimento científico por nossos alunos e falar em mudança metodológica em nosso ensino, isto é, na passagem de uma experimentação espontânea a uma experimentação científica, nos fez procurar tanto na história das Ciências como nos trabalhos de epistemologia científica o ponto inicial de um conhecimento novo. Achamos sempre o mesmo início, como mostra Bachelard: "todo conhecimento é a resposta a uma questão".

Em nossas pesquisas em ensino de Ciências para os primeiros ciclos do ensino fundamental, temos detectado a importância de propor aos alunos situações problemáticas interessantes. Ao tentar resolvê-las, os

BACHELARD, 1938. ▷

GONÇALVES & CARVALHO, 1994a, 1994b, 1994c, 1996. ▷

alunos se envolvem intelectualmente com a situação física apresentada, constroem suas próprias hipóteses, tomam consciência da possibilidade de testá-las, procuram as relações causais e, elaborando os primeiros conceitos científicos, (re)constroem o conhecimento socialmente adquirido, um dos principais objetivos da educação escolar.

◁ *CASTORINA et al., 1995.*

Quando levamos nossos alunos a refletir sobre os problemas experimentais que são capazes de resolver, ensinamo-lhes, mais do que conceitos pontuais, a pensar cientificamente o mundo, a construir uma visão de mundo.

## O CARÁTER SOCIAL DA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

Do ponto de vista da construção do conhecimento científico, a história das Ciências tem reiteradamente mostrado a importância da existência de sociedades científicas atuantes. A Ciência não progride sem trocas de idéias e sem confrontos entre interpretações.

◁ *KUHN, 1962.*

Partindo também do enfoque social dado aos processos de ensino e aprendizagem, vemos como é importante a relação interpessoal e, principalmente, a ajuda educativa ajustada a situações peculiares de cada aprendiz.

◁ *VIGOTSKY, 1984; COLL & COLOMINA, 1990.*

No contexto das investigações em ensino das Ciências também foi pesquisada a influência das relações sociais no desenvolvimento do aluno. Trabalhos de Duschl, Lee e Anderson e Pintrich et al. mostraram que, quando aumentam as oportunidades de conversação e de argumentação durante as aulas, também se incrementam os procedimentos de raciocínio e a habilidade dos alunos para compreender os temas propostos.

◁ *DUSCHL, 1995; LEE & ANDERSON, 1993; PINTRICH et al., 1993.*

Em cada uma de nossas aulas, se quisermos realmente que nossos alunos aprendam o que ensinamos, temos de criar um ambiente intelectualmente ativo que os envolva, organizando grupos cooperativos e facilitando o intercâmbio entre eles. A função do professor será a de sistematizar os conhecimentos gera-

dos, não no sentido de “dar a resposta final”, mas de assumir o papel de crítico da comunidade científica. Assim, quando os alunos apresentam soluções incorretas, o professor deve argumentar com novas idéias e contra-exemplos.

1995.

## UM EXEMPLO A TÍTULO DE SÍNTESE

Seguindo as diretrizes propostas, ao planejarmos as nossas atividades, partimos de situações problemáticas experimentais que dão aos alunos oportunidade de levantar suas próprias hipóteses e testá-las, criando condições para que essas idéias sejam discutidas em grupo com orientação do professor. Estamos, assim, propondo uma mudança metodológica em nosso ensino.

O exemplo que escolhemos para mostrar essa diferença metodológica é o fenômeno do ar ocupando lugar no espaço.

No ensino tradicional, o fenômeno é apresentado ao estudante pelo tema ou objetivo da aula: vamos provar que o ar ocupa lugar no espaço. O fenômeno é então demonstrado por meio de uma experiência. Um copo com um pedaço de papel dentro é emborcado em uma bacia com água. A água não molha o papel, o que prova que entre a água e o papel há ar.

O que estamos propondo é transformar esse conhecimento a ser adquirido pelos alunos — o ar ocupa lugar no espaço — em um problema que eles possam resolver: Como colocar um papel dentro de um copo, o copo inteirinho dentro da bacia com água e não molhar o papel? (Segunda Parte, Atividade 2).

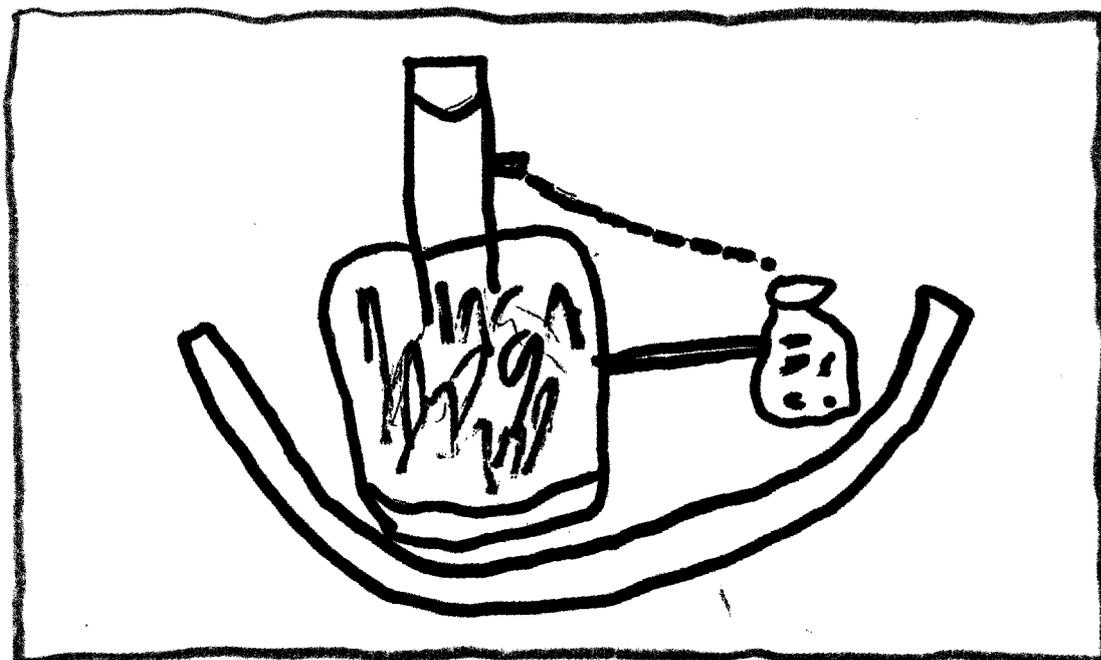
Ao escolhermos um problema para propor aos alunos, temos de levar em conta suas idéias espontâneas; no caso, a dificuldade de conceber a existência do ar sem que ele esteja em movimento. Partimos dessa informação para elaborar o problema e organizar o material experimental. A partir daí, quando os alunos trabalham com seus colegas, em grupo, estamos, na verdade, dando oportunidade para que levantem hipóteses com base em seus conhecimentos prévios e as testem empiricamente a fim de resolver o

problema. Depois, na discussão do porquê de isso acontecer, a resposta será elaborada pelo aluno, que partirá do que conseguiu fazer e pensar sobre o fenômeno — a água não consegue molhar o papel. Ele ainda provará essa sua idéia mostrando para o professor e para seus colegas algumas bolhas de ar saindo do copo quando o inclina um pouco dentro da bacia.

O conhecimento passa a ser do aluno, é por ele construído, com ajuda do professor.

# 2

## Compreendendo o papel das atividades no ensino de Ciências



O objetivo das atividades relacionadas ao conhecimento científico é fazer os alunos resolverem os problemas e questões que lhes são colocados, agindo sobre os objetos oferecidos e estabelecendo relações entre o que fazem e como o objeto reage à sua ação. Pretendemos que as crianças relacionem objetos e acontecimentos e busquem as causas dessa relação. As atividades devem servir como uma possível abertura para novos conhecimentos, fazendo-os estender e, eventualmente, mudar sua visão dos fenômenos.

Essa abordagem metodológica enfatiza a iniciativa do aluno porque cria oportunidade para que ele defenda suas idéias com segurança e aprenda a respeitar as idéias dos colegas. Dá-lhe também a chance de desenvolver variados tipos de ações — manipulações, observações, reflexões, discussões e escrita.

### A EXPERIMENTAÇÃO NAS AULAS DE CIÊNCIAS

A importância do trabalho prático é inquestionável na Ciência e deveria ocupar lugar central em seu ensino. Houve época em que os experimentos serviam apenas para demonstrar conhecimentos já apresentados aos alunos e verificar leis plenamente estruturadas. Passou-se depois a utilizar o laboratório didático como um local onde se pretendia que os alunos redescobrissem todo o conhecimento já elaborado.

De uma perspectiva construtivista, não se espera que, por meio do trabalho prático, o aluno descubra novos conhecimentos. A principal função das experiências é, com a ajuda do professor e a partir das hipóteses e conhecimentos anteriores, ampliar o conhecimento do aluno sobre os fenômenos naturais e fazer com que ele as relacione com sua maneira de ver o mundo.

◁ KARMILOFF-SMITH, 1975.

Uma atividade para desenvolver conhecimento científico parte da proposição de um problema pelo professor. O problema é a mola propulsora das variadas ações dos alunos: ele motiva, desafia, desperta o interesse e gera discussões. Resolver um problema intrigante é motivo de alegria, pois promove a autoconfiança necessária para que o aluno conte o que fez

e tente dar explicações. Em nossa proposta, o experimento tem a função de gerar uma situação problemática, ultrapassando a simples manipulação de materiais. Por isso, dedicamos um tempo especial para que o aluno reflita e possa contar o que fez, tomando consciência de suas ações e propondo explicações causais.

GONÇALVES, 1991. ▷

Os alunos das séries iniciais do ensino fundamental são capazes de ir além da observação e da descrição dos fenômenos, habilidades básicas comumente almeçadas e trabalhadas pelos professores. Portanto, as aulas de Ciências podem e devem ser planejadas para que os estudantes ultrapassem a ação contemplativa e encaminhem-se para a reflexão e a busca de explicações, pois é dessa forma que os estudantes terão a chance de relacionar objetos e acontecimentos e expressar suas idéias.

### SABER FAZER E COMPREENDER – ETAPAS DA AÇÃO DO ALUNO

Uma atividade de Ciências fundamenta-se na ação dos alunos. Essa ação, como já dissemos, não deve se limitar à simples manipulação ou observação. A resolução de um problema pela experimentação deve envolver também reflexão, relatos, discussões, ponderações e explicações — características de uma investigação científica.

KAMII & DEVRIES, 1986, ▷  
p. 63-5.

Essas ações, particularmente quando acontecem durante a resolução de um problema que envolve conhecimento físico, podem ser descritas de quatro formas ou níveis, como propuseram Kamii e Devries:

- agir sobre os objetos e ver como eles reagem;
- agir sobre os objetos para produzir um efeito desejado;
- ter consciência de como se produziu o efeito desejado;
- dar a explicação das causas.

Ao introduzirmos uma atividade, ou seja, ao apresentarmos um problema e os materiais experimentais, procuramos fazê-lo de forma a despertar a curiosidade e o interesse dos alunos.

Quando começam a agir para conhecer os objetos, para ver como eles funcionam, os alunos ainda não

sabem como resolver o problema, mas já constroem novas hipóteses, relacionando suas variadas ações e as correspondentes reações dos objetos. Logo em seguida, começam a agir para resolver o problema. Em outras palavras, algumas das ações da etapa anterior são repetidas, mas deliberadamente. Eles fazem determinadas coisas para obter determinados resultados. E, como todos nós, sentem-se muito contentes depois de conseguir resolver o problema.

No entanto, ter resolvido o problema não significa que a atividade terminou. Uma coisa é saber fazer, outra é compreender. Piaget mostra que “fazer é compreender em ação uma dada situação em grau suficiente para atingir os fins propostos, e compreender é conseguir dominar, em pensamento, as mesmas situações até poder resolver os problemas por elas levantados, em relação ao porquê e ao como das ligações constatadas e, por outro lado, utilizadas na ação”.

◁ PIAGET, 1978, p. 176.

É exatamente isso o que queremos com nossas atividades: primeiramente, criar condições em sala de aula para que os alunos consigam “fazer”, isto é, resolver o problema experimentalmente; depois, que eles compreendam o que fizeram, isto é, que busquem, agora em pensamento, o “como” conseguiram resolver o problema e o “porquê” de ele ter dado certo.

É durante as etapas de reflexão sobre o como — a fase da tomada de consciência de suas próprias ações — e de procura do porquê — fase das explicações causais — que os alunos têm oportunidade de construir sua compreensão dos fenômenos físicos. E, enquanto contam o que fizeram para o professor e para a classe e descrevem suas ações, vão estabelecendo, em pensamento, as próprias coordenações conceituais, lógico-matemáticas e causais.

◁ PIAGET, 1978, p. 176.

Quando os alunos são incitados a contar como resolveram o problema, começam a tomar consciência das coordenações dos eventos, iniciando-se a conceituação. A tomada de consciência está longe de constituir apenas uma simples leitura: ela é uma reconstrução que o aluno faz de suas ações e do que conseguiu observar durante a experiência.

Pensando no que fez, para contar para o professor e para a classe, o aluno vai fazendo ligações lógicas, estabelecendo conexões entre suas ações e reações dos objetos. As relações gradualmente vão sendo desvinculadas das ações da própria criança para as relações entre modificações dos atributos físicos dos objetos e

respectivos resultados. Nessa passagem — das ações executadas pelo próprio sujeito para a relação entre os atributos dos objetos — vai se iniciando a conceituação.

É importante reafirmar que a conceituação é um processo que se inicia com a reconstrução da própria ação e, depois, vai evoluindo para as seqüências exteriores, permitindo uma elaboração gradativa de noções necessárias para a explicação dos fenômenos.

Vamos exemplificar o que queremos dizer analisando uma aula em que propusemos a atividade do submarino (Segunda Parte, Atividade 3): os alunos tiveram de fazer um pequeno frasco plástico funcionar como um submarino, isto é, subir e descer numa bacia d'água.

Após propormos o problema para a classe e distribuímos o material pelos grupos, os alunos começaram a mexer no frasco ao qual estava acoplada uma mangueirinha, para ver como ele funcionava. Verificaram que, quando cheio de água, o frasco permanecia no fundo da bacia e, quando vazio, ele boiava. Observaram ainda que, quando sopravam através da mangueirinha, a água saía do frasco e, quando chupavam o ar, ela entrava no submarino. Os alunos passaram então a agir sobre o frasco para obter o efeito desejado, isto é, chuparam o ar pela mangueira para a água entrar e o frasco afundar e, depois, sopraram para a água sair e o frasco boiar. Igual a um submarino!

176.

PIAGET, 1978, p. 176. ▷ Nessa etapa do fazer, o aluno conseguirá resolver o problema quando “compreender em ação uma dada situação em grau suficiente para atingir os fins propostos”.

176.

Depois que todos os grupos resolveram o problema experimentalmente, passamos a incentivar, de maneira mais sistemática, a compreensão dessa resolução, que teve início com uma discussão. Desmanchamos, então, os grupos e, trabalhando com toda a classe, perguntamos: “Como vocês conseguiram fazer o submarino subir e descer?”.

Em suas primeiras explicações, os alunos relacionavam as ações de chupar e soprar com o movimento do submarino: “Eu chupei e o submarino desceu, eu assoprei e o submarino subiu”, diziam. Depois, a explicação evoluiu para: “A água entrou e o submarino desceu, a água saiu e o submarino subiu”, mostrando uma relação objeto-objeto, já descentrada de sua própria pessoa. Finalmente, aparecia a expli-

cação: “A água entrou, o submarino ficou pesado, então ele desceu, depois a água saiu, o submarino ficou leve e subiu”, mostrando que a criança era capaz de atribuir aos objetos uma nova variável, que ela não via nem media e que era, neste caso, o peso — variável necessária para a explicação científica do fenômeno.

A necessidade de atribuir uma nova variável para a explicação de um determinado fenômeno é o início da formulação de um conceito — etapa fundamental para o ensino de qualquer Ciência.

Não podemos ignorar que existe uma relação muito forte entre o fazer e o compreender. Piaget resume essa relação da seguinte forma: “Compreender consiste em isolar a razão das coisas, enquanto fazer é somente utilizá-las com sucesso, o que é, certamente, uma condição preliminar da compreensão, mas que esta ultrapassa, visto que atinge um saber que precede a ação e pode abster-se dela”.

◁ PIAGET, 1978, p. 179.

Portanto, se queremos ensinar Ciências, se queremos que nossos alunos aprendam Ciências, construindo eles próprios os conceitos que queremos ensinar, então é preciso que em cada aula, em cada atividade, os incentivemos a compreender o que já sabem fazer. A aula de Ciências não pode terminar com a resolução do problema.

## **INTERDISCIPLINARIDADE – O ENSINO DE CIÊNCIAS E DE LÍNGUA PORTUGUESA**

A nossa proposta de atividades de Ciências para os primeiros anos da escola fundamental preocupa-se em dar aos alunos condições de desenvolver, de forma integrada, sua capacidade de expressão.

É importante para o ensino de Ciências que os alunos consigam se expressar não só verbalmente mas também por meio da escrita — esse é o objetivo de toda a escola fundamental. Assim, a última etapa de nossas atividades é solicitar aos alunos que façam um desenho e escrevam sobre o que fizeram na aula. É muito interessante analisar esses desenhos e relatos e, por isso, colocamos na Segunda Parte do livro alguns

trabalhos de alunos em cujas classes testamos nossas atividades, para ilustrar a interação possível entre o ensino de Ciências e o de Língua Portuguesa.

Algumas sugestões nos foram dadas pelas professoras que testaram nossas atividades. A primeira é com relação à parte ortográfica. Quando fizemos a experiência do submarino em uma das classes, a professora ainda não havia introduzido o problema do **b** mudo. Quando pedimos às crianças que escrevessem, uma dúvida surgiu: Como escrever a palavra **submarino**? Escrevemos, então, a palavra na lousa e os alunos a copiaram quando tiveram necessidade de usá-la em seu texto. E a professora aproveitou essa palavra para introduzir o conceito das sílabas mudas.

Quando os alunos se expressam, procurando colocar o pensamento no papel, muitas vezes precisam de palavras que ainda não sabem escrever e por isso as escrevem errado. Os problemas dessa escrita precisam ser resolvidos e nada melhor do que discutir a grafia de novas palavras quando elas aparecem como necessidade do próprio aluno.

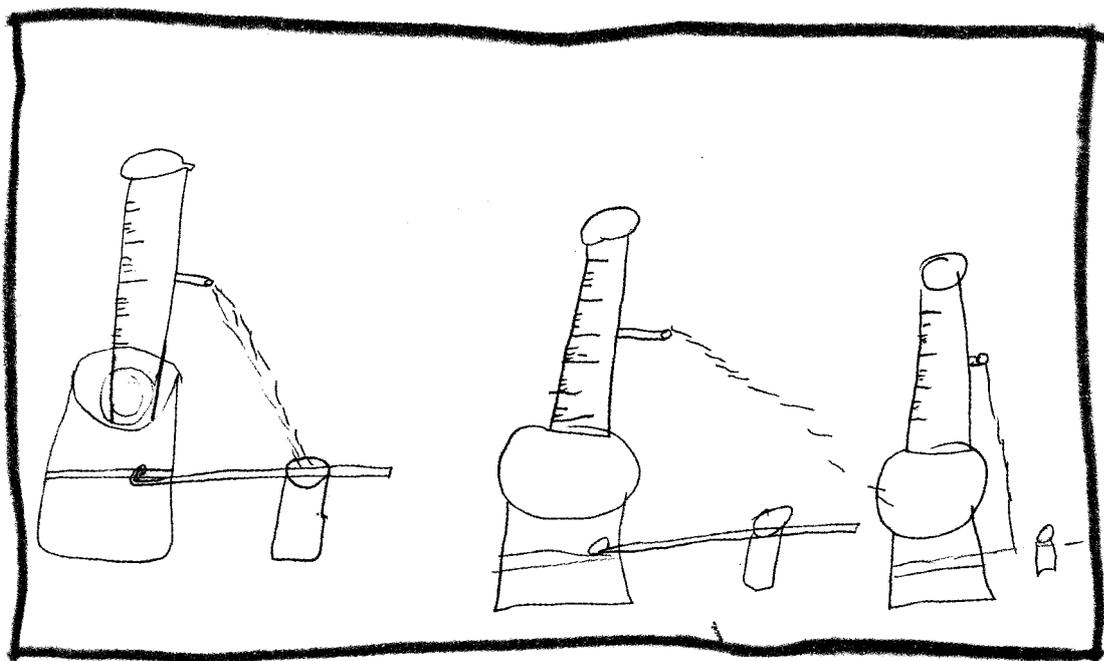
Outro ponto muito rico para discutir com os alunos é a diversidade de formas de expressão. Quando analisamos, em conjunto, todos os trabalhos dos alunos, verificamos como eles se expressam de formas diferentes: uns escrevem de maneira impessoal, outros conversam com o leitor, outros incluem as participações dos colegas e/ou do professor, outros, ainda, se expressam por meio de histórias em quadrinhos. Essa tomada de consciência dos diversos estilos de escrita pode ser muito interessante e proveitosa.

A relação entre a aula de Ciências e a de Língua Portuguesa também pode ser feita quando o professor propõe aos alunos a leitura de livros paradidáticos que tratem do tema estudado na aula de Ciências. Essa idéia nos foi dada por uma professora que, após a experiência das sombras iguais (Segunda Parte, Atividade 6), leu com seus alunos a história de um príncipe que precisava apresentar-se disfarçado e, para tanto, mostrava apenas sua sombra — fazendo com que ela não coincidisse com sua figura.

Enfim, procuramos ilustrar a possibilidade de trabalhar os diferentes conteúdos de modo complementar. As muitas professoras com que trabalhamos nos trouxeram sempre novas idéias, o que não nos surpreende: a criatividade é componente essencial de seu dia-a-dia de trabalho com crianças.

# 3

## O professor no ensino de Ciências como investigação



O professor desempenha papel essencial em nossa proposta de ensino, pois não é fácil, nos primeiros anos da escola fundamental, criar condições para que os alunos construam conhecimento físico, assim como não é fácil alfabetizá-los ou ensinar-lhes matemática. Na verdade, ensinar não é fácil.

No ensino construtivista, existem alguns aspectos relacionados ao papel do professor em sala de aula bastante diferentes ou até mesmo opostos aos do ensino tradicional. Essa diferença corresponde a uma ampliação da interpretação do que sejam conteúdos escolares. Por isso, é importante discutirmos alguns pontos que dizem respeito ao modo como o professor cria um ambiente propício ao desenvolvimento cognitivo e afetivo de seus alunos.

Em nossa proposta para o ensino de Ciências, o entendimento de conteúdo tem o sentido dado por Coll, que propõe que “na escola se ensinem e se aprendam outras coisas consideradas tanto ou mais importantes que os fatos e conceitos, como, por exemplo, determinadas estratégias ou habilidades para resolver problemas, selecionar informações pertinentes em situações novas ou inesperadas; ou, também, saber trabalhar em equipe, mostrar-se solidário com os companheiros, respeitar e valorizar o trabalho dos demais ou não discriminar as pessoas por razões de gênero, idade ou outro tipo de características individuais”.

◁ COLL, 1992.

Quando organizamos nossas atividades, partimos do princípio de que os **fatos e conceitos** são apenas um dos conteúdos a serem ensinados em sala de aula. Paralelamente, de maneira inter-relacionada, pretendemos desenvolver outros tipos de conteúdo: os **procedimentos** — muito importantes no ensino de Ciências — e também as **atitudes**, os **valores** e as **normas**, sem os quais os primeiros — os fatos e conceitos e os procedimentos — não seriam aprendidos.

À medida que se amplia o conceito de conteúdo escolar, o papel do professor em sala de aula torna-se ainda mais fundamental. O professor é a figura-chave no desenvolvimento de nossas atividades e, por esse motivo, é importante discutir alguns pontos relacionados à sua atitude em sala de aula, bastante diferente da do professor que trabalha de forma tradicional:

- a autonomia do aluno;
- a cooperação entre os alunos;

- o papel do erro na construção do conhecimento;
- a avaliação;
- a interação professor-aluno.

## A AUTONOMIA DO ALUNO

Criar alunos autônomos, que saibam pensar, tomar as próprias decisões e estudar sozinhos, é uma das metas do ensino. Muito se tem falado que um dos principais objetivos da escola é levar o aluno a aprender a aprender, mas para alcançar esse objetivo é necessário redefinir as relações professor-aluno na sala de aula.

A autonomia dos alunos precisa ser construída desde muito cedo na escola e, para isso, os professores, especialmente os que trabalham com crianças que estão iniciando a vida escolar, devem tomar muito cuidado ao estabelecer regras, principalmente aquelas que determinam o trabalho e a convivência em sala de aula.

Os alunos devem obedecer ao professor, mas essa obediência deve ser conduzida de tal forma que reflita uma disposição de cooperar, que traduza uma solicitação considerada razoável e coerente pelo aluno. Ter uma classe obediente somente "porque eu mandei" faz com que os alunos fiquem cada vez mais apáticos. Segundo Kamii e Devries, "as regras externas podem se tornar as regras da criança apenas quando ela tem uma chance de adotá-las ou construí-las por sua livre e espontânea vontade". Quando o professor leva seus alunos a pensarem por si mesmos e a cooperarem sem coerção, ele os ajuda a construir suas próprias razões morais e, portanto, sua autonomia.

KAMII & DEVRIES, 1986, p. 56. ▷

Isso não significa deixar os alunos comandarem a aula. Um professor que permite que os alunos façam o que quiserem está muito longe de ser alguém com quem eles colaborarão. Para que os alunos possam desenvolver sua autonomia, é preciso que o professor tenha regras claras e precisas em sua classe, que não devem ter sido impostas, mas explicadas e discutidas com os alunos. Se cada regra tiver uma razão lógica para existir, os alunos irão entendê-la e ajudar a respeitá-la. O que acontece em sala de aula não pode

ser de responsabilidade única do professor — como acontece em um ensino tradicional. Essa responsabilidade deve ser repartida e os alunos devem se tornar co-responsáveis pelo seu aprendizado.

A construção da autonomia moral, das regras de convivência em sala de aula, é necessária para o aluno alcançar a autonomia intelectual, pois uma não existe sem a outra. Se o aluno tiver de seguir regras preestabelecidas sem liberdade de dialogar com seu professor, ele também aceitará, sem discutir e sem questionar, dar a resposta que o professor quer, ainda que pense de outra maneira. A liberdade de perguntar “Por quê?” e de pensar de modo diferente deve ser vista pelo aluno e pelo professor como uma atitude natural e desejável na classe. É necessário dar espaço para que surjam “idéias maravilhosas”, isto é, idéias que levem os alunos a superar obstáculos conceituais.

◁ DUCKWORTH, 1972.

Criar condições para que os alunos digam o que pensam com convicção, argumentem com precisão e exponham suas idéias com persuasão (e não repetindo o que professor disse) são objetivos a serem atingidos em todo ensino construtivista, mas que só podem ser alcançados através de um trabalho diário, perseverante e muito atento do professor.

## A COOPERAÇÃO ENTRE OS ALUNOS

No ensino tradicional, as interações em sala de aula se dão quase exclusivamente entre professor e alunos e entre aluno e professor; a interação entre alunos tem uma influência secundária, quando não indesejável ou desagradável. As conversas entre eles são vistas como indisciplina que perturba o desenrolar da aula. É necessário ter uma classe quieta para que o professor possa transmitir conhecimento; é necessário haver silêncio para que os alunos possam entender o que o professor está explicando. Não é, portanto, estranho que nessa concepção pedagógica de transmissão-recepção pretenda-se reduzir ao mínimo as relações aluno-aluno.

◁ COLL, 1994, p. 77.

No ensino construtivista, não se ignora a importância da interação professor-aluno. Entretanto, a interação entre os alunos não pode, nem deve, ser des-

VANNUCCHI, 1997. ▷

prezada. Na escola, na sala de aula, deve haver tempo para comunicação, reflexão e argumentação entre os alunos — fatores importantes para o desenvolvimento da racionalidade e dos conteúdos metodológicos e atitudinais —, pois a interação do aluno com seus iguais é imprescindível na construção, eminentemente social, de um novo conhecimento. É também na discussão com seus pares que surgem o desenvolvimento lógico e a necessidade de se expressar coerentemente. O enfrentamento de outros pontos de vista faz com que seja necessário coordená-los com as próprias idéias e essa coordenação dá lugar à construção de relações, o que contribui para o desenvolvimento de um raciocínio coerente (para Piaget, cooperar ou co-operar significa “operar junto”).

Aprender a ouvir, a considerar as idéias de outro colega, não é só, do ponto de vista afetivo, um exercício de descentralização; é também, do ponto de vista cognitivo, um momento precioso de tomada de consciência de uma variedade de hipóteses diferentes sobre o fenômeno discutido. Nessa situação de diálogo, os alunos são ainda estimulados por desafios a suas idéias, reconhecendo a necessidade de reorganizá-las e reconceituá-las.

DUSCHI, 1995, apud  
VANNUCCHI, 1997. ▷

Muitas pesquisas já demonstraram que, em um ensino, quando se aumentam as oportunidades de discussão e de argumentação, também se incrementa a habilidade dos alunos de compreender os temas ensinados e os processos de raciocínio envolvidos.

WHEATLEY, 1991. ▷

Dessa forma, é preciso que os estudantes compartilhem suas idéias com seus pares, tanto em pequenos grupos como com toda a classe. Os pequenos grupos dão oportunidade aos alunos para que expliquem e defendam seus pontos de vista — processo que estimula a aprendizagem, pois a habilidade de argumentação é uma das realizações mais importantes da educação científica. Ao contar aos outros o que pensam sobre um problema, os estudantes elaboram e refinam seus pensamentos e aprofundam sua compreensão.

Entretanto, não basta colocar os alunos uns ao lado dos outros e permitir que eles interajam para obter, automaticamente, cooperação e superação do egocentrismo de cada um. Temos de planejar muito bem cada atividade em grupo, pois o elemento decisivo não é a quantidade de interação, mas sua natureza. Os alunos têm de ter um problema empolgante e interessante

para resolver, de tal modo que, ao procurarem uma solução, criem, com naturalidade, um clima de cooperação — do ponto de vista cognitivo e atitudinal.

O professor tem um papel muito importante nas atividades em grupo: durante todo o tempo, deve estar atento ao que acontece em cada grupo para auxiliá-lo quando necessário, para discutir regras de convivência, para elogiar. É um papel quase não percebido pelos alunos, mas nem por isso menos importante para o desenvolvimento intelectual e afetivo da classe.

## **O PAPEL DO ERRO NA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO**

Trabalhar com o erro dos alunos, transformando-o em situações de aprendizagem, é muito difícil para o professor, porque para ele, que tem o compromisso pedagógico de ensinar corretamente uma Ciência, o erro nunca deveria aparecer e, se isso acontecesse, deveria ser corrigido imediatamente, para que ficasse bem claro o que é certo e o que é errado em Ciências.

Quando corrigimos imediatamente um erro, mesmo que essa correção venha acompanhada de uma explicação formal sobre o porquê de a termos feito, estamos, na verdade, supondo que o erro pode ser apagado, que existe uma “borracha” — uma vez apagado ou corrigido, nunca mais aquele erro vai ser repetido. Sabemos que isso não acontece; sabemos que os alunos erram e, mesmo corrigidos, continuam a errar nas mesmas coisas. Isso não ocorre sem motivo. O erro de um aluno quase sempre expressa seu pensamento, que tem por base outro sistema de referência, para ele bastante coerente.

◁ *MACEDO, 1994.*

Em um ensino que se propõe construtivista, é preciso entender melhor por que os alunos erram e, mesmo não aceitando o erro, devemos trabalhar com ele, transformando-o em uma situação de aprendizagem. Nesses casos, partimos da explicação do aluno, procuramos entender a estrutura de seu pensamento e, por meio de perguntas que o levem a conflitos cognitivos ou dando-lhe novos conhecimentos, criamos condições para que ele mesmo possa superar o erro. “A importância dos erros”, afirma Piaget quando enfoca o

*Introdução de PIAGET ao livro de KAMII & DEVRIES, 1986, p. 9.*

▷ desenvolvimento das atividades em sala de aula, “não é negligenciada, visto que um erro corrigido é frequentemente mais instrutivo que um sucesso imediato”.

*PIAGET, 1978.*

▷ o compreender. Vamos estudar o problema do erro com base nesses dois sistemas, dois momentos importantes em nossa proposta de ensino do conhecimento físico para as primeiras séries do ensino fundamental.

O sistema do fazer está comprometido com o resultado, isto é, com a construção de meios e estratégias adequados à solução do problema proposto. No plano do fazer, “errado” é não conseguir resolver o problema. Se o objetivo do problema for claro para o aluno, um erro de procedimento ou estratégia na procura da solução pode levar a uma situação nova — nessa condição, a situação inicial precisa ser alterada, corrigida ou aperfeiçoada. Daí a importância do erro, pois é por meio dele que o aluno vai buscar o acerto.

Muitas vezes, nessas situações, em vez de procurar o professor, os alunos olham para o grupo vizinho e, compreendendo o procedimento certo, são capazes de modificar o seu, de corrigi-lo e acertar. Nesse caso, eles não estão “colando”, não copiam simplesmente o que o outro grupo fez; eles já compreenderam que erraram e buscam um acerto. Só é capaz de entender o que os outros estão fazendo quem tem uma estrutura para essa compreensão.

*MACEDO, 1994, p. 74.*

▷ O sistema do compreender é o plano da razão, das estruturas, da consciência dos meios e das razões que produzem um dado acontecimento. Nesse plano, “o erro corresponde a uma contradição, conflito ou falha na teoria (hipótese) que explica determinado fenômeno. Erro nesse plano corresponde, então, às lacunas em que aquilo que a criança diz não se articula com o que faz, ou em que aquilo que diz em uma situação não se coordena com o que diz na situação seguinte”. Os alunos necessitam da ajuda do professor para preencher as lacunas, para mostrar as contradições e levá-los a tomar consciência da não-coordenação entre as diversas situações.

*CARVALHO et al., 1992.*

▷ Apesar de analisarmos os erros nesses dois sistemas separadamente, sabemos que, na sala de aula, eles ocorrem ao mesmo tempo, e cabe ao professor ter a capacidade de trabalhá-los, transformando-os em situações privilegiadas de novas aprendizagens.

## A AVALIAÇÃO

Um dos papéis atribuídos ao professor é o de avaliador, principalmente da aprendizagem de seus alunos.

No ensino tradicional, a principal característica da avaliação da aprendizagem é classificar os alunos, normalmente em ordem decrescente, tendo por base a nota dada a cada um em uma prova. Essa prova, na maioria das vezes escrita, é feita de maneira solitária e sua aplicação — a menos que lhe seja atribuída também a característica de punição — é anunciada com a antecedência necessária para que os alunos se preparem, tanto na escola como fora dela, para alcançar o maior número de acertos possível, de acordo com o padrão de resposta preestabelecido. Com essas provas, os professores medem o “sucesso” do aluno na escola.

Na verdade, com esse tipo de avaliação mede-se apenas a competência do aluno em memorizar e repetir informações que lhe foram transmitidas durante as aulas. Ou ainda, como diz Darsie, “nessa perspectiva (a do ensino tradicional) a avaliação assume o papel de controle, visando adequar o planejado e o aprendido. É também a avaliação em sua concepção de julgamento, de resultados finais e irrevogáveis”. Aos alunos mal-sucedidos — os que erraram nesse tipo de prova —, atribuem-se características de baixa dedicação, pouco estudo, enfim, dificuldades diversas, próprias dos alunos. Somente a eles cabe a culpa pelo fracasso e — o que é mais nefasto — com base nessas avaliações propõem-se que esses alunos não estão aptos a adquirir novos conhecimentos.

◁ DARSIE, 1996, p. 49.

Propomos uma avaliação mediadora dos processos de ensino e aprendizagem, que sirva para encorajar e reorganizar o saber. Para isso, como afirma Hoffmann, “o professor deve assumir a responsabilidade de refletir sobre toda a produção de conhecimento do aluno, favorecendo a iniciativa e a curiosidade no perguntar e no responder e construindo novos saberes junto com os alunos”.

◁ HOFFMANN, 1996, p. 75.

Estamos agora dando um novo estatuto à avaliação, que impede que ela seja apenas uma maneira de classificar os alunos. O professor, em nossa proposta, deve usar a avaliação como um instrumento de aprendizagem, deixando de preocupar-se com quem merece ou não uma avaliação positiva para dar a cada aluno aaju-

◁ ALONSO et al., 1992.

da de que ele precisa para avançar no processo de construção do conhecimento físico.

HOFFMANN, 1996, p. 69. ▸

Essa avaliação formativa deve estar presente em todas as fases do ensino, pois “formal ou informalmente, cada vez que a criança brinca, fala, responde ou faz tarefas, está sendo observada e julgada por seus professores”. É nesse momento que o professor deve parar de julgar o quanto a resposta de A foi melhor do que a de B e indagar: Que perguntas ou situações devo propor a B para que ele também possa construir seu conhecimento e superar suas dificuldades? É pela avaliação, contínua e diária, que vemos não só se os alunos estão aprendendo mas também e principalmente se estamos conseguindo ensinar-lhes algo.

## A INTERAÇÃO PROFESSOR-ALUNO

Como pudemos ver até aqui, a interação professor-aluno em um ensino que tem por objetivo levar o aluno a construir seu conhecimento é muito mais complexa do que no ensino tradicional.

Espera-se de um professor construtivista muito mais do que saber expor a matéria e ter bom relacionamento com os alunos. É necessário que suas aulas sejam criativas e que nelas haja espaço para que surjam as situações de aprendizagem necessárias para os alunos construírem seus conhecimentos.

Mas, para isso, o professor tem de criar atividades nas quais os alunos possam manipular e explorar os objetos, criar regras de conduta que lhes permitam trabalhar de maneira satisfatória e alegre — sem que a algazarra tome conta da classe —, criar liberdade intelectual para que eles não tenham receio de expor suas idéias e de fazer perguntas.

O princípio conforme o qual o aluno é o construtor do próprio conhecimento é, muitas vezes, erroneamente interpretado, atribuindo-se a ele a tarefa de descobrir ou de inventar conhecimentos. A interpretação que nos parece mais adequada consiste em pensar o aluno como o sujeito que aprende sem que ninguém possa substituí-lo nessa tarefa. O ensino acontece através de atividade mental construtiva desse aluno, que manipula, explora, escuta, lê, faz perguntas e expõe suas idéias.

Coll leva-nos a refletir sobre outro ponto importante do trabalho escolar, muitas vezes negligenciado pelos que advogam o caráter construtivista da aprendizagem: a atividade construtivista do aluno realiza-se sobre conteúdos já bastante elaborados e definidos (ainda que tenhamos claro o caráter provisório das teorias científicas e a sua contínua reestruturação). Assim, o aluno reconstrói na escola conhecimentos que já foram construídos. Por exemplo, o aluno constrói a noção de quantidade de movimento, de visão ou de vida, mas essas noções já fazem parte do rol de conhecimentos elaborados pelo trabalho científico ao longo do tempo. Desse modo, o professor deve estar engajado no processo de construção do conhecimento de seus alunos, não de uma construção qualquer, aleatória, mas daquela aceita pela atual comunidade científica e cultural. Ele deixa de ser o transmissor de conhecimento para assumir o papel de um guia comprometido com um caminho. E, nas aulas de Ciências, é desempenhando esse papel que o professor deve preparar atividades de ensino (e que nós preparamos as atividades da Segunda Parte deste livro) que levem o aluno a resolver um problema cujo objetivo final é explicar um fenômeno físico.

É o professor que propõe problemas a serem resolvidos, que irão gerar idéias que, sendo discutidas, permitirão a ampliação dos conhecimentos prévios; promove oportunidades para reflexão, indo além das atividades puramente práticas; estabelece métodos de trabalho colaborativo e um ambiente na sala de aula em que todas as idéias são respeitadas.

O professor precisa administrar os materiais, provendo os grupos de tudo aquilo de que necessitam, zelar pela segurança de seus alunos e ajudá-los a superar dificuldades.

Ele deve perguntar, estimular, propor desafios, encorajar a exploração de idéias, permitindo que todos tenham oportunidade de expor suas idéias e transmitir informações novas.

Finalmente, se o professor é capaz de reconhecer que a ação do aluno não é isolada, mas está apoiada na ação dele, deve ser capaz de utilizar os resultados obtidos pelos alunos a fim de avaliar o próprio trabalho. Se a aprendizagem dos alunos não for satisfatória, é preciso que o professor reflita crítica e honestamente sobre aquilo que fez ou deixou de fazer e planeje mudanças no seu modo de agir.