

gação de um problema. Talvez, nesse caso, nem mesmo um verdadeiro problema tenha sido proposto.

Quando um aluno duvidou do professor Marcos, lançando a hipótese de que a água só havia ficado invisível, mas sairia azul do outro lado do destilador, sua idéia em nenhum momento foi considerada uma hipótese verdadeira, passível de verificação. O professor pareceu muito mais preocupado em mostrar que suas afirmações eram verdadeiras.

Assim, além de simplesmente verem um destilador, os alunos só puderam constatar que o professor estava com a razão: "a água que era azul saiu incolor do outro lado do destilador".

Situações como essa têm um efeito muito negativo na aprendizagem das ciências, pois reforçam o estereótipo de que cientistas são pessoas especiais, que detêm todo o conhecimento. Reafirmam idéias estereotipadas de que o conhecimento científico corresponde à verdade sobre os fatos, e não que é uma *interpretação* do mundo, baseada num corpo de conhecimentos e nas circunstâncias em que são construídos.

Daí a importância de um trabalho investigativo com crianças. Ao fazermos um trabalho de investigação, todas essas falhas que apareceram na demonstração prática do professor Marcos devem ser evitadas. Principalmente porque, em uma atividade de investigação, a preocupação não é só com as mudanças conceituais que, eventualmente, venham a ocorrer. Objetiva-se produção, ampliação e reformulação de conteúdos tanto conceituais como procedimentais e atitudinais. Em poucas palavras, uma mudança não só conceitual, mas também metodológica e atitudinal.

Conforme já destacamos, as demonstrações também têm finalidades didáticas específicas. No quadro a seguir, apresentamos lado a lado algumas diferenças entre os objetivos das *demonstrações* (e experiências meramente ilustrativas) e das *investigações e experimentos com testes de hipóteses*.

Demonstrações e experiências ilustrativas	Investigações e experimentos
<ul style="list-style-type: none"> • Ser uma ponte entre a realidade e uma teoria abstrata. • Possibilitar o contato com materiais, fatos ou fenômenos que os alunos tenham dificuldade em conhecer de outra forma. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver a autonomia dos alunos. • Promover a aprendizagem significativa pela mudança não só conceitual, mas também metodológica e atitudinal. • Possibilitar a visão de ciências como uma <i>interpretação</i> do mundo, e não como um conjunto de respostas prontas e definitas. • Desenvolver amplamente habilidades e capacidades relacionadas a aprendizagem.

O trabalho investigativo com crianças

O trabalho investigativo com crianças mais novas tem características próprias. Por um lado, seria inadequado, por exemplo, exigir dos alunos da pré-escola ou 1ª série que percorram todo um ciclo investigativo, formulando claramente hipóteses e meios de testá-las. Por outro, seria insuficiente não realizar nenhum trabalho que os ajude a superar a *metodologia das superficialidades* e a fazer investigações.

O objetivo de um trabalho baseado na investigação, nessa etapa do ensino fundamental, é menos que as crianças adquiram conhecimentos compatíveis com o *científico* e mais que desenvolvam a observação dos fatos da vida, comecem a enxergar *problemas* nas coisas a seu redor, arriscando-se a dar palpites para suas próprias indagações.

Para isso, são adequadas as atividades exploratórias e de busca e os experimentos ilustrativos, descritivos ou investigativos, desde que o professor estabeleça metas a serem atingidas em cada etapa curricular, formule problemas adequados às crianças e favoreça um processo de mudança metodológica.

É importante que o professor não se esqueça de que, ao fazer tais atividades, deve possibilitar que as crianças mais jovens comecem a conhecer e a indagar mais sobre o mundo. Assim, elas podem gradualmente adquirir informações, compreender as coisas, começar a fazer previsões e até tentar explicá-las.

Em síntese, não podemos dizer em que série o professor pode começar a realizar verdadeiras investigações com seus alunos. Cabe ao professor propor aos alunos verdadeiros problemas e fazer um trabalho visando que as crianças gradativamente deixem de encarar as coisas pelo senso comum, superficial e acriticamente. É natural que, ao avançarem nesse caminho, as crianças comecem a exigir que o professor as ajude a averiguar, de forma mais rigorosa e crítica, o mundo. Ou seja, são as crianças que nos indicam claramente o momento em que podemos de modo efetivo ser orientadores de suas investigações.

Ser orientador de uma investigação implica dar dicas, que ajudam os alunos na busca do conhecimento que está sendo procurado. Cabe ao professor orientar e indicar um caminho de investigação, e não ficar a todo momento dando respostas definitivas ou sugerindo conhecimento pronto ou elaborado aos alunos. Isso não quer dizer, no entanto, que o professor não deve fornecer fatos novos aos alunos.

Cabe ao professor estar atento para o fato de que não é uma atividade prática isolada, mas todo um processo que inclui discussões e atividades intercaladas, que permite a formulação de idéias e a construção de teorias e conhecimentos sobre o problema que está sendo investigado.

O quadro a seguir (GIL PÉREZ e VALDÉS CASTRO, 1996: 155-63) apresenta uma síntese dos elementos das atividades investigativas que devem estar presentes no trabalho realizado com os alunos.

Alguns aspectos fundamentais para a orientação investigativa da intervenção didática

- Apresentar situações problemáticas abertas com nível de dificuldade adequado.
- Favorecer a reflexão sobre o interesse e a relevância das situações expostas.
- Favorecer a análise qualitativa das situações propostas.
- Estabelecer a elaboração de hipóteses como atividade central da investigação científica.
- Dar importância à elaboração de projetos e à realização de experimentos pelos próprios alunos.
- Estabelecer uma análise rigorosa dos resultados à luz dos conhecimentos disponíveis.
- Fazer considerações sobre as possíveis perspectivas e as relações entre ciência/técnica/sociedade e os estudos realizados.
- Buscar a integração do estudo realizado para a construção de um corpo de conhecimentos coerente.
- Dar importância à elaboração de registros, memoriais ou relatórios científicos, como documentos que reflitam o que foi feito.
- Enfatizar a dimensão coletiva do conhecimento científico, favorecendo o trabalho cooperativo grupal e a integração entre os grupos de trabalho.

O que os alunos podem fazer

Muitos aspectos apresentados no quadro anterior constituem tarefas extremamente complexas que nas séries iniciais do ensino fundamental devem ser consideradas não na perspectiva de como os adultos fazem investigações, mas, sim, de como as crianças lidam com os problemas.

Por exemplo, tarefas como a formulação de hipóteses podem ser trabalhadas logo no início do ensino fundamental. Partindo dos conhecimentos que já possuem, os alunos arriscam palpites sobre possíveis respostas a suas dúvidas. É verdade que tais palpites não podem ser tomados como hipóteses embasadas.

Sua importância está no fato de indicar qual a “matéria-prima” de que o professor dispõe para desenvolver com os alunos a superação da metodologia das superficialidades ou, em outras palavras, para favorecer a ocorrência de hipóteses cada vez mais rigorosas no trabalho em sala de aula e fora dela.

No entanto, quando um professor promove nos alunos uma mudança metodológica e ajuda-os a desenvolver o hábito de formular hipóteses e experimentos para testá-las, precisa estar atento a alguns aspectos. Com crianças que estão começando a realizar investigações, por exemplo, é muito mais fácil indagar e testar poucas variáveis que influem em um fenômeno de uma só vez. Também é mais fácil começar a fazer investigações abordando variáveis contínuas e discretas relacionadas a contextos mais rotineiros e familiares do que apresentar variáveis quantitativas centradas em contextos distantes de sua realidade.

Por exemplo, é melhor começar a investigar *variáveis categóricas*, isto é, aquelas que não se prestam à medição, mas à averiguação de sua presença (ou ausência) e de seu tipo ou qualidade, como: temperatura (fria/quente), cor de um objeto ou líquido (azul/não tem cor), tipo de material. Logo no início de uma investigação com crianças pequenas, seria mais difícil preocupar-se em medir variáveis como, por exemplo, graus de temperatura da água e graduação da cor da água que sai do destilador entre outras.

Da mesma forma, é importante não esquecermos que os alunos devem ir gradativamente percebendo a importância do *controle experimental* nas atividades que realizam. Muitas crianças costumam ir mudando mais de uma variável simultaneamente nos “experimentos” que realizam. Evidentemente, quando assim o fazem, não podem concluir se os efeitos que observam devem-se à alteração desta ou daquela variável que está sendo investigada.

Por isso, o professor deve orientar o trabalho de crianças mais novas no sentido de valorizar a existência de um controle experimental, isto é, uma situação-padrão em que não haja interferência de nenhum fator ou variável externa conhecida. A diferença entre essa situação-padrão e a experimental deve estar apenas em uma variável: a que está sendo estudada.

Se na investigação sobre as gotas de água o professor pegasse dois copos idênticos com água da mesma fonte — uma gelada e outra na temperatura ambiente —, ficaria claro que a única diferença é a temperatura da água. Assim, como o aparecimento de gotinhas ocorre somente no copo com água gelada, é provável que o que ocorre só possa estar associado à diferença de temperatura da água.

Lembramos que o passo inicial em toda investigação é a elaboração de perguntas e hipóteses explicativas. Para isso, o

professor deve valorizar aquilo que os alunos dizem, favorecendo e incentivando a expressão de suas idéias. Mais ainda, deve tentar superar o egocentrismo infantil promovendo situações em que as crianças sejam apresentadas a outras opiniões e hipóteses diferentes das suas.



Poderíamos dizer que a comparação e o conflito de idéias antagônicas constituem um primeiro “teste” às hipóteses formuladas pelas crianças. Mas, além disso, experimentos podem ser planejados e executados no momento oportuno para avaliar suas hipóteses. Juntamente com os resultados desses experimentos surgirão respostas às indagações feitas anteriormente; algumas hipóteses serão descartadas, outras tentarão persistir mesmo estando ameaçadas. Novas perguntas serão feitas e novas hipóteses formuladas... e, quando isso ocorrer, as crianças estarão construindo conhecimento.

O quadro a seguir resume o que um trabalho investigativo na área de ciências deve favorecer.

As atividades investigativas devem favorecer:

- Que os alunos expressem suas idéias, explicitem suas hipóteses e seus modelos explicativos.
- A manifestação da diversidade de opiniões.
- Situações de contraste e de conflito de idéias.
- Ambiente propício ao trabalho cooperativo mais do que ao trabalho competitivo.

- A realização de testes de hipóteses (por meio de experimentos, por exemplo).
- Que um mesmo problema possa ser abordado por diferentes alunos ou por grupos de alunos de diversas maneiras.
- Situações de comunicação e discussão das conclusões obtidas a partir das tarefas realizadas.
- Uma visão da ciência como uma interpretação do mundo, e não como um conjunto de respostas prontas e definidas.

Como vimos no esquema do ciclo investigativo, o processo de construção do conhecimento é, de certa forma, algo sem um fim muito definido. Ou seja, no decorrer desse processo as fronteiras do saber são alteradas e, conseqüentemente, aspectos da realidade que sequer imaginávamos podem agora ser pensados. Da mesma forma, coisas a respeito das quais não ocorriam indagações constituem agora tema de interrogações e alvo potencial de novas investigações.

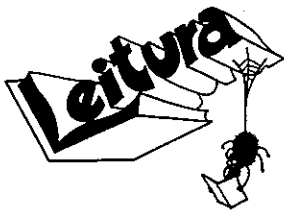
Acreditar que o experimento dará um resultado e no final deparar-se com um resultado distinto do esperado é somente o início do teste e da negação de hipóteses. Em outras palavras, tentar explicar por que tal experimento dá determinado resultado envolve a solicitação de modelos explicativos e, portanto, todo um corpo de conhecimentos muito amplo por parte do aluno.

Lembramos que é muito comum, principalmente entre crianças no início do ensino fundamental, que os resultados de experimentos realizados por elas sejam explicados por meio de modelos já existentes, muitos dos quais podem não ser cientificamente aceitos.

Evitar o uso de tais modelos não é algo que se possa obter apenas pela negação de uma hipótese explicativa. A negação de uma hipótese deve ser vista como algo capaz de gerar um desequilíbrio no corpo de conhecimentos do aluno, apesar de não dizer nem para ele nem para o professor como se dará essa reestruturação.

Para superar o senso comum e as concepções alternativas das crianças, é necessário um corpo de conhecimentos mais robusto e o desenvolvimento de diferentes formas de lidar com os problemas, algo que elas também irão construindo.

Conseqüentemente, cabe ao aluno (aquele que investiga) e ao professor (aquele que orienta a investigação) lidarem com as situações de desequilíbrio e com suas capacidades cognitivas, buscando a construção de um corpo de conhecimentos coerente com as evidências (empíricas ou não) que vão surgindo nas atividades investigativas.



COMPLEMENTAR

1. [A visita do inspetor]

Já faz um certo tempo que ouvi a seguinte anedota: um inspetor visita o professor de ciências de uma escola e lhe pergunta sobre as atividades práticas dos alunos. O professor lhe respondeu que não era possível fazer atividades práticas, porque não havia laboratório.

O inspetor, interessado no assunto, conseguiu então que as autoridades competentes arrumassem espaço e instalações adequadas. Algum tempo depois, os dois voltaram a se encontrar e o inspetor fez a mesma pergunta. A resposta dessa vez foi que as atividades práticas não podiam ser feitas porque não havia material disponível. Como não era de desanimar facilmente, o inspetor conseguiu enviar à escola o material adequado.

Passado algum tempo, outra vez se repetiram a visita e a famosa pergunta. Dessa vez, a resposta não se fez por esperar: "Pois veja você que não fazemos atividades práticas porque todos os alunos se comportam mal e estão de castigo".

(NIEDA, J. Algunas minucias sobre los trabajos prácticos en la enseñanza secundaria. *Alambique — Didáctica de las ciencias experimentales*. 2: 15-20, 1994.)



1. Compare o que diz o texto com as atividades práticas realizadas no local em que você estuda.
2. Na ausência de laboratório, equipamento e material, o que se pode fazer no ensino das ciências da natureza?

2. [O que importa é ser bem compreendido]

Reconheci a necessidade de começar minha instrução química e de observar, de tudo o que havia aprendido, apenas os fatos, tentando organizá-los em minha memória, numa ordem metódica, conforme a marcha própria, a natureza mesma. Essas idéias, disse eu a mim mesmo, só podem nos chegar pelos sentidos.

A criança que acaba de nascer faz, com ajuda dos objetos que a cercam, uma espécie de curso de física experimental. É dessa maneira que ela toma noções sobre o peso dos corpos, sobre sua dureza, sua transparência. É assim que aprende a julgar a sua forma, o seu distanciamento. Um aluno de química é essa mesma criança que procura, com o auxílio de diversos instrumentos, fazer recuar os limites de seu conhecimento. Os apa-

relhos de física e de química não passam de suplementos que ele junta aos órgãos que lhe deu a natureza e com cujo auxílio ele deve constatar fatos, interrogar a natureza (sob outra forma?), exigir dela novas respostas e adquirir novos conhecimentos.

Custa mais do que se pensa a obtenção do que sabemos, a distinção numa ciência — sobretudo na química — entre as verdades dadas pela experiência e aquelas obtidas pelo raciocínio, e entre as suposições e as verdades. Mas embora eu tenha por muito tempo feito minha educação química — e ela ainda não está completamente terminada —, destruí nessa caminhada erros importantes, erros abandonados também pela maior parte dos químicos e que abandonarão todos aqueles que se dispõem de todo o preconceito; erros que tive a felicidade de poupar às pessoas que estudarão a ciência nos dias vindouros. [...]

Assim, ao se começar a ensinar, duas perguntas devem ser feitas aos alunos: “O que vocês sabem?” e “O que vocês querem saber?”. Aquele que ensina, com maior razão, deve se fazer duas perguntas: “Onde começa e onde acaba o livro que me proponho a utilizar?”

Parece-me que há menos inconvenientes em partir de longe demais do que de demasiado perto. Mas o que importa é ser bem compreendido.

(CHASSOT, Attico I. Lavoisier, o pedagogo. In: _____. *Catalisando transformações na educação*. Ijuí, Unijuí, 1995. p. 27-30.)

Sobre o texto

1. O autor comenta no artigo um texto escrito por Lavoisier em 1789 às vésperas da Revolução Francesa. Nele é possível verificar quanto ele estava preocupado em levar o aluno do conhecido para o desconhecido, em incentivar a construção do conhecimento por parte do aluno. Discuta o trecho selecionado (3º parágrafo) fazendo uma comparação com o que ocorre hoje em dia no ensino de ciências.
2. Comente a afirmação: “A criança que acaba de nascer faz, com ajuda dos objetos que a cercam, uma espécie de curso de física experimental”.

Para você fazer

1. Faça uma pesquisa e dê exemplo de uma atividade experimental, destacando o controle experimental.
2. Com base nos conteúdos conceituais a seguir e nos encaminhamentos fornecidos pelo capítulo, elabore situações e problemas que podem propiciar o início de uma investigação para a 3ª série (alunos entre 9 e 10 anos).

A água e suas transformações de estado físico

Proposições conceituais

x A água é uma substância que pode estar no estado sólido, líquido ou gasoso.

O gelo é um exemplo de água no estado sólido.

v O vapor de água é o nome que damos à água no estado gasoso.

x O vapor de água é invisível, mas está no ar.

x O ar é constituído de substâncias no estado gasoso, como vapor de água, oxigênio e gás carbônico.

As substâncias podem sofrer transformações de estado físico.

A transformação de estado físico não promove uma alteração de massa na substância que a sofreu.

3. Entreviste alguns professores perguntando a eles como utilizam as demonstrações práticas, os experimentos e as atividades investigativas no ensino de ciências para crianças das séries iniciais. Questione sobre vantagens e desvantagens de cada estratégia. Depois, discuta com seus colegas qual a postura dos professores entrevistados em relação à construção do conhecimento científico.
4. Analise alguns livros didáticos de ciências verificando a presença de demonstrações, experimentos e atividades investigativas.
5. Assista ao filme *Contato* (Robert Zemeckis, 1997), estrelado por Jodie Foster e baseado no livro homônimo de Carl Sagan (publicado no Brasil pela Companhia das Letras, 1997). Nesse filme aparecem vários aspectos do que seria fazer ciência hoje. Depois, organize uma discussão com seus colegas. No Anexo 1, colocado no final do livro, aparecem sugestões de filmes e documentários que, direta ou indiretamente, têm a *construção do conhecimento científico* como tema.
6. Você conhece alguém que, no seu entender, possui as características do que seja um cientista? Entreviste-o ou convide-o para conversar com você e com seus colegas.
7. Qual a imagem que as crianças tinham do laboratório do professor Marcos? Qual a imagem de ciência e de cientista que você acha que elas tinham? Quais as imagens desejáveis que as crianças tenham da ciência, dos cientistas e de um laboratório científico?

Para refletir

1. Como conduzir a (in)disciplina durante a realização de uma atividade prática?
2. Quais as atitudes científicas mais freqüentemente incentivadas no decorrer de sua formação escolar?
3. Depois deste capítulo, você teria condições de realizar um trabalho experimental seguindo uma metodologia científica? Discuta isso com seus colegas e professor.