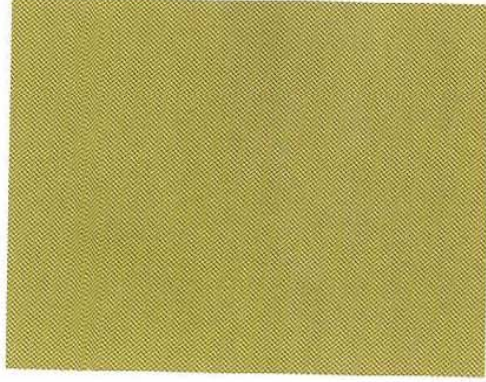
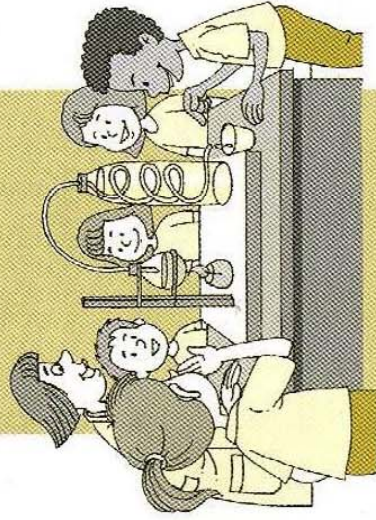


Maria Cristina da Cunha Campos
Rogério Gonçalves Nigro

Didática de **CIÊNCIAS**



O
ensino-aprendizagem
como investigação

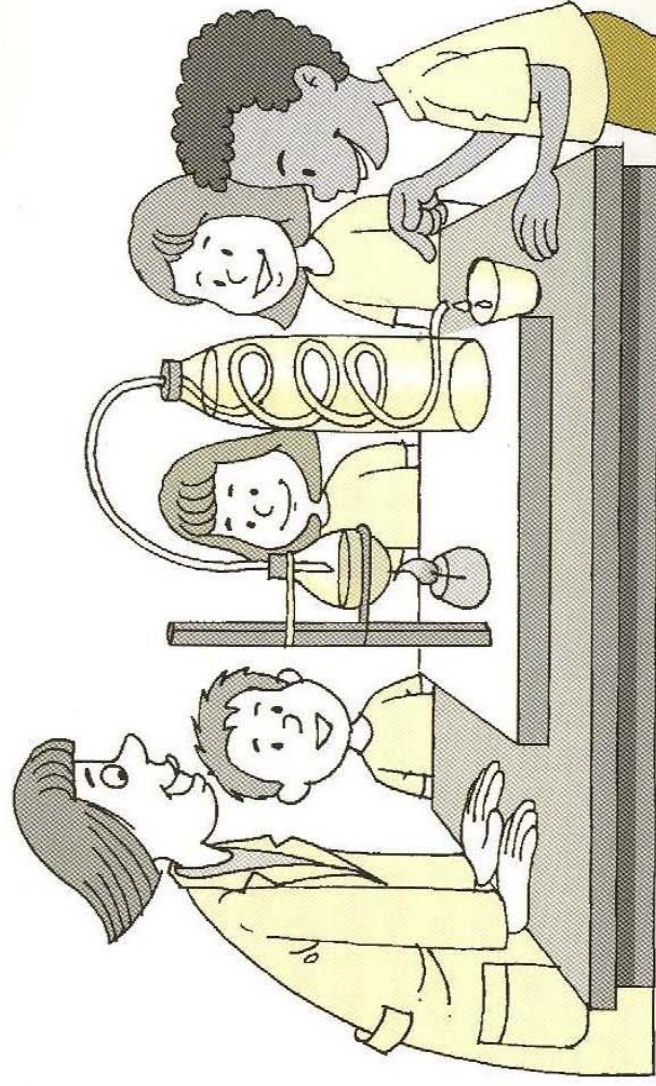


7

AS INVESTIGAÇÕES NA SALA DE AULA

O mundo é o que vemos e que,
contudo, precisamos aprender a ver.

Maurice Merleau-Ponty



De olho na sala de aula

As demonstrações práticas

Imagine a seguinte situação: a professora Mariana vai ensinar as transformações de estados físicos e o ciclo da água para uma turma de 3ª série do ensino fundamental e resolveu utilizar o laboratório de ciências da escola.

O professor Marcos, o laboratorista, além de fazer a manutenção dos laboratórios, também sugere algumas atividades aos colegas. Nesse caso, ele dá a idéia de mostrar aos alunos um destilador em funcionamento.

Mal entram no laboratório, algumas crianças apontam para aquele vidro engraçado que está perto do professor e perguntam:

— Que vidro engraçado é esse com água colorida?

O professor Marcos aproveita a deixa e já começa sua demonstração, explicando aos alunos:

— Isto é um destilador.

— Desti... o quê? — perguntam algumas crianças.

— Para que serve? — querem saber outras.

Num tom de mistério, o professor diz:

— O destilador é uma espécie de instrumento mágico. Ele faz a água azul ficar incolor.

Muitas crianças duvidam, e o professor começa a explicar como isso é possível.

— A água azul esquenta e ferve. Depois de ferver, ela continua no vidro, só que invisível: é o que chamamos vapor de água. Vocês já ouviram falar de vapor, não ouviram? Pois então. O vapor sobe até esta abertura aqui de cima. Por esta abertura ele escapa e vai para este tubo, que está frio. Quando o vapor es-

fria, ele vira água líquida de novo e cai como gotinhas sem cor do outro lado do vidro.

Intrigada com o que o professor Marcos diz, uma criança pergunta:

— Mas se a água que pinga do outro lado é a mesma água azul que estava esquentando aqui, então ela deve ser azul também!?

— Não é a água que é azul. O azul da água é devido a um corante que eu coloquei chamado anilina. Quando a água evapora, é só ela que evapora, e não o corante — tenta esclarecer o professor. O vapor passa para o outro lado do destilador, mas o corante fica nesta parte que o fogo está esquentando.

No entanto, essas explicações não são suficientes para convencer os alunos. O professor percebe que, para eles, só há uma lógica: se a água que era azul ficou invisível e vai pingar do outro lado do destilador, ela só pode pingar na cor azul.

Relação entre matéria e suas propriedades

É muito difícil para crianças de 3ª série estabelecerem relações corretas entre matéria e suas propriedades. No caso, desconhecem que é um corante que dá a cor azul à água. Para elas, a própria água é azul, e, nesse caso específico (ao contrário dos testes piagetianos com solução de água e açúcar, por exemplo), não conseguem desvincular a matéria água ou líquido azulado daquilo que seria uma propriedade sua: o fato de ser azul.

O professor sugere, então:

— Vamos esperar alguns minutos, até que a destilação termine com toda a água colorida. Vocês verão que irá aparecer água incolor do outro lado.

Quando a evaporação termina, é exatamente o que acontece. Os alunos ficam admirados, acham incrível o truque do professor Marcos. Outros querem saber mais:

— Como é que você fez esse truque?

— Como você tirou a cor da água?

Depois dessa aula, a fama do professor Marcos ficou ainda maior: era conhecido como um dos professores mais legais da escola, que sempre tinha algum truque novo e superinteressante para mostrar às crianças.

Questionamento

- Como você avalia a aprendizagem propiciada por essa visita ao laboratório? Tente estabelecer:
 - o que as crianças aprenderam;
 - quais teriam sido os objetivos de aprendizagem propostos pelos professores;

— se a demonstração do destilador foi adequada ao nível cognitivo dos alunos.

O “destilador mágico”

A motivação e a disposição dos alunos durante a demonstração do destilador são de admirar; um passo inicial que todo professor deve objetivar em suas intervenções didáticas. Alunos motivados têm muita curiosidade, vontade de aprender e, conseqüentemente, têm mais chances de se envolver profundamente com a situação de aprendizagem.

No entanto, parece que os professores não tiveram a intenção de definir claramente a ida ao laboratório como uma situação controlada, que pudesse favorecer a aprendizagem de determinados conteúdos. O professor Marcos procurou ser atencioso e claro nas suas explicações, mas deixou de considerar o que os alunos pensavam. O objetivo da visita ao laboratório parece ter sido apenas mostrar um destilador aos alunos.

A conseqüência só poderia ter sido esta: o destilador tornou-se um aparelho exótico e mágico para os alunos. Seu “segredo” é algo distante das crianças, pois só pode ser desvendado por bons mágicos, como o professor Marcos.

Por isso, os professores devem estar atentos ao uso de demonstrações práticas nas aulas de ciências (como, aliás, também em outras áreas): “elas correm o risco de muito mais terem do que ensinar”.

Algumas finalidades das demonstrações práticas

Em certas circunstâncias, o uso de demonstrações práticas tem algumas vantagens. Se o material não é suficiente para o trabalho individual ou em grupo, por exemplo, a demonstração prática é um bom recurso didático, pois requer apenas o material do demonstrador.



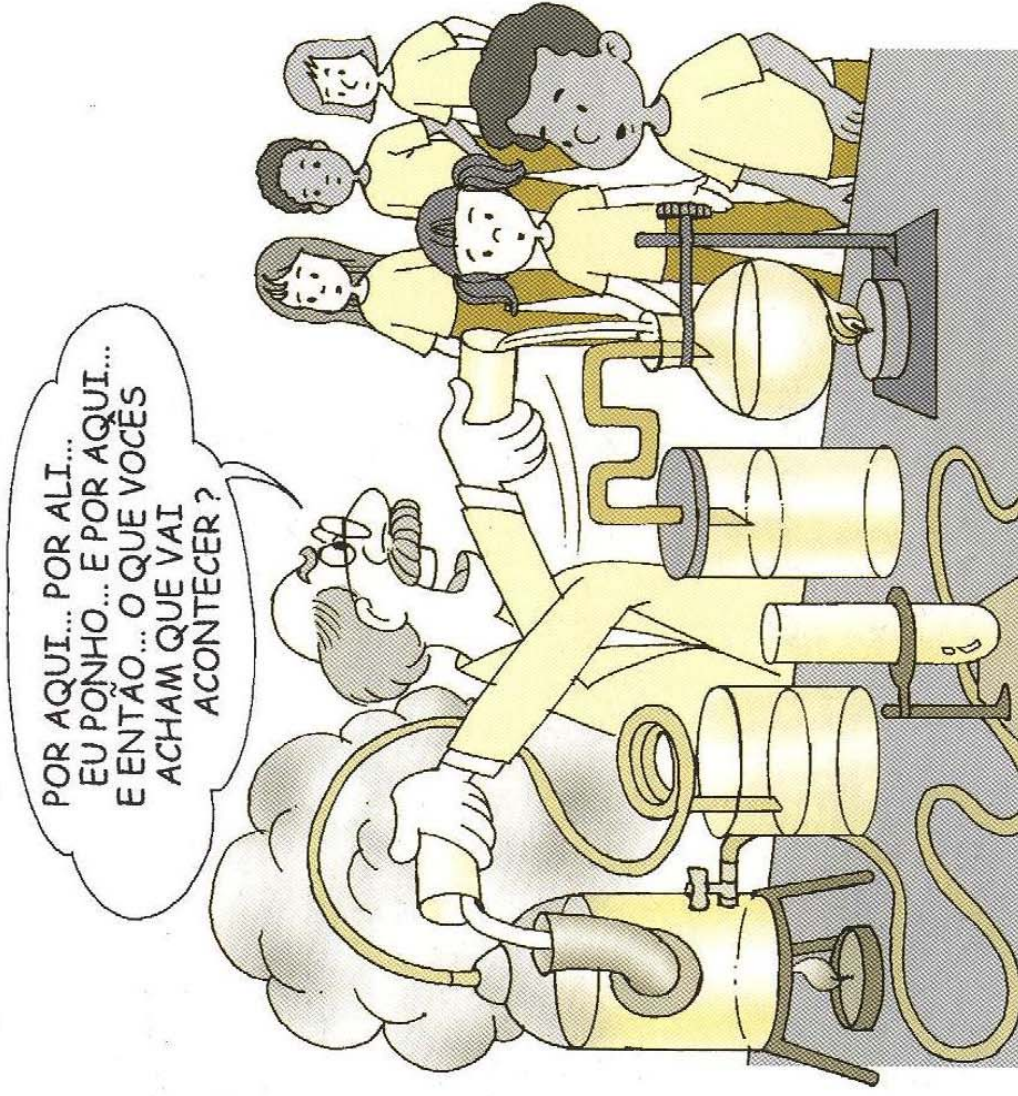
Uma demonstração prática também pode servir para ilustrar uma exposição teórica do professor, permitindo que os alunos conheçam de forma mais palpável as teorias abstratas.

É importante salientar que as demonstrações práticas podem e devem ser utilizadas pelos professores somente para atender finalidades muito bem definidas. Isto é, não devem ser o único instrumento didático para viabilizar a aprendizagem de determinado conteúdo e, assim, colocar-se no lugar de ou substituir todas as possíveis estratégias de ensino em uma unidade didática.

Para ensinar o ciclo da água, por exemplo, a professora Mariana não pode simplesmente dar uma aula teórica sobre o assunto, ilustrando-a com uma demonstração do destilador “no laboratório do professor Marcos”. Da mesma forma, em um laboratório, as demonstrações práticas não se justificam sem a participação intelectual mais vigorosa dos alunos (para que não se tornem meros “espetáculos de pura magia”).

Conduzindo demonstrações práticas

Uma das formas de otimizar o uso didático das demonstrações práticas nas aulas de ciências para o ensino fundamental é solicitar dos alunos mais atividade intelectual durante as demonstrações. Isso pode ser feito perguntando, por exemplo: “— O que você acha que vai acontecer?”



Outra forma é estimular os alunos a observarem com atenção os resultados obtidos nas demonstrações e elaborar explicações para o ocorrido.

No caso da demonstração do destilador, os professores poderiam ter questionado:

- O que você acha que vai ocorrer com a água azul quando ela for destilada?
- O que ocorreu de fato? Após a destilação, a água ficou incolor ou um pouco azulada?
- O resultado observado foi diferente daquele que você esperava?
- Por que você acha que isso ocorreu?

Com esses questionamentos, o aluno pode se colocar numa posição muito mais ativa diante do que lhe é demonstrado. É evidente que é desejável que isso ocorra, pois uma posição extremamente passiva dos alunos em nada favorece o desenvolvimento de sua autonomia.

Indagando sobre coisas do dia-a-dia



Questionamento

- O que você acha que aconteceria se o professor Marcos tivesse sugerido à professora Mariana que apresentasse aos alunos não um destilador, mas um copo com água gelada?

Não é somente com recursos fantásticos, coisas surpreendentes ou aparatos de alta tecnologia que os professores podem cativar a atenção e motivar os alunos nas aulas de ciências.

Um simples copo com água gelada, por exemplo, é muito mais fácil de arranjar do que um destilador e pode não ser uma coisa tão banal como se pensa à primeira vista. Basta que se transforme num *objeto de estudo*. Para isso, deve-se enxergar nele algum problema a ser resolvido. Nesse aspecto, o professor pode ajudar os alunos a observarem coisas que jamais haviam percebido (pelo menos, de maneira consciente) em algo que aparentemente não apresenta nada de novo.

Isso pode ser feito com a proposição de questões que criem um clima instigante e de investigação em sala de aula. Vejamos algumas sugestões.

Formação de gotas de água na superfície externa do copo

Antes da observação das gotinhas

- Onde existe água? Somente dentro do copo? Existe água fora do copo? E daqui a alguns minutos, vai existir água fora do copo? Por quê?

Depois da observação das gotinhas

- Antes de colocarmos água gelada dentro do copo, havia água do lado de fora?
- Se a temperatura da água dentro do copo é baixa, qual será a temperatura da água que se forma no lado de fora?
- Quando você notou que apareceu água do lado de fora do copo? Demorou muito tempo para a água aparecer?
- De onde você acha que veio a água que está do lado de fora do copo?
- Essas gotas são diferentes da água de dentro?
- Como você explicaria o aparecimento dessas gotas?

Para fazer perguntas interessantes sobre as coisas do dia-a-dia, o professor precisa ter ânimo e curiosidade insaciáveis para indagar sobre aquilo que observa. Ao mesmo tempo, é necessário estar sempre preocupado em achar respostas para as questões intrigantes que formula.

Acreditamos ser muito importante para o professor ter essa postura, pois a partir da observação crítica coerente e constante sobre coisas tão rotineiras como um simples copo com água gelada, a queda de um corpo ou a semelhança entre parentes, os alunos vão desenvolvendo esse espírito curioso e indagador. Assim, estarão desenvolvendo alguns valores e algumas atitudes diretamente relacionados às ciências da natureza — como vontade

de saber (mais) sobre as coisas, por exemplo. Dá para imaginar como seria limitado o conhecimento para um aluno, ou mesmo para a humanidade, se não existisse essa vontade empreendida-ra, essa vontade de saber mais sobre as coisas que nos cercam?

Ziraldo, O menino maluquinho: as melhores tiras.



Porto Alegre, L&PM, 1995, p. 45.

Às vezes, ocorrem “exageros”!

O ciclo investigativo

Perceber o aparecimento de gotinhas de água na superfície externa do copo com água gelada é apenas o primeiro passo em uma *investigação* sobre o assunto. Depois desse contato inicial com a realidade, devem ser utilizadas estratégias para descobrir:

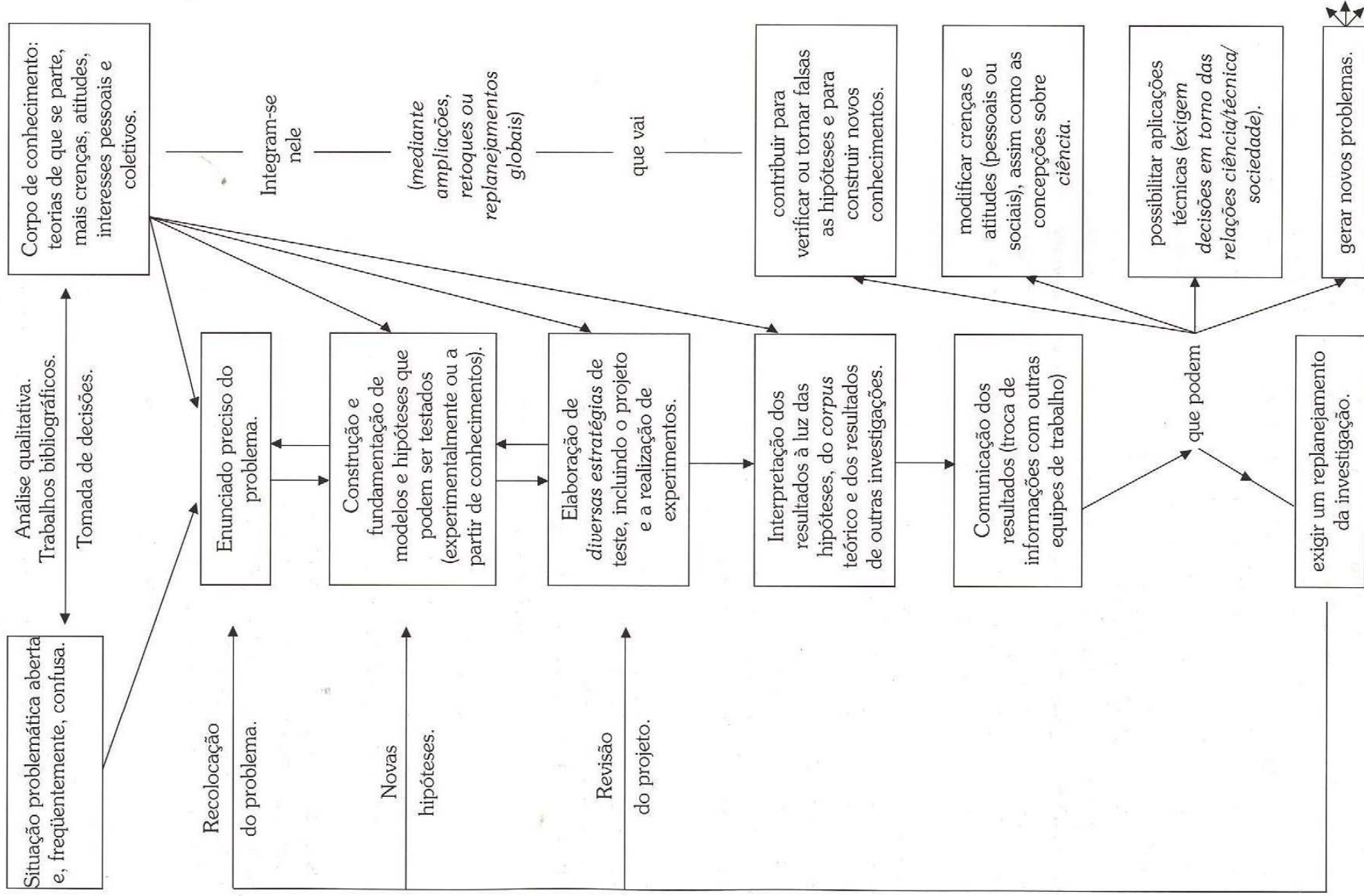
- Como a água foi parar do lado de fora do copo se o professor só havia colocado água dentro dele.
- Por que isso aconteceu.
- Se existe outra forma de fazer com que isso aconteça sem usar água gelada.
- Se há alguma forma de evitar que isso aconteça.

Quando o que ocorreu com o copo com água gelada se torna um verdadeiro problema a ser investigado, surgem indagações sobre os diversos aspectos relacionados a esse problema. Diferentes pessoas farão diferentes indagações, e essas indagações definem as estradas pelas quais cada pessoa caminhará no ciclo de investigação. Assim, os exemplos de indagações e atividades apresentados são apenas alguns dos caminhos possíveis.

Deve-se estar atento para o fato de que agora não se trata de uma “demonstração de magia”; a situação requer comportamento de verdadeiros cientistas. Para isso, é importante que o professor estimule e valorize as indagações dos alunos. Suas primeiras tentativas de resposta merecem não só o respeito do professor, mas também ser consideradas verdadeiras *hipóteses explicativas* com as quais se trabalhará.

Observe como essas hipóteses fazem parte do ciclo de investigação (GIL PÉREZ, 1993: 206).

Diagrama de um ciclo de investigação



Se no exemplo um aluno disser que “as gotinhas de água de fora vieram de dentro do copo”, o professor deve considerar esse palpite do aluno como uma hipótese explicativa e, com ajuda desse aluno e de seus colegas, criar experimentos para testá-la.

Testando hipóteses explicativas

Um modo de testar as hipóteses explicativas são as *atividades experimentais investigativas*. Não se trata de demonstrações ou espetáculos de magia feitos para entreter crianças, mas de atividades planejadas e executadas por professores e alunos com o objetivo de verificar a veracidade das hipóteses explicativas.

Portanto, para fazer uma boa investigação, o professor de ciências, além de reconhecer as hipóteses explicativas dos alunos, deve incentivá-los e auxiliá-los a planejar e a executar experimentos investigativos apropriados para averiguá-las.

Experimento investigativo

Um experimento não deve ser confundido com uma atividade prática do tipo *demonstração*. Enquanto esta possibilita o contato do aluno com certos fenômenos ou fatos, o *experimento* destina-se a testar hipóteses previamente formuladas.

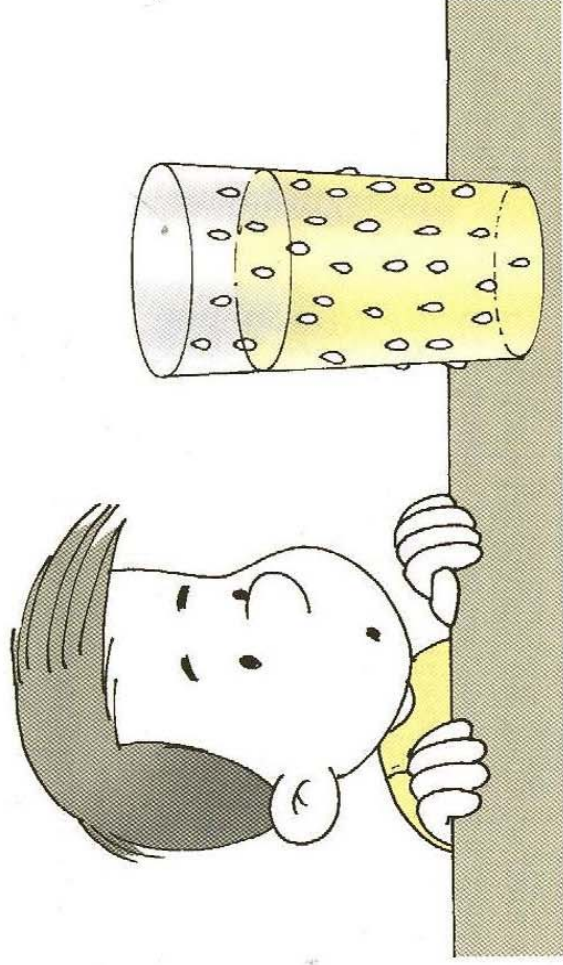
No nosso caso, como o ensino de ciências ocorre com crianças das séries iniciais, que geralmente têm dificuldade ou não estão acostumadas a criar por si mesmas *propostas de experimentos*, o professor pode auxiliá-las. De qualquer forma, ele deve se preocupar em ir aumentando pouco a pouco a autonomia das crianças. Isso possibilitará que, nos anos posteriores, elas formulem e executem seus próprios projetos experimentais.

No caso do copo com água gelada, uma das maneiras de o professor auxiliar seus alunos a elaborar um experimento seria indicar-lhes um possível caminho experimental a ser seguido. Caberia aos alunos, a partir dessa dica do professor, segui-lo ou não. Por exemplo, para testar a hipótese de que as gotinhas do lado externo do copo vieram de dentro dele, o professor poderia perguntar: “Se o líquido gelado que está dentro do copo fosse colorido, de que cor você acha que seriam as gotinhas que se formariam do lado de fora?”

Diante dessa pergunta, é quase certo que os alunos perceberão que uma atividade simples lhes dará alguma idéia sobre a veracidade da hipótese explicativa: deixar um copo com líquido colorido gelado em algum lugar e observar o que acontece. Caso a hipótese explicativa “as gotinhas de água que aparecem na

superfície externa do copo vêm de dentro” esteja correta, as gotinhas do lado de fora também serão coloridas.

Essa atividade pode esclarecer que a água não vem de dentro do copo; no entanto, não é suficiente para explicar de onde ela vem.



Uma atividade simples como esta pode ser uma investigação, desde que os alunos indiquem sobre o que ocorre, formulem hipóteses explicativas e percebam claramente quais delas estão sendo testadas ao fazerem tal atividade.

Para resolver esse problema central da investigação, é necessário formular novas hipóteses explicativas e testá-las:

- Se a água não veio de dentro do copo, de onde ela pode ter vindo?
- Será que isso só acontece com a água?

A resposta a essas questões talvez não leve diretamente à resposta do problema central, ou seja, de onde vem a água que aparece do lado de fora do copo. Contudo, experimentos que forneçam elementos para compreender melhor o papel da água de dentro do copo nesse processo talvez sejam importantes para conseguir, no futuro, abordar mais diretamente o problema central.

Um dos caminhos para prosseguir essa investigação poderia ser testar uma hipótese como:

- Qualquer líquido colocado no copo — suco, refrigerante ou bebida — promoverá o aparecimento de gotinhas de água em sua superfície externa.

Esse caminho, embora não responda diretamente “de onde vem a água que aparece do lado de fora do copo”, fornece mais alguns elementos sobre o problema que está sendo investigado. Além disso, é fácil para os alunos sugerirem atividades experimentais para verificar se qualquer líquido faz aparecer as tais gotinhas. Podem sugerir, por exemplo, que coloquemos um suco de laranja feito na hora em um copo, um refrigerante tirado da geladeira em outro.

Para que essa atividade constitua um experimento, os alunos têm de *prever* e depois *constatar* em quais casos se observa a formação das gotículas. Dessa forma, a investigação pode ganhar outras informações que permitirão trilhar novos rumos investigativos. Isso porque, para testar suas hipóteses, as crianças usam diversos líquidos, geralmente em diferentes temperaturas (por exemplo, gelado, somente resfriado, à temperatura ambiente). Assim, constatarão que para os líquidos à temperatura ambiente não ocorre a formação de gotículas na parte externa do copo.



O professor em um trabalho investigativo

Num trabalho investigativo como este que estamos exemplificando, cabe ao professor, entre outras coisas, ajudar os alunos a não centralizarem tanto a atenção em hipóteses que se desviam do problema central que está sendo investigado.

Suponha, por exemplo, que um aluno esteja preocupado com o fato de não terem surgido gotículas na parte externa do copo com suco de laranja, dirigindo todas as suas hipóteses ao suco em si. O professor, como *orientador* da investigação, pode sugerir à criança que, para resolver o problema, procure o que existe em comum entre os líquidos em que ocorreu o aparecimento das gotículas.

Um bom argumento poderia ser: “Se em todos os copos contendo líquidos que foram tirados da geladeira apareceram as gotículas, deve haver algo em comum entre eles que favorece a ocorrência desse fenômeno. O mais importante a ser estudado no momento não são as diferenças entre esses líquidos, mas alguma semelhança que se relacione ao fenômeno estudado”.

Com isso, os alunos têm vários elementos que lhes permitem formular hipóteses como: “Não interessa o que há dentro do copo; se for gelado, sempre aparecerão gotinhas de água do lado de fora”.

A partir dessa hipótese, o professor pode colaborar com os alunos apresentando a seguinte questão, que serviria como indutor de novos experimentos: “Se o importante é a temperatura, o que aconteceria se houvesse dentro do copo algo gelado mas que não fosse líquido? Poderiam aparecer gotinhas do lado de fora?”

Nesse caso, um simples teste que muitos alunos prontamente indicam é colocar pedras de gelo num copo. Logo, perceberíamos que aparecem gotinhas de água na superfície externa do copo.

Como se vê, durante toda a realização de uma atividade como a apresentada, cabe ao professor um papel de orientador científico das investigações. O quadro a seguir resume esses encaminhamentos.

O professor deve:

- Incentivar os alunos a formular hipóteses explicativas.
- Auxiliar na elaboração das hipóteses e dos experimentos para testá-las.
- Possibilitar a efetiva comprovação experimental das hipóteses dos alunos.
- Colaborar nas discussões, evitando que os alunos se desviem demais do objetivo central.
- Propor atividades em que o aluno perceba claramente o que e por que vai fazer, e as relações com aquilo que já foi feito.

Procedimentos e atitudes

Esse trabalho investigativo permite que os alunos aprendam significativamente conceitos como *água, estado físico, temperatura e vapor de água* e lidem com vários conteúdos procedimentais e atitudinais relacionados à atividade científica.

É possível também que desenvolvam uma atitude mais favorável em relação às próprias ciências da natureza e à atividade científica como um todo. Isso quer dizer que se antes as crianças concebiam os cientistas como pessoas excêntricas ou “iluminadas”, a exemplo do professor Marcos, e a ciência como um conjunto de respostas verdadeiras sobre tudo, agora têm a oportunidade de perceber que, na verdade, a ciência se faz de outra forma. Percebem que ela é feita por meio da indagação contínua sobre as coisas, da elaboração e verificação de hipóteses explicativas e da formulação de modelos teóricos mais amplos. E, mais que isso, podem sentir que ao trilhar esse caminho não se chega a um lugar final, mas sempre se avança, construindo e remodelando o conhecimento sobre as coisas.

Não iremos nos estender na investigação que utilizamos como exemplo para uma turma de 3ª série. Nosso trabalho centrou-se mais em averiguar como aparecem gotinhas do lado de fora do copo e não por que tal fato ocorre. Foi feita uma investigação e os dados obtidos permitiram descrever melhor um processo e compreender que a temperatura influi nele.

Ainda não sabemos quais são as causas desse fenômeno, ou seja, “o que é que a temperatura faz para desencadear a formação das gotinhas”.

Dependendo da profundidade com que o professor deseje trabalhar o conteúdo conceitual, ele pode dirigir futuras atividades para ajudar, por exemplo, os alunos a responder à questão: “De onde vêm as gotinhas que aparecem do lado de fora do copo?”

Organizando informações

Para analisar as situações apresentadas neste capítulo, convém conhecer uma classificação das atividades práticas.

Classificação das atividades práticas

Demonstrações práticas

Atividades realizadas pelo professor, às quais o aluno assiste sem poder intervir. Possibilitam ao aluno maior contato com fenômenos já conhecidos, mesmo que ele não tenha se dado conta deles. Possibilitam também o contato com coisas novas — equipamentos, instrumentos e até fenômenos.

Experimentos ilustrativos

Atividades que o aluno pode realizar e que cumprem as mesmas finalidades das demonstrações práticas.

Experimentos descritivos

Atividades que o aluno realiza e que não são obrigatoriamente dirigidas o tempo todo pelo professor. Nelas o aluno tem contato direto com coisas ou fenômenos que precisa apurar, sejam ou não comuns no seu dia-a-dia. Aproximam-se das atividades investigativas, porém não implicam a realização de testes de hipóteses.

Experimentos investigativos

Atividades práticas que exigem grande atividade do aluno durante sua execução. Diferem das outras por envolvem obrigatoriamente discussão de idéias, elaboração de hipóteses explicativas e experimentos para testá-las. Possibilitam ao aluno percorrer um ciclo investigativo, sem contudo trabalhar nas áreas de fronteira do conhecimento, como fazem os cientistas.

Na demonstração prática do destilador, os alunos não tiveram oportunidade de intervir. Além disso, o “segredo mágico” do destilador não foi bem esclarecido. Não houve oportunidade para o questionamento dos alunos sobre o que observaram nem foram desenvolvidas atitudes diretamente relacionadas à investi-

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

- Ser uma ponte entre a realidade e uma teoria abstrata.
- Possibilitar o contato com materiais, fatos ou fenômenos que os alunos teriam dificuldade em conhecer de outra forma.

Investigações e experimentos

- 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 interpretação do mundo, e não como um conjunto de respostas prontas e definidas.
- Desenvolver amplamente habilidades e capacidades relacionadas à 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 gradação 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.)

Sobre o texto

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

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

O gelo é um exemplo de água no estado sólido.

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

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

× 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 frequentemente 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.