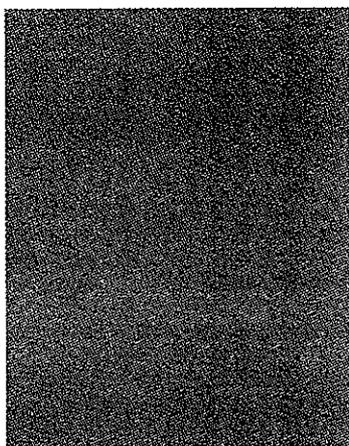
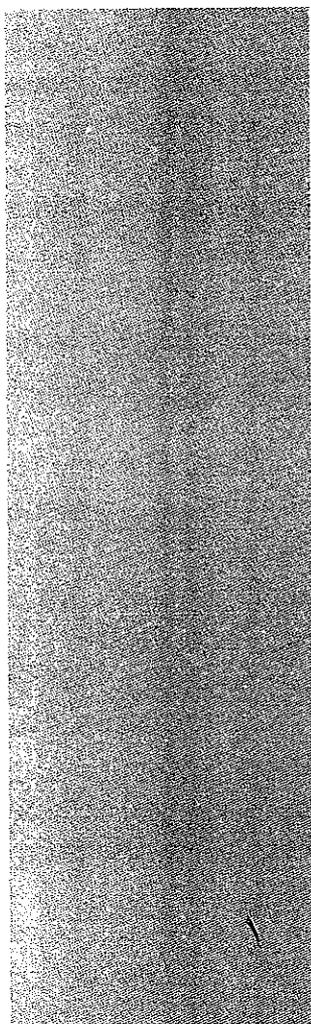


Maria Cristina da Cunha Campos
Rogério Gonçalves Nigro

Didática de **CIÊNCIAS**



0
ensino-aprendizagem
como investigação



1

PROFESSOR-ALUNO- CONHECIMENTO

*Devemos encarar o estado
presente do Universo como o efeito de
seu estado anterior e como causa
daquele que se seguirá.*

Pierre Simon de Laplace

O que um professor deve saber para lecionar ciências da natureza? Quais são os assuntos mais discutidos atualmente entre os professores-pesquisadores de didática das ciências experimentais? Como o conhecimento produzido em didática das ciências pode nos ajudar no dia-a-dia na sala de aula?

Essas são algumas das questões que tentaremos responder neste livro. Antes, porém, vejamos o relato de um jovem professor de Ciências sobre sua experiência com crianças de 6 a 7 anos.

De olho na sala de aula

Boa tarde, sr. Esqueleto!

Ainda mé lembro com certa clareza de uma das primeiras aulas que dei para crianças de 6 a 7 anos. Era recém-formado e julgava ter um bom conhecimento e domínio das ciências. Julgava também conhecer suficientemente bem a psicologia infantil e, portanto, estar apto para “enfrentar” as crianças em sala de aula. Sentia-me seguro e convicto de que tudo daria certo. Afinal, naquela época pensava: o que pode ser mais simples do que dar aula de Ciências para crianças?

Começaria por mostrar um esqueleto do corpo humano para as crianças. Afinal, sabia muito bem o nome dos principais ossos do nosso corpo, tinha um esqueleto em tamanho real à disposição, crianças superanimadas para vê-lo e cinqüenta minutos inteiros pela frente...

Também acreditava saber lidar adequadamente com as crianças: falava com elas em um tom diferente daquele que existe na fala entre adultos. Era atencioso, gostava delas.

Então, era só chegar diante das crianças e mostrar-lhes as costelas, os ossos das pernas e dos braços, indicar-lhes que os pés e as mãos tinham muitos ossinhos, dizer-lhes o nome de algumas partes do nosso esqueleto etc.

Mas mal as crianças se encontraram frente a frente com o esqueleto, situações inesperadas começaram a acontecer:

- Boa tarde, sr. Esqueleto! — algumas delas diziam, esticando as suas mãos na intenção de cumprimentá-lo.
- Boa tarde, tio Esqueleto! — diziam outras, que estavam com medo de encostar no esqueleto, mas levantavam as mãos, acenavam e faziam caretas estranhas.



Então comecei a sentir algo um tanto quanto paradoxal: ao mesmo tempo que me animavam e agradavam aquelas atitudes infantis, preocupava-me o fato de que as coisas pareciam começar a fugir do meu controle. Seguiu-se então um diálogo mais ou menos assim:

- Qual é o nome dele? — perguntou-me uma aluna.
- Nome?! Como assim, *nome*?! — perguntei eu, um tanto desconcertado e quase gaguejando.
- Ué?! O nome dele, professor. É nome de homem ou de mulher?
- Fala logo, professor. Qual é o nome dele? Todo mundo tem um nome! — dizia outro de seus colegas.
- Bom, mas acontece que ele não é igual a todo mundo — aproveitei para dizer, com toda a minha autoridade científica. — Ele está morto! — continuei, tentando colocar um ponto final naquela discussão sem sentido para mim.
- Ah, professor! Morto?! Ah, que nojentol
- Como é que ele pode estar morto?! — admirou-se uma criança, insistindo em discutir o assunto.

Só então percebi que já era tarde: a aula estava ficando fora do meu controle. Jamais havia imaginado uma conversa daquelas, justamente na *minha* aula sobre o esqueleto.

Já que as coisas pareciam tomar esse rumo, aproveitei o interesse das crianças e, procurando manter certo rigor em relação às minhas propostas didáticas, imaginei que seria bom começar a mencionar mais algumas coisas sobre o esqueleto nas minhas falas. Mas colocar essa idéia em prática não foi tão simples...

- Professor, se o esqueleto está aí, como é que ele morreu?
- Ué! — exclamei, por considerar a resposta óbvia demais. — Ele está aqui, mas já não tem mais vida. Ele está morto. Ele chegou aqui porque nós o trouxemos para a escola.
- Não, professor! O que eu quero saber é *como* é que ele morreu.
- Como assim, *como* ele morreu?
- Ora, *como* ele morreu, professor?
- Meu avô morreu de velhice, professor — já ia me dizendo uma outra criança.
- É. O meu tio-avô também morreu porque era velho. E a minha mãe me disse que todo mundo, quando fica velho, morre de velhice.
- Bom... Este aqui. Este aqui... — e lá ia eu, gaguejando novamente — este aqui... também morreu de velhice! — disse finalmente, não muito convencido de minha resposta.
- Ah, bom, que nem o meu avô.
- Eu não conheço ninguém que já morreu, professor — disse uma criança que até então estava quieta.

Devo afirmar que, a essa altura, a aula começava a ficar muito mais interessante para mim do que para as crianças. Pessoalmente, acho que já estava mais curioso do que elas para saber coisas como: “De quem tinha sido aquele esqueleto?”, “Como ele veio parar em nossa escola?”, “Será que a tal pessoa tinha mesmo morrido de velhice?”.

- E eu, que estou viva, também tenho um... esqueleto desses? — perguntou-me uma menina.
- Sim, todos nós temos um esqueleto — respondi.
- Onde é que fica o meu? — perguntaram alguns em coro.
- Bom, o esqueleto da gente fica dentro de nós. Dá até para sentir. Está vendo as costelas aqui do sr. Esqueleto?
- Ah, então o nome do esqueleto é Esqueleto mesmo, professor?
- É, sim. Pois bem, continuando... — fui dizendo, como se quisesse enganar a mim mesmo, supondo-me senhor de toda a linha de argumento, com o pensamento bastante estruturado.
- Você estava falando das costelas, professor — disse uma criança, que na verdade parecia ter muito mais certeza dos rumos da aula do que eu.
- Pois então, as costelas! Observem as costelas do sr. Esqueleto. Eu estou passando a mão nelas. Agora eu vou passar as mãos nas minhas próprias costelas. Dá até para perceber que elas são parecidas. Vamos sentir as nossas costelas?



E lá começaram todos eles a mexer os braços. Contorce-ram-se, apalpam as próprias costelas. Levantavam as camisas, encolhiam a barriga e tentavam mostrar as costelas uns para os outros.

- Mas a minha mãe me falou que a costela é um osso! Não é esqueleto!
— protestou um menino.
- Mas é tudo osso! Você não sabe que o esqueleto é inteirinho de osso? Não é, professor? — interpelou outro.
- Sim, você está certo...

De repente, uma garota apalpou o seu pulso e me disse:

- Aqui também tem osso, não tem, professor?
- Tem, sim — fui dizendo, todo animado. — E você consegue achar esse osso do pulso aqui no sr. Esqueleto?
- Está aqui — iam me dizendo algumas crianças, já tocando no pulso do sr. Esqueleto.
- E aqui, estes ossos nas nossas mãos? Será que o sr. Esqueleto também tem? — perguntei.
- Tem, sim — diziam-me os alunos.

E assim a aula continuou. Mexemos em outras partes do sr. Esqueleto. Vimos os ossos da coluna e dos pés. Vimos que a mandíbula é um osso bem grande e que tem movimento de

articulação. Disse às crianças que é esse movimento que acontece quando mastigamos. Então mastigamos todos ao mesmo tempo, brincando um pouco de mexer a mandíbula.



Para mim, aqueles cinquenta minutos se passaram como nunca, longe de qualquer experiência ou referência anterior.

Comecei a duvidar daquilo que até aquele momento julgava ter sido uma boa formação acadêmica. Senti-me desorientado, pois constatava a cada momento a multiplicidade de problemas que um único assunto poderia gerar, quando se está trabalhando com crianças. Numa aula, tanto os raciocínios quanto as perguntas e as atitudes das crianças podem se apresentar “vivos” e influenciar o seu curso. E me dei conta de que precisava buscar soluções para minhas dúvidas, que eram muitas.

Não posso terminar este relato sem deixar de contar uma das últimas perguntas que me foram feitas naquela tarde, e para a qual o meu jogo de cintura, que até então tinha conseguido se manter relativamente bom, deu mostras de não ser maleável o suficiente. Refiro-me a um aluno que, já na hora em que nos despedíamos, perguntou:

— Mas, professor, o esqueleto está aqui dentro de nós e quando morremos ele aparece... Então, onde é que está a alma? Ela também aparece quando a gente morre? Dá pra gente ver a alma na outra aula?

Questionamento

- Você acha que o professor planejou bem a aula?
- Quais foram as falhas? E os acertos?
- A seu ver, que princípios e orientações metodológicas ele ignorou?

Orientações *behavioristas* e orientações construtivistas

Pelo relato apresentado, podemos perceber que o professor, ao planejar sua ação didática, estava preocupado somente com aquilo que *ele diria* às crianças e aquilo que *ele esperava* que elas dissessem ou fizessem durante sua aula. Ele não imaginou, ou até desconsiderou, o que as crianças poderiam dizer ou fazer *por si mesmas*.

Seu pensamento estava muito centrado na sua própria idéia sobre as coisas, e não no modo como as crianças viam as coisas. Em conseqüência, para esse professor tudo o que ocorresse na "sua aula" deveria acontecer exatamente conforme o planejado. Aliás, ele nem sequer conseguia imaginar que algo fora do previsto, de inesperado, pudesse ocorrer.

Ao não considerar o que as crianças teriam a lhe dizer, o professor ignorou uma tendência moderna para a didática das ciências da natureza. Ou seja, se o objetivo é promover uma aprendizagem significativa, e não baseada puramente na memorização do conteúdo, não se podem ignorar alguns princípios básicos do construtivismo:

- É de grande importância aquilo que a pessoa já sabe ou pensa a respeito de determinado assunto.
- Encontrar um sentido supõe estabelecer relações: o que está na memória não são coisas isoladas, mas coisas que guardam relações com outras em nossa mente.
- Quem aprende constrói ativamente significados.
- Os estudantes são responsáveis por sua própria aprendizagem.

Assim, todo educador que trabalhe visando à aprendizagem significativa dos conteúdos deve estar atento ao fato de que a criança tem algo a dizer; pensa alguma coisa; vê sob uma perspectiva o fato, o fenômeno e qualquer conteúdo passível de aprendizagem.

Desconsiderar isso, como fez o professor da aula do sr. Esqueleto, é, de certa maneira, supor que somente o professor sabe das coisas e, portanto, é o único que pode dizer coisas sobre o mundo que nos cerca.

Professores que pensam dessa maneira costumam adotar o modelo de ensino por transmissão-recepção em suas aulas. Em geral, esse tipo de estratégia de ensino não leva em consideração as orientações construtivistas, estando mais próximo das idéias *behavioristas*.

Entre algumas dessas orientações que divergem do construtivismo, destacamos:

- O ensino é uma tarefa que se limita a desenvolver a resposta dos alunos a determinados estímulos.
- Os alunos não têm idéias próprias para explicar os fatos e os fenômenos.

Podemos dizer que os professores de Ciências que se orientam pelas idéias *behavioristas* costumam considerar que todo o conhecimento já está estabelecido e contido nos “livros já escritos”. Dessa forma, acreditam que cabe a eles, como professores, somente ler (de forma adequada) esse “livro dos conhecimentos” para os alunos. A estes caberia unicamente aprender (por memorização) aquilo que o professor lhes diz durante essa leitura do livro dos conhecimentos.

Os professores que aplicam as idéias construtivistas ao ensino-aprendizagem, por sua vez, admitem que a aprendizagem não se dá somente pela memorização, mas pela intensa atividade mental do aluno. Portanto, de acordo com essa visão, cabe ao aluno não somente memorizar, mas também *fazer relações e atribuir significados* àquilo com que toma contato nas situações de ensino-aprendizagem.

Daí a importância, nesse caso, de o professor conhecer o pensamento da criança. Somente assim ele pode propiciar aos alunos, de forma adequada, oportunidades de desenvolver suas idéias e seus conceitos, estabelecer relações entre os fatos, comparar e julgar, atribuir significados etc.

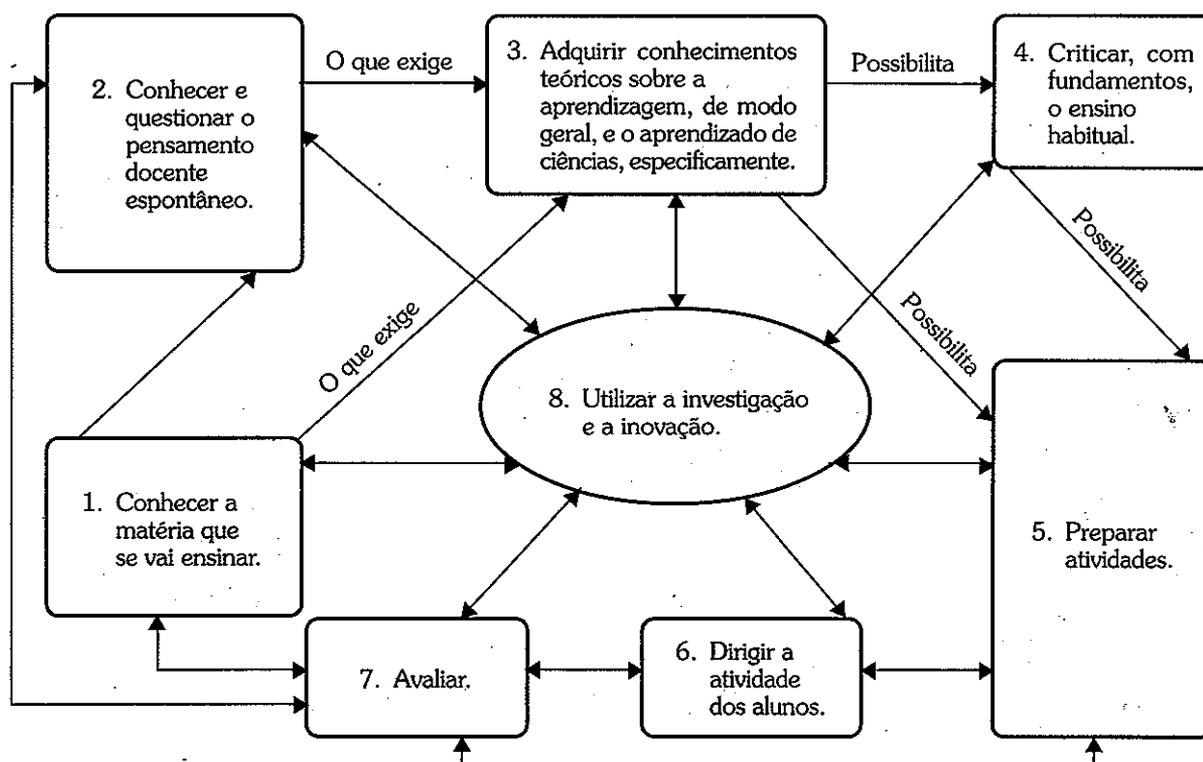
Resumindo:

	TEORIA CONSTRUTIVISTA
<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizagem reflete uma resposta apropriada a um estímulo. Pode ocorrer somente por memorização. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizagem envolve intensa atividade mental do aluno. Deve ser significativa, e não baseada exclusivamente na memorização.
<ul style="list-style-type: none"> • Leva à manifestação de determinado comportamento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Leva ao desenvolvimento de significados e à construção de conhecimento.
<ul style="list-style-type: none"> • O professor transmite a informação. 	<ul style="list-style-type: none"> • O professor propicia oportunidade para o desenvolvimento de idéias, conceitos, relações entre fatos e idéias.

A essa altura, você pode estar se perguntando: “Como um professor que esteja atento às orientações construtivistas pode desempenhar seu papel a contento, atuando como um verdadeiro facilitador e orientador da aprendizagem?”

Apesar de não haver respostas definitivas, é possível estabelecer algumas orientações que ajudam o professor a definir sua forma de atuação, como mostra o esquema a seguir (GIL PÉREZ, 1991):

O que os professores de Ciências devem conhecer e saber fazer



Alguns dos assuntos indicados nesse esquema serão abordados ao longo deste livro. Porém interessa-nos, primeiro, analisar qual é um dos grandes (se não o maior) empecilhos para que ocorra qualquer mudança no ensino das ciências da natureza. Ou seja, analisar como as ciências são um domínio específico do conhecimento humano e como os próprios professores dessa área costumam ter idéias erradas sobre a origem e o desenvolvimento do conhecimento produzido pela disciplina que lecionam.

Ciências da natureza... ou natureza das ciências?

As ciências da natureza — química, física, biologia, geologia, astronomia etc. — produzem conhecimentos que muitas vezes divergem do senso comum. Não é raro relacionar esse conhecimento científico ao desenvolvimento de novas tecnologias

e considerá-lo o “mais correto” para explicar o que existe e o que acontece no Universo.

Se as pessoas confiam tanto nesse conhecimento, você não acha que seria interessante descobrirmos o segredo de sua credibilidade? Será que está na forma como ele é produzido? No decorrer desse capítulo, iremos estudar *como se produz* o conhecimento científico. Para isso, iremos discutir:

- se o conhecimento é construído por algum método rígido que podemos aprender a reproduzir;
- o papel da experimentação nas ciências da natureza;
- o que vale mais no estabelecimento de um conhecimento científico: os fatos ou a interpretação que damos a eles.

Usaremos a história da descoberta da circulação sanguínea para estudar essas questões e assim conhecermos melhor como se dá a produção do conhecimento científico.

Hoje, todos (ou quase todos) sabem que o sangue circula pelo corpo e que o coração é como uma bomba, que o impulsiona. Esse é um conhecimento considerado científico, que pode ser identificado não só entre os cientistas, mas também entre a maioria das pessoas, até aquelas que têm baixo grau de escolaridade.

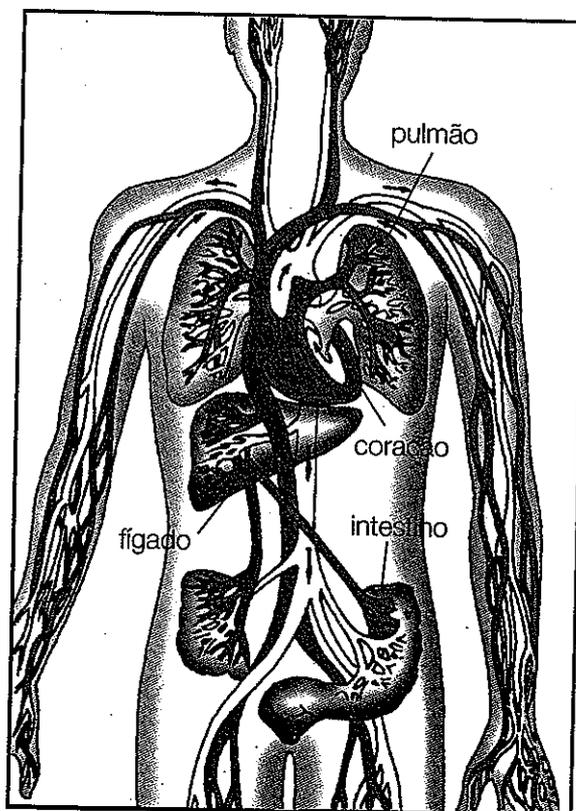
Houve um tempo, no entanto, em que não se pensava assim. Antes de essa idéia ter sido desenvolvida por alguns pensadores, havia outras explicações para o funcionamento do coração e o caminho do sangue no corpo. Vejamos a seguir um exemplo.

Galeno, “O coração é uma fornalha”

O grego Cláudio Galeno (c. 129-200 d.C.), que foi médico do imperador romano Marco Aurélio, formulou uma teoria para o funcionamento do coração que teve ampla aceitação dos doutores da época.

Galeno baseou-se em alguns fatos para formular suas explicações:

- Tubos ou condutos (atualmente chamados de *vasos sanguíneos*) fazem conexões entre várias partes do corpo: intestino e fígado; pulmões e coração; coração e o restante do corpo.



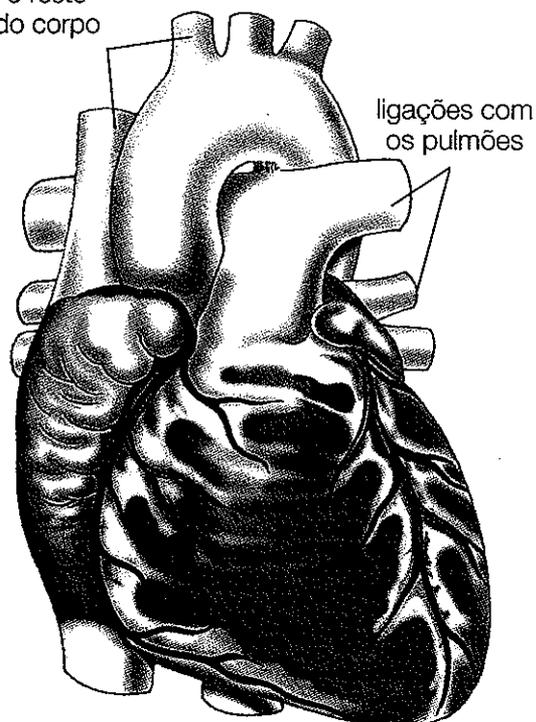
- O sangue que entra no coração, pelo lado direito, é vermelho-escuro, tendente para o roxo. Já o que sai do coração, pelo lado esquerdo, é vermelho-vivo, mais claro.

- O ar e o alimento são indispensáveis para a vida. Sem eles, morremos.

Esses fatos tão bem conhecidos por Galeno não mudaram desde a época da Roma Antiga. Contudo a *interpretação* que damos a eles sofreu algumas mudanças.

Galeno, por exemplo, acreditava que o coração funcionava como uma espécie de lampião ou fornalha. A ele chegava, pelo seu lado direito, um sangue vermelho bem escuro, arroxeadado, que vinha do fígado e de outras partes do corpo. Também pelo lado direito chegava ar que vinha dos pulmões pelos dutos que, segundo Galeno, ligavam os pulmões ao coração.

ligações com
o resto
do corpo



Aula de anatomia no século XV. Lyons Petrucelli. *Medicine an illustrated history*. Nova York, Abradale Press, 1978.

Galeno, assim como seus antecessores, acreditava que a vida era uma propriedade dos seres que possuíam algo não-material denominado *princípio vital*. Assim, para ele, no coração ocorria uma mistura de sangue e ar que acendia uma espécie de “fogo cardíaco”, gerador da misteriosa *força vital* que mantinha os seres quentes e vivos.

Além disso, para Galeno o “fogo cardíaco” era responsável pelo “refinamento” do sangue, assim como o fogo nas fornalhas era responsável pelo refinamento de minérios na Roma Antiga. Para o médico, isso era claro, pois depois do refinamento a coloração do sangue fica diferente. O sangue “refinado” era de um vermelho mais claro e saía do coração pelo lado esquerdo, espalhando-se pelo corpo e levando a força da vida.

As metáforas funcionais e tecnológicas

Atualmente, o modelo de Galeno pode parecer um tanto imaginativo e fantástico, mas deve-se reconhecer que suas idéias realmente pareciam fazer muito sentido *em sua época*.

Naquele período, não teria sentido atribuir ao coração algum papel no bombeamento do sangue. Primeiro, porque eram muito mais conhecidas e utilizadas as fornalhas do que as bombas, que começaram a ser largamente empregadas em extração de minérios somente a partir do século XVI. Segundo, porque Galeno e seus contemporâneos acreditavam que o sangue não circulava, mas ia e vinha pelo corpo, como o fluxo das ondas do mar.

No entanto, algo que nem Galeno nem os colegas da época pareciam considerar uma incoerência em suas explicações foi o que posteriormente se identificou como uma inconsistência do seu modelo.

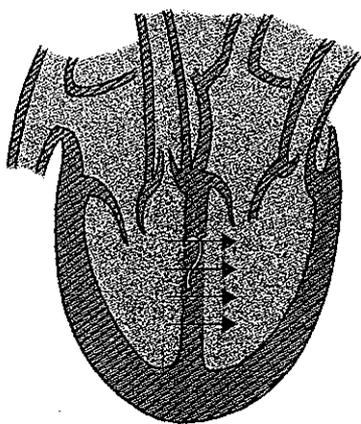
Por volta do século XVI, alguns pensadores começaram a questionar que, se o sangue e o ar se misturam no coração, e este possui uma divisão no seu interior, que separa claramente os lados direito e esquerdo, como só do lado esquerdo ha-

veria sangue “refinado” e com “força vital”? Como esse sangue teria ido parar lá? Acreditava-se que pelos dutos que ligavam os pulmões ao coração passava somente ar. Assim, se por eles não passava sangue, a única forma de o sangue que estava do lado direito do coração chegar ao lado esquerdo seria atravessando o septo cardíaco.

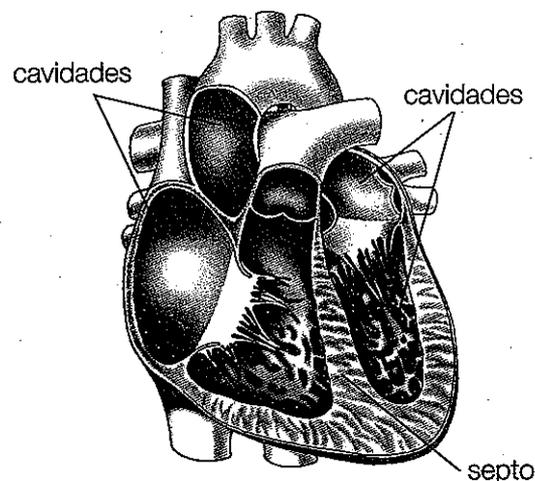
Para os pensadores da época de Galeno, isso não comprometia sua teoria. O próprio Galeno acreditava que, no septo que separa os lados direito e esquerdo do coração, havia canais pelos quais passava somente o sangue “refinado” (ou seja, o septo comportava-se como uma espécie de filtro).

Essas explicações de Galeno eram tão convincentes, e a metáfora com fornalhas e lampiões tão forte, que demorou para surgir outra explicação para essas questões da fisiologia humana.

Com isso queremos ilustrar que nem só de fatos vive a ciência. Além dos fatos, as idéias de uma época, a sociedade em que vive determinado pensador e as idéias de seus antecessores também exercem influência sobre os pensadores. Ou seja, a situação histórica em que um cientista vive é ao mesmo tempo o que impulsiona e o que restringe a sua criação.



Como o sangue refinado sai do lado direito e vai para o esquerdo?



O coração é uma espécie de bola muscular, com quatro cavidades em seu interior.

Foi mais ou menos o que aconteceu com Galeno ao propor o seu modelo de "coração como uma fornalha" para explicar os fatos do corpo humano que ele observava.

É possível admitir que, até que surgisse uma sociedade com aparatos tecnológicos diferentes das fornalhas, tão usadas na Roma Antiga, seria difícil um cientista criar outra explicação funcional para os fatos observados por Galeno. Em resumo, para desenvolver outra explicação para o funcionamento do coração, era necessário que surgisse outra "metáfora tecnológica".

Vesálio: experiências com o coração

No século XVI foi realizado um experimento para testar se realmente existiam canais no septo cardíaco pelos quais o sangue "refinado" chegava ao lado esquerdo do coração. Esse experimento foi realizado pelo anatomista flamengo André Vesálio (1514-1564), um dos primeiros a dissecar o corpo humano.

O experimento de Vesálio não poderia ter sido mais simples. Ele pegou minúsculas cerdas de um animal e mergulhou-as numa solução, colocando-as do lado direito de um coração. Então, esperou algum tempo para verificar se as cerdas passavam para o outro lado do órgão.

Analisando esse experimento nos dias de hoje, parece-nos óbvio que somente poderia haver duas interpretações para o resultado. Se as cerdas passassem, era sinal de que os canais existiam; se não passassem, isso indicava que não havia canais, e então a teoria de Galeno precisaria ser repensada.

Porém, se nos colocarmos no lugar de Vesálio, considerando a situação histórica em que viveu, talvez não dêssemos uma explicação diferente da sua ao verificar que as cerdas não passaram. A ex-

plicação de Vesálio foi a seguinte: "Os canais do septo do coração devem ser tão pequenos que não permitem a passagem de cerdas do tamanho utilizado".

Esses fatos ocorridos na história das ciências mostram que, apesar de os experimentos terem o potencial de verificar teorias e hipóteses, eles não são suficientes para as eliminar. Como Vesálio não possuía nenhum modelo sobre o funcionamento do coração que pudesse substituir o de Galeno, o máximo que poderia fazer seria "adequar" os resultados obtidos em suas experiências à luz do modelo vigente.

Coube a Vesálio, em outras palavras, interpretar os resultados que obteve não de modo que negasse as idéias de Galeno, mas de forma compatível com elas. Tal episódio pode servir como um exemplo de que os resultados dos experimentos, em si, não podem eliminar teorias vigentes. Mais do que novos fatos revelados por experimentos, é necessário um outro modelo explicativo bem consistente, para que surja um conhecimento científico novo.

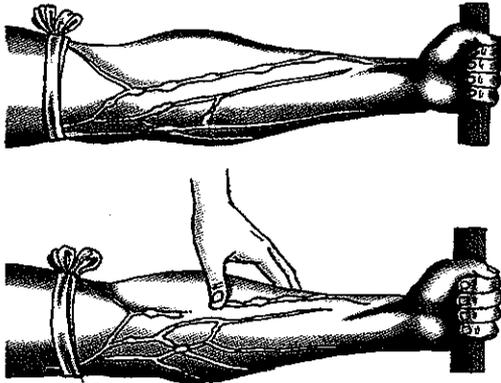
Harvey: "O coração é uma bomba"

O médico anatomista e fisiologista inglês William Harvey (1578-1657) admitia que o coração atuava como uma bomba, que impulsionava o sangue a circular pelo corpo.

Vejam os passos que o levaram a distanciar-se do modelo de Galeno e construir o seu modelo de "coração como uma bomba" para explicar a fisiologia do coração.

Um dos experimentos que Harvey fez era extremamente simples: ele apertou o seu antebraço com um torniquete, e as veias próximas à pele ficaram saltadas. Ao pressionar essas veias com o dedo, Harvey observou que a parte entre o pulso e o ponto em que a pressão era

exercida ficava dilatada. Ao mesmo tempo, a parte entre o ponto de pressão e o cotovelo parecia ficar sem sangue.



Para Harvey, só poderia haver uma explicação para esse fato: pelas *artérias*, que estão na parte mais interna do braço, o sangue vem do coração até a mão. E pelas *veias*, que estão na parte mais externa do braço, o sangue volta da mão para o coração. Quando se coloca a ponta do dedo sobre a veia, a volta do sangue é interrompida, e o sangue se acumula entre a mão e o ponto pressionado.

Esse experimento pode ser usado isoladamente, como uma evidência a favor do modelo de circulação do sangue proposto por Harvey. Mas, para construir sua explicação, Harvey utilizou observações prévias que havia feito sobre a estrutura interna das veias. Ele já sabia, devido aos estudos realizados por seus antecessores e também às suas próprias observações, que as veias tinham válvulas internas. Essas válvulas eram estruturas em forma de cunha e indicavam que o sangue só poderia percorrê-las num único sentido. Portanto, a idéia de que o sangue fluía por elas como ondas do mar deveria ser incorreta.

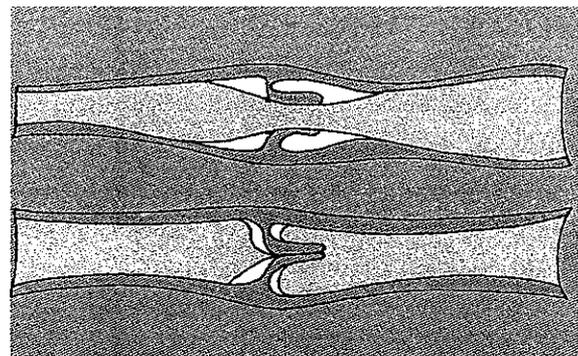
Talvez Galeno também já tivesse observado a existência de válvulas venosas e o inchaço das veias de seu braço em circunstâncias semelhantes às de Harvey. No entanto, talvez nunca lhe tenha ocorrido pensar sobre esses fatos, como fez Harvey.

Por que será que ninguém fez isso antes de Harvey? Em primeiro lugar, porque seria preciso lançar certo descrédito em relação às idéias de Galeno. Em segundo lugar, e talvez aí esteja a razão principal, seria preciso que se acreditasse em um modelo explicativo alternativo, que levasse à realização de novas experiências e ao estabelecimento de novos conhecimentos.

Assim, talvez o próprio Harvey tivesse utilizado essas simples observações (o acúmulo de sangue nas veias de seu antebraço e as válvulas venosas) somente porque acreditava previamente em outro modelo teórico, o do coração como uma bomba, para explicar a fisiologia dessas estruturas.

Portanto, é difícil saber se Harvey já tinha o modelo de circulação do sangue em sua mente e então realizou experimentos para testá-lo, ou se ocorreu o contrário. Isto é, se o processo de construção desse conhecimento se deu de maneira *indutiva* ou *dedutiva*.

O mais provável é que tenha sido das duas maneiras. Harvey pode ter imaginado que havia circulação do sangue a partir das observações que fizera das válvulas venosas. Então, é possível que tenha realizado o experimento do torniquete, um experimento simples que acabou utilizando para, de certa maneira, testar, confirmar e, ao mesmo tempo, elaborar melhor seu modelo.



As válvulas venosas impedem o refluxo do sangue às veias.

Questionamento

- O conhecimento científico é construído por algum método rígido, que podemos aprender a reproduzir?
- Qual é o papel da experimentação nas ciências da natureza?
- O que vale mais no estabelecimento de um conhecimento científico: os fatos ou a interpretação que damos a eles?

Os fatos não fazem a ciência

Veja o que alguns pensadores disseram sobre o conhecimento científico.

“Não devemos aceitar um princípio geral apenas da lógica, mas provar sua aplicação a cada fato; porque é nos fatos que devemos buscar princípios, e esses devem sempre estar de acordo com os fatos.” (Aristóteles)

“A acumulação de um certo número de fatos não constitui uma ciência: os fatos devem ser ordenados, interpretados, explicados. Ou seja, até que se submetam a um tratamento teórico, um conhecimento dos fatos não se converte em uma ciência.” (A. Koyré)

“O conhecimento científico é visto como a construção de mentes humanas (e não um conjunto de verdades a serem descobertas), sempre sujeitas a mudanças... e provisórias.” (W. Harlen)

Lendo essas três frases como se formassem um único texto, podemos ter uma idéia de como os estudiosos da história, filosofia e educação em ciências interpretam o desenvolvimento do conhecimento científico atualmente.

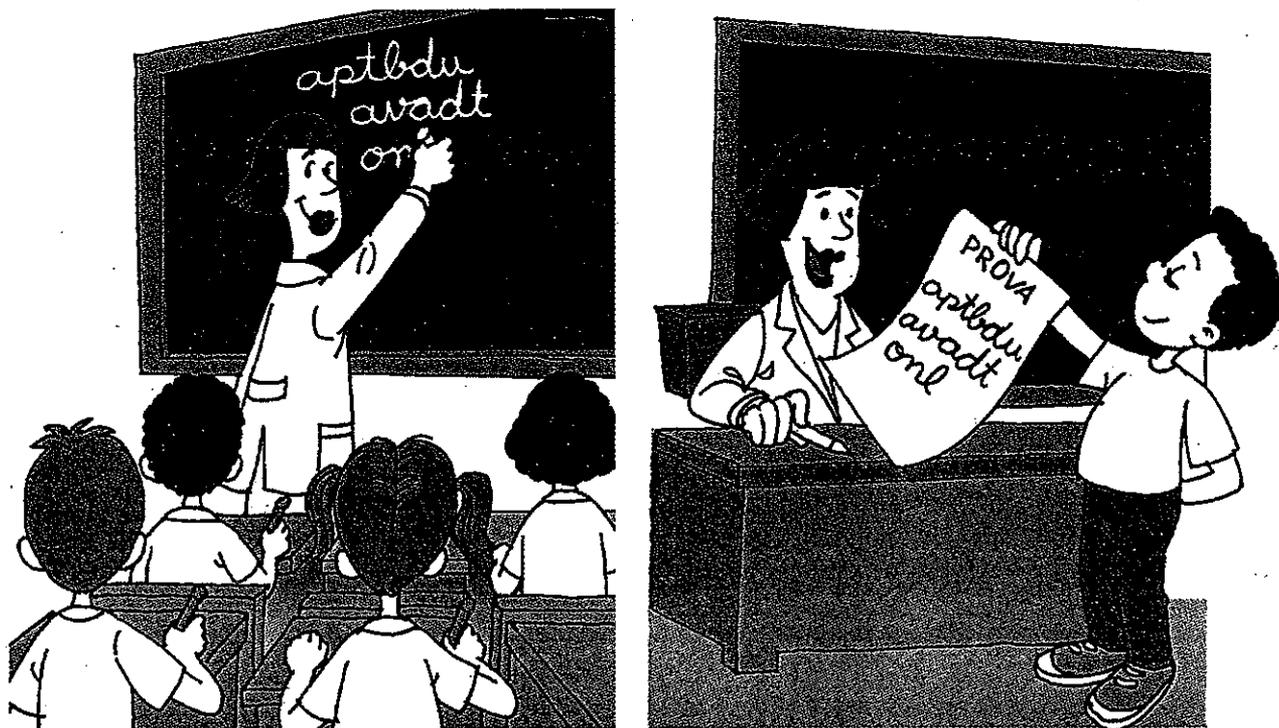
Uma idéia muito rígida, como a de Aristóteles, de que o conhecimento científico seria “puro” e baseado somente em fatos do mundo natural, não é aceita atualmente. Um exemplo contrário a essa idéia é a interpretação dada por Vesálio às suas próprias observações. Apesar de o resultado obtido indicar claramente que não havia nenhuma passagem entre os lados direito e esquerdo do coração, não foi isso que o cientista concluiu.

Assim, muitas vezes o conhecimento científico pode não refletir muito bem o mundo natural, mas muito mais o modo

Como podemos constatar, as concepções dos professores sobre a natureza do conhecimento científico não condizem com aquelas que são exemplificadas pela história das ciências.

Por causa dessa visão estática e neutra da ciência que muitos professores têm, eles podem supor que, se o conhecimento científico é o que está presente hoje nos livros e se esse conhecimento é conquistado por meio de um método científico que merece muita credibilidade, por ser rígido e pautado pelo indutivismo, é muito simples ensinar Ciências. Basta dominar esse conhecimento que está nos livros e transmiti-lo para os alunos.

E a imagem do “bom aluno” só pode ser aquela de quem é capaz de memorizar o que o professor diz e “devolver” tudo na avaliação. (Parecia ser exatamente essa a imagem tida pelo professor que fez o relato da aula com o sr. Esqueleto.) Ou seja, diante de uma concepção equivocada da natureza do conhecimento científico, o professor tende a adotar o modelo de ensino tradicional, no qual a aprendizagem se dá pela mera transmissão-recepção das ditas “verdades científicas”.



Portanto, para ensinar Ciências de outra maneira, é imprescindível que o professor dessa disciplina reavalie as concepções que tem sobre a natureza do conhecimento científico.

Mas nem sempre as orientações dos estudiosos em didática das ciências sobre como devemos ensinar essa disciplina foi contrária ao modelo de ensino por transmissão-recepção. Esta visão também se foi alterando ao longo do tempo, como mostramos a seguir.

como esse mundo é (ou foi) visto em determinada época da história por determinado grupo de pessoas. Como vimos anteriormente, a interpretação pelos cientistas dos fatos e dos resultados de seus experimentos está estreitamente relacionada aos modelos explicativos e às metáforas tecnológicas da época.

E, se pensarmos bem, algo muito parecido pode ser dito sobre as situações de ensino-aprendizagem em sala de aula. Ao lidar com o aluno, o professor não pode esquecer que ele tem uma concepção, uma idéia, que pensa algo sobre o que está sendo estudado. E essas concepções do aluno sobre o assunto tratado em aula orientam sua aprendizagem, pois interferem na sua interpretação dos fatos, dos resultados dos experimentos e daquilo que o professor diz.

Isso quer dizer que o conhecimento pode ser mais bem compreendido não só à luz dos fatos do mundo natural que ele explica, mas à medida que for encarado como fruto da visão dos homens que viveram em determinada época.

Da mesma forma, as explicações que os alunos dão às coisas da natureza devem ser analisadas não tanto no sentido de quanto elas são semelhantes ou diferentes das explicações científicas para a natureza, mas à luz do pensamento desses alunos.

A concepção do professor

Algumas pesquisas realizadas em diversos países para averiguar o que pensam os professores sobre a natureza das ciências indicam que eles têm as seguintes concepções:

Concepções dos professores sobre a natureza do pensamento científico

- O conhecimento está na realidade. A ciência é o reflexo correto da realidade (realismo).
- Há um método único e universal para chegar ao conhecimento.
- Esse método não é influenciado pela subjetividade, ou seja, uma observação não é guiada pelas teorias prévias (objetivismo).
- Esse método inclui as seguintes etapas: observação, elaboração de hipóteses, experimentação e enunciado de teorias (indutivismo).
- Os conhecimentos científicos têm caráter absoluto e universal.
- O conhecimento científico é uma forma superior de conhecimento.
- A ciência é estática, anistórica e aproblemática (portanto, é muito mais um produto acabado do que um processo de construção de teorias).
- A ciência é neutra.

Em consequência dessa visão de ciência, os professores crêem no seguinte:

- Existe um conhecimento único, verdadeiro e definitivo, que o aluno deve aprender.
- Os alunos não têm idéias prévias sobre os assuntos que serão estudados. Se têm, elas não são relevantes no processo de ensino-aprendizagem.
- O conhecimento escolar é só uma reprodução simplificada das verdades científicas.

O ensino por redescoberta

A partir de 1960, diante do crescente avanço tecnológico e conceitual nas ciências, tornou-se tendência considerar o ensino do *método* pelo qual ocorre a construção do conhecimento científico mais importante que o ensino de certos conceitos.

O ensino tradicional mostrou-se ineficiente quando se começou a dar prioridade ao ensino do “método científico”, e assim surgiu uma nova maneira de ensinar Ciências, o *ensino por redescoberta*. Na prática, este se revelou equivocado, mas teve o mérito de romper com a tradição do ensino de Ciências por transmissão-recepção.

Além disso, o ensino por redescoberta tentou aproximar os alunos da atividade científica e da própria história das ciências. Essa nova maneira de ensinar Ciências estava baseada na idéia de os alunos *vivenciarem* o método científico. Acreditava-se que isso era possível por meio de observações, experimentos e generalizações semelhantes (ou até mesmo idênticas) àquelas feitas por alguns cientistas no passado.

Imaginava-se também que, ao trabalhar com esse suposto método científico, os alunos poderiam se deparar com certas *evidências científicas*, assim como ocorrera com alguns cientistas do passado, e, conseqüentemente, acabariam tendo de formular novas hipóteses, mais adequadas para explicar os fenômenos que observavam. A conseqüência poderia ser até mesmo a redescoberta do conhecimento científico pelo próprio aluno.

Entretanto, na hora em que essa prática era aplicada, algumas confusões ocorriam. A primeira era o fato de muitos professores conceberem que o desenvolvimento de um conhecimento científico se dava, somente, à medida que se caminhava em um método, rígido e indutivo. E, assim, para muitos professores bastava observar, realizar experimentos e fazer generalizações com base nos resultados obtidos, e os alunos automaticamente *redescobririam* o conhecimento científico.

Ou seja, na prática do ensino por redescoberta, os professores de Ciências não tinham muita clareza sobre o seu papel no processo de ensino-aprendizagem. Se já haviam perdido o papel de leitores do “livro dos conhecimentos científicos” que tinham no ensino por transmissão-recepção, agora no ensino por redescoberta eles pareciam não ter adquirido nenhuma função definida em troca.

No ensino por redescoberta, era comum o professor acreditar que o seu papel se limitava a propor determinadas atividades e fornecer aos alunos o material necessário para realizá-las — e os alunos aprenderiam, naturalmente.

Conflito e mudança

Na época em que o ensino por redescoberta mostrava suas limitações, começava a se tornar claro que os alunos viam os fatos e os fenômenos da natureza de uma forma muito peculiar, geralmente distinta do conhecimento científico formal. Como esses *conhecimentos prévios* dos alunos revelavam-se muito resistentes ao ensino formal, passou-se a admitir que eles deveriam ser enfrentados nas situações de ensino-aprendizagem.

Portanto, já não se acreditava que apenas a realização de atividades *interessantes* levaria automaticamente ao aprendizado. Agora se questionava: se os alunos têm conhecimentos prévios que parecem ser uma barreira à aprendizagem dos conhecimentos científicos, então como o professor deve agir para promover uma mudança conceitual?

As orientações didáticas que emergiam para atender aos novos questionamentos sugeriam a proposição de *conflitos cognitivos*. Resumidamente, admitia-se que, para ocorrer a mudança conceitual, o aluno deveria ser colocado diante de uma diversidade de situações nas quais ele poderia perceber uma incoerência, um contra-senso entre o seu próprio sistema explicativo e as coisas que aconteciam de fato.

Vejamos um exemplo: se um aluno acredita que o efeito de afundar é determinado pelo volume de um objeto — objetos grandes afundam e objetos pequenos flutuam —, e não pela relação entre a sua massa e o seu volume, o professor pode, então, criar situações nas quais esse sistema explicativo não seja válido.

Uma das possibilidades seria apresentar ao aluno dois objetos: um pequeno e bem denso e um grande e pouco denso. Em seguida, o professor poderia perguntar ao aluno o que ele acha que irá acontecer se os objetos forem mergulhados na água. Caso o aluno diga que o objeto maior vai afundar e o menor não, ele estará em situação de conflito ao observar o resultado da atividade.



Há alguns anos admitia-se que a promoção de conflito cognitivo criava uma situação de desequilíbrio para o aluno, elemento fundamental para que ocorresse uma mudança conceitual. Acreditava-se que, após vivenciar essa situação de conflito, o aluno poderia verificar a insuficiência e a incoerência dos seus sistemas explicativos e, com a ajuda do professor, criar um modelo explicativo que se adequasse aos fatos observados.

E, para verificar se uma mudança conceitual realmente ocorreria, o professor proporia novas situações práticas, nas quais observaria se o aluno continuava (ou não) aplicando o antigo sistema explicativo. Assim, ensinar Ciências objetivando mudança conceitual consistia em (GIL PÉREZ, 1993):

- Identificar as idéias prévias dos alunos.
- Propor conflitos cognitivos.
- Introduzir novas idéias capazes de esclarecer o conflito cognitivo.
- Proporcionar aos alunos oportunidades de aplicar as novas idéias em situações diferentes.

Essa orientação mostrou-se insuficiente para o ensino das ciências da natureza. Primeiro, porque nem tudo o que para o professor parecia um contra-senso, ou uma evidência contrária a determinado modelo explicativo, era visto do mesmo modo pelo aluno. Conseqüentemente, na prática, nenhum conflito cognitivo ocorria, e o aluno não sentia necessidade de alterar os seus sistemas explicativos. Depois, porque mesmo em situações mais adequadas ao nível cognitivo dos alunos, nas quais eles percebiam um conflito entre suas explicações e algumas observações, poderia não ocorrer qualquer mudança conceitual.

Hoje sabemos que, muitas vezes, diante de situações de conflito cognitivo, os alunos não alteram os seus sistemas explicativos, mas adaptam a interpretação das observações ou dos resultados experimentais às suas explicações prévias.

Lembre-se de que foi exatamente isso o que aconteceu com Vesálio, quando ele interpretou os resultados que obteve no experimento em que analisava a passagem de cerdas pelo septo cardíaco. O conflito com que ele se deparou não foi suficiente para que ocorresse mudança conceitual mais profunda. Vesálio considerou que os resultados obtidos não eram conclusivos para descartar a existência dos canais no septo cardíaco. Não construiu uma explicação nova para o caminho do sangue pelo coração.

Investigar e aprender

O ensino de Ciências realizado apenas com o objetivo de provocar uma mudança conceitual acabou tendo a falha de não estimular os alunos a investigar de fato.

No desejo de alcançar a tal mudança conceitual, sempre que os alunos davam sua explicação para algum fato proposto pelo professor, vinha a contrapartida: “A coisa não é bem assim”, ou “Você deve fazer isso ou aquilo, e obterá dados inconsistentes com as suas idéias”.

Tornava-se evidente que o ensino de Ciências não deveria objetivar apenas uma mudança conceitual, mas levar em consideração que os conhecimentos prévios apresentados pelos alunos estão associados a uma forma peculiar de lidar com os fatos da natureza — e isso, sim, deveria ser trabalhado em sala de aula.

Essa maneira pela qual os alunos costumam tratar os fatos naturais foi denominada *metodologia da superficialidade*. Suas características básicas seriam:

- Tendência a generalizar acriticamente, com base nas observações.
- Realizar observações geralmente não controladas.
- Elaborar respostas rápidas e seguras, baseadas em evidências do senso comum.
- Raciocinar numa seqüência causal e linear.

Como esse modo de pensar não leva a outro lugar senão ao senso comum, é evidente que a aprendizagem de conceitos científicos só ocorrerá se houver uma mudança e superação da metodologia da superficialidade por parte dos alunos.

Portanto, acredita-se atualmente que o objetivo do ensino de Ciências não se pode limitar à promoção de mudanças conceituais ou ao aprendizado do conhecimento científico. É necessário também buscar uma *mudança metodológica e atitudinal* nos alunos.

Verdadeiros cientistas

Para superar a metodologia da superficialidade, os alunos devem realizar suas atividades de forma que se aproximem cada vez mais do “fazer ciência” dos verdadeiros cientistas. Acredita-se que, ao trabalhar dessa maneira, os alunos terão oportunidade de enfrentar problemas reais e procurar soluções para eles. É lógico que, para fazer isso, usarão inicialmente o que têm à mão: os seus conhecimentos prévios. Posteriormente, poderão usar idéias novas que certamente irão surgindo à medida que caminham em um ciclo investigativo.

Deve-se salientar, contudo, que o objetivo do *ensino como investigação* não é formar verdadeiros cientistas, tampouco obter única e exclusivamente mudanças conceituais. O que se

pretende, principalmente, é formar pessoas que pensem sobre as coisas do mundo de forma não-superficial.

Supõe-se que, com o ensino de Ciências como investigação, os alunos se tornarão cada vez mais capazes de construir conhecimentos sobre a natureza mais próximos do conhecimento científico que do senso comum.

Vejam os aspectos da mudança metodológica que estão associados ao ensino de Ciências como investigação:

- Supera evidências do senso comum.
- Introduz formas de pensamento mais rigorosas, críticas e criativas.
- Obriga à imaginação de novas possibilidades, a título de hipótese.
- Estimula a comparação de diferentes hipóteses em situações controladas.

Quando os alunos aprendem Ciências investigando, é importante que eles se deparem com problemas e os enfrentem de maneira não-superficial, fazendo análises críticas, formulando hipóteses explicativas, validando essas hipóteses, criando formas de testá-las etc.

Atualmente, o ensino de Ciências como investigação é sugerido principalmente para alunos a partir dos 10 anos. Contudo, alguns estudos vêm demonstrando que esse modo de ensinar Ciências pode ser adaptado às séries iniciais da vida escolar. Lendo este livro, você terá uma idéia melhor de como isso pode ser feito.

Destacamos que, na orientação do ensino-aprendizagem de Ciências como investigação, o ponto inicial são os problemas com os quais os alunos se defrontam — nesse sentido, o conflito cognitivo não é uma imposição externa. O próprio aluno trabalha com hipóteses explicativas e, com isso, o tempo todo as compara, testa-as, coloca-as em situações de conflito potencial, para validá-las ou não.

Assim, resumidamente, uma orientação para o ensino como investigação estabelece (GIL PÉREZ, 1993):

- Propor situações-problema.
- Propor o estudo qualitativo das situações-problema e a formulação das primeiras hipóteses explicativas.
- Tratar cientificamente o problema a ser investigado, pela:
 - validação e reformulação das primeiras hipóteses explicativas;
 - elaboração e realização de experimentos;
 - análise dos resultados experimentais à luz das hipóteses explicativas (o que se pode converter em situação de conflito cognitivo).
- Lidar com as informações obtidas, formulando novas hipóteses, sínteses e novos problemas a serem investigados.

Trataremos adiante de alguns temas que permeiam o ensino como investigação: a resolução de problemas, os conceitos prévios dos alunos, o planejamento e a execução de atividades com fins didáticos específicos, a avaliação do ensino-aprendizagem.

Entretanto, antes de tratar desses assuntos, é importante lembrar uma vez mais que, associada a uma mudança conceitual, também está uma mudança metodológica e atitudinal (a ser constantemente buscada pelo professor). Assim, no próximo capítulo, vamos iniciar a discussão sobre os conteúdos a serem trabalhados no ensino das ciências da natureza.



COMPLEMENTAR

1. [Um saber em depósitos]

Se o educador é aquele que sabe, se os alunos são os que não sabem nada, cabe ao primeiro dar, entregar, transmitir, transferir o seu saber aos segundos. E este saber não é mais aquele da "experiência vivida", mas sim o da experiência narrada ou transmitida.

Não é de surpreender, então, que, nesta visão "bancária" da educação, os homens sejam considerados como seres destinados a se adaptar, a se ajustar. Quanto mais os alunos se empenham em arquivar os "depósitos" que lhes são entregues, tanto menos eles desenvolvem em si a consciência crítica que lhes permitiria inserir-se no mundo como agentes de sua transformação, como sujeitos. Quanto mais se lhes impõe a passividade, tanto mais, de maneira primária, ao invés de transformar o mundo, eles tendem a adaptar-se à realidade fragmentada contida nos "depósitos" recebidos.

(FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1974.)



1. Podemos identificar essa "visão bancária" da educação com alguma das orientações para o ensino de Ciências vistas neste capítulo? Qual(is)?
2. O ensino norteado por essa "visão bancária" busca o conhecimento científico prioritariamente em livros ou no mundo dos fenômenos? Justifique a sua resposta.

2. [Professora é construtivista numa escola, tradicionalista em outra e se sai bem nas duas]

Conto aqui minha longa experiência como professora primária. Dou aulas há 22 anos. [...] agora estou com crianças de 5 anos em duas pré-escolas, uma do estado e outra do município. São duas práticas diferentes. Como é dirigida por uma freira, a escola do estado adota uma metodologia tradicional, enquanto a do município segue uma proposta construtivista.

Tanto na escola tradicional como na construtivista eu não aplico somente a linha adotada por cada uma, mas sim as duas, pois não dá para a professora separar os dois métodos. É certo que na tradicional eu dou mais ênfase ao que a escola quer, assim como na construtivista eu procuro fazer mais aquilo que é exigido, ou melhor, pedido pelas crianças. Digo com toda a sinceridade que gosto de trabalhar as duas metodologias e me sinto à vontade para lecionar, principalmente no pré-escolar. [...]

(Nova Escola. São Paulo, Abril Cultural, set. 1995. Relato de Ana M. C. Araújo.)



1. Você acredita que é realmente possível adotar simultaneamente as duas linhas de ensino (a construtivista e a tradicional)? Por quê?
2. Você acredita que a professora esteja realizando um bom trabalho nas duas escolas? Justifique a sua resposta.
3. Que motivos podem ter levado a professora a aceitar trabalhar com as duas orientações de ensino-aprendizagem?

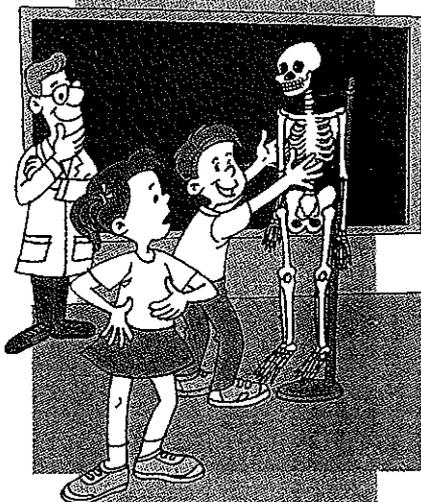
Para você fazer

1. Em grupo, tente formular uma frase relacionando os termos *fato*, *interpretação dos resultados experimentais*, *modelos explicativos* e *ensino de ciências*.
2. A partir do diálogo criado na aula do "sr. Esqueleto", tente traçar o perfil de cada criança. Talvez uma dramatização com seus colegas possa ajudá-lo a detectar as possíveis diferenças entre as reações, os conhecimentos prévios e as aprendizagens de cada aluno.
3. Em grupo, elabore duas estratégias para o ensino-aprendizagem do tema *Esqueleto*: uma sob orientação *behaviorista* e outra sob orientação construtivista. Depois, compare as duas estratégias quanto aos objetivos e aos resultados atingidos.
4. Imagine que você esteja lecionando para uma 4ª série e necessite planejar uma unidade didática referente à *circulação sanguínea*. Para você se informar sobre o assunto a ser ensinado, sugerimos que procure (na bibliografia abaixo) a resposta para as seguintes questões:
 - a) Como é a circulação do sangue em nosso organismo?
 - b) Qual é o papel do coração na circulação sanguínea?
 - c) O que são veias, artérias e capilares?
 - d) Qual é a importância da circulação do sangue?
 Depois de ter estudado o assunto, faça o planejamento de uma unidade didática, seguindo as orientações construtivistas para o ensino-aprendizagem.
 - GUIA PRÁTICO DE CIÊNCIAS. *Como o corpo humano funciona*. São Paulo, Globo, 1994.
 - NIGRO, R. G. *Pelos caminhos do sangue*. São Paulo, Atual, 1993.
 - PARKER, S. *O coração e a circulação*. São Paulo, Scipione, 1992.
 - Livros didáticos de ciências do Ensino Fundamental.
5. Assista a alguns programas de TV que abordam questões asso-

ciadas à divulgação das ciências. Qual(is) metodologia(s) de ensino, dentre as citadas neste capítulo, são mais utilizadas nesses programas?

Para refletir

1. Podemos dizer que o pensamento das crianças se assemelha ao dos cientistas? Em que sentido?
2. Por que será que nem todos os alunos aprendem aquilo que o professor pretende ensinar?
3. Quais são, a seu ver, as variáveis que dificultam a um professor ensinar com competência?
4. Onde buscar conteúdos para o ensino de Ciências? Nos livros? No mundo dos fenômenos?
5. Discuta a seguinte afirmação: "a ciência só avança com a experimentação".
6. Comente: "As boas escolas começam com aquilo que as crianças *de fato* dominaram; investigam em seguida para ver o que *de fato* estão aprendendo, e continuam com o que *de fato* sustenta o seu envolvimento". (Hawkins)



2

O QUE ENSINAR EM CIÊNCIAS?

Talvez seja a complexidade do que supomos ensinar o que explique por que... nem sempre possuímos as mesmas referências e os mesmos objetivos acerca do que supomos que deva ser aprendido e ensinado.

A. Zabala

Um exemplo fictício pode nos ajudar a observar melhor como a metodologia adotada pelo professor influi no resultado do processo de ensino-aprendizagem. Vamos ver como é que um mesmo assunto — “a decomposição” — pode ser trabalhado por duas professoras que seguem orientações didáticas totalmente distintas.

De olho na sala de aula

Observar, discutir, concluir

Sílvia é uma professora bastante preocupada com a motivação de seus alunos. Ela acredita que sempre é importante incluir atividades práticas ou de observação em suas aulas.

Assim, para estudar a decomposição dos seres vivos com seus alunos de uma 3ª série, ela pediu a cada um deles que trouxesse de casa um pote com cascas e pedaços de verduras, legumes, frutas e restos de carne.

Todos os potes foram colocados abertos e juntos ao lado do quadro-de-giz e ficaram ali por quase uma semana. Durante todo esse tempo, os alunos fizeram observações e as registraram nos cadernos. As principais observações foram sobre uns “fiozinhos” que apareceram nos restos de alimentos: os fungos. Além disso, os alunos verificaram que alguns alimentos que estavam nos potes, como o tomate, depois de um tempo haviam “virado líquido”.



Ocorreu, contudo, que começaram a reclamar do cheiro que estava vindo daqueles potes. Devido às reclamações da direção

da escola, a professora resolveu pedir aos alunos que jogassem fora alguns potes e ficassem somente com três deles.

Coube aos alunos escolher os três potes que permaneceriam na sala. Por unanimidade, os potes escolhidos foram aqueles em que havia acontecido algo que ninguém esperava.

O fato inusitado foi o aparecimento de algumas “minhoquinhas brancas”, que ficavam andando sobre os restos de comida em decomposição e na parede do pote. As tais “minhoquinhas” chamaram muito a atenção dos alunos, e todos queriam saber que bicho era aquele.



A professora, no entanto, também não sabia que bichos eram e consultou um colega especialista em Ciências. Descobriu, então, que as “minhoquinhas” eram larvas de insetos e estavam se alimentando dos restos que estavam nos potes.

Sílvia percebeu, então, que tinha em mãos uma excelente oportunidade para solicitar aos alunos que realizassem uma pesquisa em grupo sobre aquele misterioso bichinho que havia aparecido nos potes.

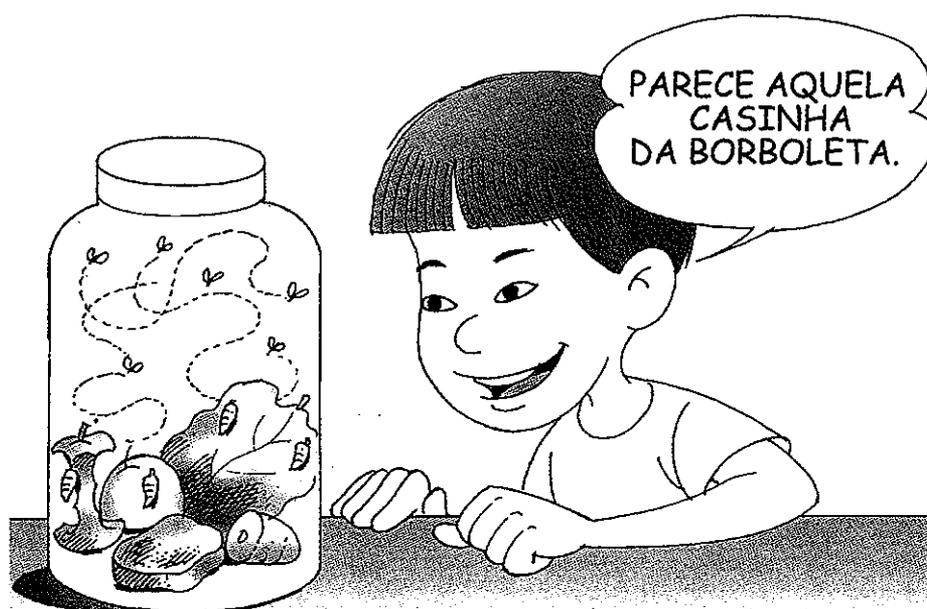
Os alunos pesquisaram na sala de aula, consultando materiais da biblioteca da escola previamente selecionados pela professora. Em seguida, cada grupo deveria contar aos colegas o que havia aprendido.

Alguns grupos de alunos descobriram que aquelas “minhoquinhas brancas iriam virar moscas”. (Na verdade, “minhoquinhas brancas” são moscas, só que na fase de larva. Na fase adulta, elas têm asas e “parecem-se” com moscas.) Essa informação foi tão surpreendente que algumas crianças chegaram a duvidar. Afinal de contas, as “minhoquinhas brancas” não se pareciam em nada com moscas.

A professora sugeriu então aos alunos uma experiência para verificar se o que estava nos livros era verdade. Colocaram uma

gaze tapando os potes, de modo que impedisse a entrada de moscas de fora e a fuga das “minhoquinhas brancas”. Com isso, ficava claro que, se aparecesse alguma mosca no frasco, ela só poderia ter surgido lá dentro, onde havia somente as tais “minhoquinhas brancas”.

Depois de algum tempo, os alunos constataram, entre outras coisas, que, quando já estavam bem grandes, as larvas ficavam diferentes e formavam casulos, do mesmo modo que as borboletas. E que, depois de pouco tempo, moscas adultas apareciam dentro dos potes.



A professora Sílvia ficou muito satisfeita com a participação dos alunos nesse trabalho e resolveu encerrá-lo com uma aula de discussão. Seu objetivo era ajudar os alunos a “sistematizar” o conhecimento que haviam adquirido. Em seguida, pediu que cada aluno escrevesse um relatório sobre o trabalho realizado.

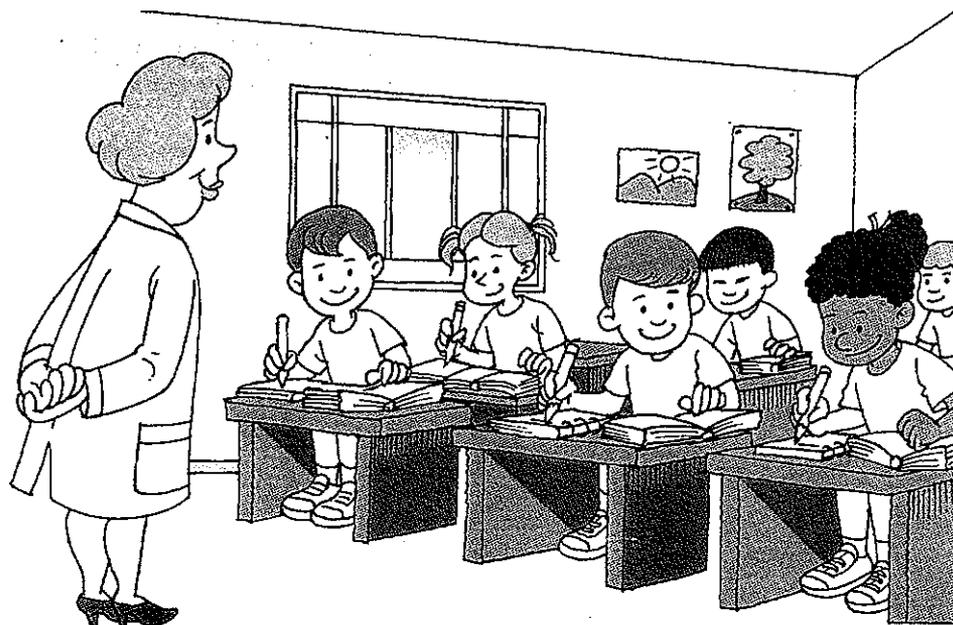
De olho na sala de aula

Escutar e responder

A professora Cátia trabalha com 3^{as} séries há quinze anos. Como já tem bastante experiência, não teve dúvidas na hora de planejar uma unidade didática sobre *decomposição*.

Primeiro, iria complementar o capítulo do livro didático que adotara com textos de outros livros. Depois, ainda como reforço, iria utilizar um episcópio (um tipo de projetor) para mostrar aos alunos as fotografias coloridas de fungos que costumava utilizar nos anos anteriores.

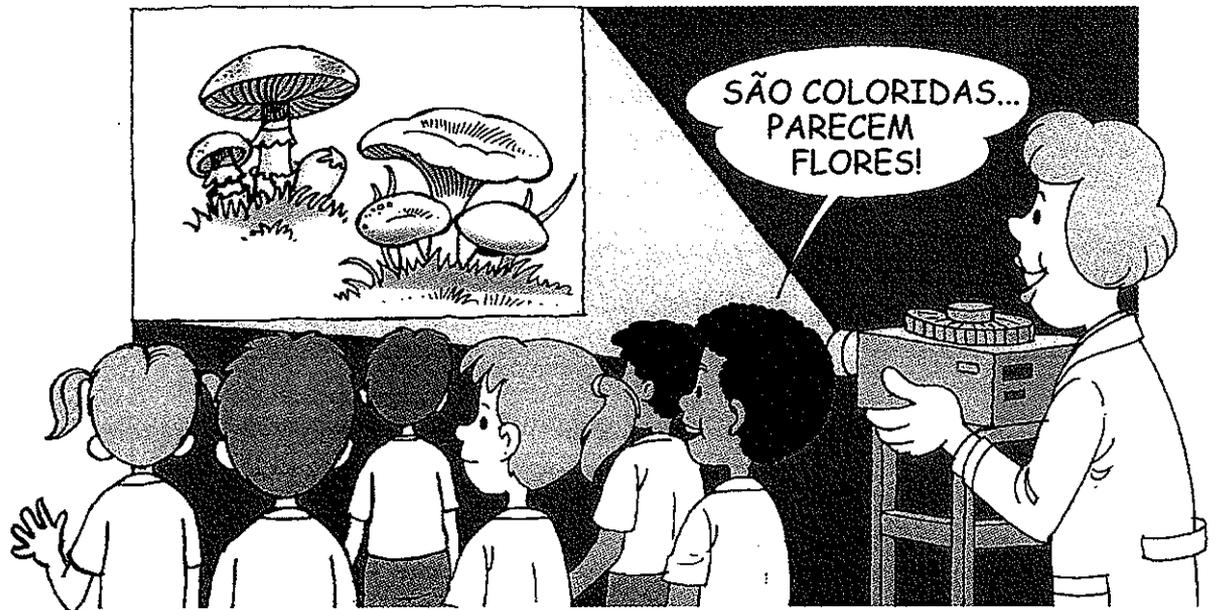
Certa de seu planejamento e de sua experiência, já na primeira aula a professora Cátia pediu aos alunos que lessem o trecho do livro que tratava de decomposição. Depois, orientou-os para que fizessem os exercícios do livro e, em seguida, respondessem no caderno a algumas perguntas complementares ditadas por ela.



Finalmente, como tarefa de casa, Cátia pediu a seus alunos que deixassem um pedaço de pão úmido fora da geladeira por três dias e observassem o que acontecia. E, para se garantir de que ninguém deixaria de fazer a atividade, determinou aos alunos que levassem o pão para a classe, na aula seguinte de Ciências.

A maioria dos alunos levou para a escola um pão embolorado. Os mais falantes contavam o que havia acontecido com os pães: “Apareceu uma casca preta”; “No meu se formaram uns pêlos cinzas”. Nessa aula a professora pegou alguns dos pães trazidos pelos alunos e, apontando com o dedo, explicou-lhes que aquilo que havia se formado sobre os pães eram fungos. Disse também que era o fungo que iria fazer a decomposição do pão. Depois, distribuiu cópias de uma página de outro livro didático que trazia mais informações sobre esses seres vivos. E, como não havia exercícios de interpretação de texto nessa página, ela ditou algumas perguntas a que os alunos deveriam responder logo após a leitura.

A terceira e última aula planejada pela professora Cátia nessa unidade didática iniciou-se com a correção dos exercícios propostos. Em seguida, os alunos foram para a sala de projeção, onde finalmente puderam ver as tão esperadas fotografias de fungos.



Para encerrar, a professora respondeu às perguntas dos alunos e, no final da aula, marcou uma avaliação sobre a decomposição para a semana seguinte.

Questionamento

- O que os alunos aprenderam com a professora Sílvia? E com a professora Cátia?
- As estratégias das duas professoras tinham os mesmos objetivos?
- A seu ver, os resultados obtidos nas duas situações foram os mesmos?
- É possível afirmar que uma estratégia foi mais eficiente que a outra?

Os objetivos da unidade didática

Apesar de as duas professoras terem trabalhado o mesmo assunto, e com alunos de mesma faixa etária, percebe-se uma diferença muito grande em relação às estratégias utilizadas em cada caso. O enfoque com relação ao conteúdo, a utilização do tempo, o papel do professor e do aluno e a dinâmica grupal foram diferentes.

A professora Sílvia, por exemplo, planejou sua unidade didática embasada em uma atividade prática de observação efetuada pelos alunos. Foi dessa maneira que ela trabalhou os assuntos *processo de decomposição e metamorfose dos insetos*.

Por sua vez, a professora Cátia privilegiou a quantidade de informações a respeito de um agente decompositor específi-

co: os fungos. Para isso, utilizou diferentes livros e, na aula com o episcópio, enfatizou a informação visual.

No quadro a seguir comparamos as duas estratégias, considerando *turma 1* a da professora Sílvia e *turma 2* a da professora Cátia:

	Turma 1	Turma 2
<i>Unidade didática</i>	Decomposição dos seres vivos.	Decomposição dos seres vivos.
<i>Enfoque conceitual do conteúdo</i>	Processo de decomposição e metamorfose dos insetos.	Os fungos (como agentes da decomposição).
<i>Utilização do tempo</i>	Um mês, utilizado para observação, registro e documentação, pesquisa bibliográfica, aulas de discussão, produção de texto.	Quatro aulas utilizadas para leitura; resolução de exercícios (do livro e extras); cópia de exercícios ditados pela professora; correção de exercícios; aulas expositivas; avaliação escrita.
<i>Papel do professor</i>	Organiza as tarefas; propõe temas para pesquisas; fornece material para os alunos consultarem e obterem informações; propõe experimentos; orienta a realização de experimentos; orienta discussões sobre as observações feitas; organiza a discussão entre os alunos; favorece o trabalho cooperativo entre os alunos.	Fornecer informações sobre um assunto específico; responde às perguntas dos alunos; propõe exercícios e lições de casa; dá aulas expositivas.
<i>Papel do aluno</i>	É ativo na construção de seu conhecimento; observa, registra observações, discussões e atividades práticas; realiza experimentos; analisa resultados das atividades práticas; produz textos explicativos; busca informações novas; trabalha em grupo; expõe suas conclusões para os colegas; escuta o que os outros têm a dizer; tira suas próprias conclusões.	Recebe o conhecimento já pronto e elaborado; lê textos de livros didáticos; presta atenção ao que a professora diz; faz perguntas para as quais recebe as respostas imediatamente; entra em contato com informações novas trazidas somente pela professora (através do que ela diz e de textos que ela fornece); emprega certas técnicas (para as quais foi treinado) para resolver exercícios.

Fica evidente que as metodologias adotadas são muito distintas. Breve e simplificada: numa delas o professor fornece o conhecimento já elaborado para o aluno; na outra, dá chances para que ele seja agente construtor do conhecimento.

O que efetivamente foi ensinado

É impossível saber qual das duas formas de ensinar vistas anteriormente é a *melhor*, porque um julgamento nesses termos tende a se basear na experiência particular, ou nos ideais de ensino, daqueles que se atrevem a fazer tal julgamento.

Mais criterioso seria questionar: "Para que objetivos cada forma de ensinar seria mais adequada?" E, ao mesmo tempo em que estabelecemos isso, poderíamos também preocuparmos em definir os parâmetros para considerar uma unidade didática eficaz ou não.

Na nossa opinião, uma unidade didática é eficaz quando se verifica que os *objetivos estabelecidos são atingidos pela maioria dos alunos*.



Assim, só é possível comparar diretamente duas unidades didáticas, com relação à eficiência, se os objetivos de ambas forem os mesmos. Portanto, no nosso exemplo, o mais adequado é perguntar, antes de mais nada, se os objetivos das professoras Sílvia e Cátia eram iguais.

Uma análise superficial poderia indicar que sim, já que as duas trabalharam com seus alunos uma unidade didática sobre o mesmo assunto, a decomposição dos seres vivos. Aprofundando um pouco mais a análise, porém, podemos identificar outros objetivos que, mesmo não tendo sido explicitados no planejamento oficial, acabaram por se revelar nas estratégias utilizadas.

Pela atuação de cada uma das professoras, podemos deduzir que elas entendem e "priorizam" de maneiras diferentes os objetivos e a função social do ensino.