

# Aula 8

## O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO

### **META**

Compreender o papel pedagógico do ensino de Ciências por investigação.

### **OBJETIVOS**

Ao final desta aula, o aluno deverá:

- Caracterizar o ensino de Ciências por investigação;
- Listar competências relacionadas com os procedimentos de investigação da Ciência;

**Gláucia da Conceição Lima**  
**Glauber Santana de Sousa**

### INTRODUÇÃO

Prezado (as) aluno (as), nesta aula vocês entraram em contato com um modelo didático bastante conhecido e que tem sido muito utilizado nas aulas de Ciências – o modelo de ensino por investigação. Para tal, é necessário fazer a leitura do texto da professora Melina Furman, o qual tem por objetivo principal promover uma reflexão sobre a nossa prática pedagógica. A partir dessa reflexão podemos nos perguntar? Qual a nossa responsabilidade como professores de Ciências? Como estimular a curiosidade dos nossos alunos? Como ajudar a formar as bases do pensamento científico dos mesmos? Para exemplificar, a autora utilizará situações fictícias de sala de aula com o intuito de demonstrar alguns equívocos que normalmente ocorrem tanto em aulas teóricas como em aulas práticas. Furman afirma que o mais importante quando optarmos em trabalhar com esse tipo de metodologia é a nossa concepção, enquanto professores de Ciências, no que diz respeito às duas faces da Ciência: Ciência como produto e Ciência como processo.

### O ENSINO DE CIÊNCIAS NO ENSINO FUNDAMENTAL: COLOCANDO AS PEDRAS FUNDACIONAIS DO PENSAMENTO CIENTÍFICO

Melina Furman

Uma menina de 11 anos sorri com satisfação quando consegue que sua lampadazinha comece a brilhar conectando os cabos à pilha dados por seu professor, e descobre que, se ela colocar duas pilhas juntas, a lampadazinha brilha mais intensamente do que somente com uma. Um aluno de 10 anos se surpreende quando sua professora lhe conta que as leveduras com as quais preparam o pão em sua casa são, na realidade, seres vivos; porém, se entusiasmo ainda mais quando consegue vê-las nadando sob a lente do microscópio. Uma garota de 9 anos descobre que os ímãs somente são atraídos por alguns metais, e não por todos, e que pode usar um ímã para construir uma bússola que a ajude a encontrar um tesouro escondido por sua professora no pátio da escola.

Os professores de Ciências Naturais têm a oportunidade de serem os artífices daquilo que Eleanor Duckworth, pioneira na didática em Ciências, chamou de “ideias maravilhosas”: esses momentos inesquecíveis nos quais, quase inesperadamente, nos surge uma ideia que expande nossos horizontes e nos ajuda a enxergar mais longe.

Ensinar Ciências Naturais no Ensino Fundamental nos coloca em um lugar de privilégio, porém, de muita responsabilidade. Temos o papel de

orientar nossos alunos para o conhecimento desse mundo novo que se abre diante deles quando começam a se fazer perguntas e a olhar além do evidente. Será nossa tarefa aproveitar a curiosidade que todos os alunos trazem para a escola como plataforma sobre a qual estabelecer as bases do pensamento científico e desenvolver o prazer por continuar aprendendo.

Quando falo de estabelecer as bases do pensamento científico estou falando de “educar” a curiosidade natural dos alunos para hábitos do pensamento mais sistemáticos e mais autônomos. Por exemplo, orientando-os a encontrar regularidades (ou raridades) na natureza que os estimulem a se fazer perguntas, ajudando-os a elaborar explicações possíveis para o que observam e a imaginar maneiras de colocar em prova sua hipótese; e ensinando-lhes a trocar ideias com outros, fomentando que sustentem o que dizem com evidências e que as busquem por trás das afirmações que escutam.

Trata-se, em suma, de utilizar esse desejo natural de conhecer o mundo que todos os alunos trazem para a escola como plataforma sobre a qual possam construir ferramentas de pensamento que lhes permitam compreender como as coisas funcionam, e pensar por eles mesmos. E, também, de que o prazer que se obtém ao compreender melhor o mundo alimente a chama de sua curiosidade e a mantenha viva.

O que acontece se essas pedras fundamentais do pensamento científico não forem colocadas a tempo? Pensemos, por um momento, em alunos que saem do Ensino Fundamental sem a possibilidade de (nem a confiança para) formular maneiras de procurar respostas às coisas que não conhecem, ou de dar-se conta se há evidências que sustentam o que ouvem. Ou em alunos cuja curiosidade foi se apagando pouco a pouco por não terem encontrado espaço para expressá-la. Claramente estamos diante de um cenário muito arriscado, principalmente se pensarmos em construir uma sociedade participativa, com as ferramentas necessárias para gerar ideias próprias e decidir seu rumo. Infelizmente, as Ciências Naturais no Ensino Fundamental ainda são vistas como “a feia do baile”. Em diversos países da América Latina, como a Argentina, as Ciências Naturais são muito pouco ensinadas (muito menos do que o previsto pelos planos curriculares). Entretanto, o problema vai além da quantidade de horas que são dedicadas à área. O modo como as Ciências Naturais são ensinadas em nossas escolas está ainda muito longe de contribuir para formar as bases do pensamento científico dos alunos. E para ilustrar este fato, convido-os a imaginar que estamos espiando pela janela duas aulas de Ciências:

## PRIMEIRO CENÁRIO

É uma aula de sexto ano. Na lousa, lê-se o título da unidade que os alunos vão começar a estudar: “Soluções e solubilidade”. A professora começa

a aula com uma pergunta: “O que vocês acham que é uma solução?” Os alunos dizem diversas coisas, em sua grande maioria, diferentes do esperado pela professora. Um aluno responde: “É algo como o que aprendemos sobre misturas no ano passado?”. A professora assente, satisfeita, e escreve na lousa:

Solução: Mistura homogênea (uma só fase) composta por duas ou mais substâncias chamadas soluto e solvente.

A professora lê a definição em voz alta e repassa a ideia de mistura homogênea. Logo continua:

“O que é um soluto?” Os alunos olham com expressão confusa. “Um soluto é o componente que está em menor proporção na mistura. O solvente é o que está em maior proporção e geralmente é um líquido. Por exemplo: dizemos que a água é um solvente universal porque dissolve muitas coisas. Vamos copiar tudo isso da lousa”.

Logo depois que todos copiaram as definições, a professora dá alguns exemplos de soluções: café com leite, água com açúcar, água com álcool. Em cada uma identifica o soluto e o solvente. Pede aos alunos que deem outros exemplos; alguns respondem corretamente, a professora copia todos os exemplos na lousa. De tarefa, pede-lhes que tragam novos exemplos de soluções que encontram na vida cotidiana, ao menos três de cada um.

“E o que será, então, a solubilidade?”, pergunta a professora. Os alunos parecem ter ficado mudos. “A solubilidade é a quantidade de soluto que pode ser dissolvido em um solvente determinado. Quanto mais soluto puder ser dissolvido, mais solubilidade o solvente possui. Também ocorre que, ao aumentar a temperatura, a solubilidade aumenta, como quando esquento o café com leite e lhe posso adicionar mais açúcar. Entenderam? Vamos copiar tudo na pasta.”

## SEGUNDO CENÁRIO

Esta aula de sexto ano se passa em um laboratório. Na lousa, está escrito o título da atividade: “Soluções de pigmento de beterraba e água”. Os alunos trabalham em grupos, em diferentes mesas. Cada equipe tem um balde com água morna e pedacinhos de beterraba cortados. O professor pede a eles que coloquem os pedacinhos de beterraba dentro da água e que, com a ajuda de uma colher, esmaguem-nos até que a água fique com a coloração violeta. Ela conta-lhes que, assim, vão formar uma solução com a água e o pigmento da beterraba. Explica que a água dissolve o pigmento dentro da beterraba e, por isso, fica tingida.

Em seguida, cada grupo trabalha com os tecidos que possuem sobre a mesa. O professor lhes mostra que precisam enrolá-los como um matambre. Podem fazer nós e usar fitas elásticas e, com isso, vão obter “efeitos artísticos”.

No final, os alunos usam suas tinturas recém-fabricadas para tingir seus tecidos. Estão fascinados.

Há um clima de risos em toda a sala de aula e, inclusive, muitos alunos que poucas vezes participavam das aulas de Ciências o estão fazendo ativamente.

Após deixarem secar os tecidos por um momento, os alunos mostram para o resto da sala o que fizeram. O professor lembra que formaram uma solução com pigmento de beterraba e, por isso, puderam tingir os tecidos. Todos os alunos pedem para repetir a experiência.

Os cenários anteriores, embora fictícios e um pouco caricaturados, estão baseados em numerosas aulas de Ciências reais. Resumem vários dos “pecados” que são cometidos, frequentemente, no ensino de Ciências e revelam, por sua vez, duas imagens muito diferentes das Ciências Naturais transmitidas pelos professores. Analisemos cada um desses cenários.

O primeiro deles é mais fácil criticar e, na verdade, é o que vemos mais frequentemente nas escolas. Nele, temos uma professora definindo conceitos na lousa e os alunos escutando passivamente, sem compreender direito do que se trata. É obvio que há aspectos para resgatar no trabalho desta professora, com orientações como: tentar ser mais clara em suas definições e ilustrá-las com exemplos da vida cotidiana que resultem familiares para os alunos. Entretanto, nossa professora imaginária comete um pecado muito habitual nas aulas de Ciências: começar com a definição de termos científicos, gerando em seus alunos a ideia de que o conhecimento das coisas está em seus nomes.

Ao começar perguntando aos alunos o que entendem por uma solução, parece que a aprendizagem que buscamos refere-se a compreender o significado da palavra “solução” – que pode facilmente ser obtida por meio de um dicionário – e não na compreensão, por exemplo, de que na natureza muitas substâncias aparecem misturadas; ou, como podemos perceber, quantos componentes possuem uma determinada mistura. Poderíamos imaginar perfeitamente um aluno que formule de maneira correta todas as definições que a professora explicou e até possa dar alguns exemplos ou ser aprovado em uma avaliação sem ter compreendido nada do tema em questão.

Nomear os fenômenos antes que os alunos os tenham compreendido vai contra o que chamamos de “o aspecto empírico da ciência” (Gellon et al, 2005). Este aspecto da ciência se fundamenta no fato de as ideias científicas estarem indissolúvelmente conectadas com o mundo dos fenômenos que desejam explicar: as explicações são construídas em uma tentativa de dar sentido a numerosas observações (e se modificam na medida em que surgem observações que não estão de acordo com as explicações anteriores). Quando esta conexão não está presente em nossas aulas de Ciências, estamos mostrando aos alunos uma imagem da ciência distorcida.

Uma maneira muito simples de melhorar a aula anterior teria sido, simplesmente, invertê-la: começar ilustrando a aula com uma situação da vida real (por exemplo, imaginar uma família tomando o café da manhã) e, a partir dela, buscar exemplos de substâncias puras e outras que estejam misturadas e agrupar essas substâncias misturadas em “as que são vistas todas iguais e as que podem ser distinguidas em partes diferentes” (ou seja, em misturas homogêneas e heterogêneas). Logo aí, quando os alunos compreenderam a ideia de que em algumas misturas não se distinguem seus componentes, é um bom momento para dar-lhes o nome de “solução”. Chamamos esta sequência fenômeno-ideia-terminologia (Gellon et al, 2005). Vale a pena esclarecer que respeitar esta sequência (e a conexão entre as ideias científicas e os fenômenos) não requer, necessariamente, trabalhar em aula com materiais concretos. Neste caso, seria suficiente que os alunos se lembrassem de exemplos como os da mesa do café da manhã.

Entretanto, o “pecado” desta professora não foi somente privilegiar a terminologia sobre a compreensão conceitual. Sua aula nos dá evidências de um olhar muito extenso sobre as Ciências Naturais que impacta fortemente o ensino. O modo como ela apresenta o tema a seus alunos revela que o conhecimento científico é um conhecimento acabado, e que saber Ciências significa apropriar-se dele: conhecer fatos e poder dar informações sobre o mundo (Porlán, 1999). Este olhar sobre as Ciências deixa de lado uma face muito importante: a da ciência como forma de conhecimento. Nesta aula de Ciências Naturais, portanto, a professora não ensinou nenhuma competência científica. Falaremos desta outra face das Ciências na seção seguinte. Porém, antes, convido-os a continuar com nosso exercício de imaginação: o que vocês acham que sentirá essa professora ao terminar sua aula?

Certamente ela foi embora com a sensação de que “os alunos não participaram”, “não responderam suas perguntas”, ou “não estão interessados na matéria”. E os alunos, que sentimento terão? Poderíamos apostar que foram embora com a sensação de que a ciência é bastante chata. E que, se não entenderam o que a professora explicou, certamente é porque a ciência é muito difícil ou, então, não é para eles. Infelizmente, é muito simples predizer como continuam ambas as histórias: uma professora frustrada com sua tarefa e alunos que pouco a pouco deixam de se interessar pelas Ciências Naturais.

Até aqui falamos que a primeira professora começa pelas definições e não mostra a conexão entre as ideias e os fenômenos. Ela não ensina nenhuma competência científica, mas somente dá informação. Também mencionamos que tanto os alunos quanto a professora vão se desanimando com as aulas. Porém, voltemos para o segundo cenário, o dos alunos fabricando tinturas com beterraba. Certamente, ao espiar esta aula, muitos seriam tomados por uma sensação de total felicidade: “Por fim, alunos fazendo ciência na escola! E se divertem com essa tentativa!”

Nesta aula, não aparecem muitos dos problemas do cenário anterior: o professor coloca os alunos em contato com o mundo dos fenômenos ao pedir-lhes que formem uma solução com pigmento de beterraba e água morna. Sua aula não se fundamenta somente em dar informação. Os alunos colocam mãos à obra, participam ativamente e se divertem muito. Há uma tentativa explícita (embora não compartilhada com os alunos) de conectar um fenômeno científico, como a dissolução, a uma aplicação cotidiana. Os alunos saem fascinados da aula e pedem para repeti-la, e o professor vai para sua casa satisfeito. Tudo isso é verdade. Mas imaginemos, agora, um questionamento aos alunos sobre o que aprenderam na aula. Provavelmente dariam respostas assim:

- Aprendemos a tingir tecidos e ficamos muito bons!
- Aprendemos que a beterraba tem dentro um pigmento avermelhado.
- Eu aprendi que para fabricar tinta é preciso misturar beterraba com água morna.

E o que acreditam vocês que diria o professor se lhe perguntássemos quais eram os objetivos de sua aula? Possivelmente responderia que em sua aula quis trabalhar o conceito de solução e que os alunos aprendessem a realizar experiências práticas no laboratório. Evidentemente, aqui há algo que não funciona: os professores acreditam estar ensinando uma coisa, e os alunos aprendem outras muito diferentes.

Quais serão os “pecados” deste segundo cenário? Em primeiro lugar, a aula revela um olhar particular sobre o conhecimento científico: esse conhecimento está na realidade, e os alunos, em contato com ela, podem ter facilmente acesso a ele. Neste caso, o professor assume, ingenuamente e com certeza com boas intenções, que os alunos vão aprender sobre o conceito de solução ao preparar uma tinta com beterraba e água morna. Esta visão sobre a ciência e sua aprendizagem é conhecida como “modelo por descobrimento espontâneo” ou, em inglês, “discovery learning” (Bruner, 1961). Surge no auge das ideias construtivistas e como reação ao modelo de ensino tradicional que representamos no primeiro cenário. Mas ficam em evidência as respostas dos alunos e de pesquisas sobre programas baseados nesta metodologia (Mayer, 2004) de que o simples contato com os fenômenos não é suficiente para aprender ciência: é preciso fazer algo mais.

Um segundo problema desta aula tem a ver com o que se entende por “fazer ciência” na escola. À primeira vista, os alunos aprendem mais do que uma simples informação: manipulam materiais, trabalham no laboratório, preparam soluções... Entretanto, quais competências científicas pensam vocês que estão aprendendo? Certamente, quase nenhuma. O papel ativo dos alunos nesta aula não passa pelo intelectual, é um mero “fazer” físico. Quando falo em “fazer ciência”, por outro lado, me refiro a um fazer mental, relacionado com aprender a pensar cientificamente. Falaremos disso a seguir.

### A CIÊNCIA É UMA MOEDA

Se trabalhar no laboratório não é suficiente para que os alunos aprendam a pensar cientificamente, então o que é? Como poderíamos ter transformado a atividade anterior em uma oportunidade de aprendizagem genuína?

Responder a esta pergunta requer um passo prévio: ter claro o que é que estamos ensinando ou, em outras palavras, responder à pergunta “o que é essa coisa chamada ciência?” (Chalmers, 1988). Uma analogia que me parece muito útil é pensar a ciência como uma moeda. Qual é a característica mais notória de uma moeda? Acertaram: ter duas caras. O que representam as caras? Uma delas é a ciência como produto. Esta é a cara mais privilegiada na escola, e refere-se às Ciências Naturais como um conjunto de fatos, de explicações que os cientistas vieram construindo ao longo destes últimos séculos. O que são estes produtos? Sabemos, por exemplo, que o som necessita de um meio material para propagar-se. E que, ao longo da história da vida na Terra, os organismos foram sendo modificados. Sabemos, também, que as plantas fabricam seu alimento utilizando a energia do sol, e que esse processo é chamado fotossíntese. E a lista continua...

Ensinar Ciências como produto implica ensinar os conceitos da ciência. Vale afirmar que, longe de estarem isolados, os conceitos científicos se organizam em marcos que lhes dão sentido e coerência. As observações adquirem lógica à luz de explicações, e as explicações estão integradas em leis e teorias sempre mais abrangentes, que tentam dar conta de maneira cada vez mais generalizada de como funciona a natureza.

A segunda cara da moeda representa a ciência como processo. Em Ciências, o mais importante não é tanto aquilo que sabemos, mas o processo pelo qual chegamos a sabê-lo. Esta cara é a que menos se encontra na escola, e tem a ver com a maneira com que os cientistas geram conhecimento.

Como sabemos as coisas que sabemos? Como foram descobertas? Que evidências sustentam cada conhecimento? Como poderíamos averiguar se são certas? Voltando para os exemplos anteriores, sabemos que o som precisa de um meio material para se propagar porque, por exemplo, se pusermos algo que emite som de uma redoma, na qual foi feito vácuo em seu interior, não escutamos nada.

Ou que os seres vivos sofreram transformações porque existem fósseis que nos permitem reconstruir a história da vida sobre o planeta. Poderíamos averiguar se é certo que as plantas necessitam da luz do sol para produzir seu alimento provando o que acontece se as colocarmos em um lugar escuro.

Se pensarmos no ensino, esta segunda cara da ciência refere-se ao que chamamos de “competências”: aquelas ferramentas fundamentais que estão em conjunto com o pensamento científico. Estas competências têm a ver com o aspecto metodológico da ciência (Gellon et al, 2005), o que nos leva ao conhecido método científico que ainda é ensinado nas escolas. Entretanto,

pensar em um método único e rígido não somente é irreal, longe do modo com que os cientistas exploram os fenômenos da natureza, como também resulta pouco frutífero na hora de ensinar a pensar cientificamente (Furman e Zysman, 2001). Por quê? Porque o pensamento científico é um pensamento sistemático, mas, ao mesmo tempo, criativo, que requer olhar além do evidente.

Diversos autores concordam que, no lugar do método científico, se resulta mais valioso ensinar uma série de competências relacionadas com os procedimentos de investigação da ciência (Fumagalli, 1993; Harlen, 2000; Howe, 2002). Alguns exemplos de competências científicas são:

- Observar com um propósito (procurando padrões ou raridades);
- Descrever o que se observa;
- Comparar e classificar, com critérios próprios ou dados;
- Formular perguntas investigativas;
- Propor hipóteses e previsões;
- Planejar experimentos para responder a uma pergunta;
- Analisar resultados;
- Propor explicações para os resultados e elaborar modelos que se ajustem aos dados obtidos;
- Procurar e interpretar informações científicas de textos e outras fontes;
- Argumentar com base em evidências;
- Escrever textos no contexto das Ciências.

Até aqui dissemos que a primeira característica notória de uma moeda é que ela tem duas caras.

Qual é a segunda? Acertaram novamente: que essas caras são inseparáveis. Por que isso é importante? Justamente porque, se as duas caras da ciência são inseparáveis, ambas as dimensões têm que aparecer nas aulas de maneira integrada. Utilizar as experiências de laboratório para corroborar algo que os alunos aprenderam de modo puramente teórico, por exemplo, é separar as duas caras da ciência; ou, então, fazer atividades nas quais se aborde puramente o procedimento (as competências científicas) sem uma aprendizagem conceitual agregada. Ao dissociar estas duas caras, mostramos aos alunos uma imagem que não é fiel à natureza da ciência.

## **MÃOS VERSUS MENTE À OBRA: O ENSINO PELA INVESTIGAÇÃO**

No centro do modelo de ensino tradicional e no modelo por descobrimento espontâneo existe um terceiro modelo didático. Esse modelo, conhecido como ensino por investigação, baseia-se na integração de ambas as dimensões da ciência: a de produto e a de processo e na implementação do método investigativo na sala de aula.

Muitos países já adotaram (ao menos nos documentos) o ensino por investigação como modelo didático para a área de Ciências Naturais. Os padrões para a educação em Ciências dos Estados Unidos, por exemplo, são definidos da seguinte maneira:

A investigação escolar é uma atividade multifacetária que envolve realizar observações, propor perguntas, examinar livros e outras fontes de informação para ver o que se conhece a respeito, planejar pesquisas, rever o que se sabia em função de nova evidência experimental, usar ferramentas para compilar, analisar e interpretar dados, propor respostas, explicações e previsões e comunicar os resultados. A investigação requer a identificação de hipóteses, o uso do pensamento crítico e lógico e a consideração de explicações alternativas.

Na Argentina, os Núcleos de Aprendizagens Prioritários especificam diferentes situações de ensino emolduradas no modelo por indagação:

A escola oferecerá situações de ensino que promovam nos alunos e alunas [...] a atitude de curiosidade e o hábito de se fazer perguntas e antecipar respostas, [...] a realização de explorações sistemáticas orientadas pelo professor sobre os seres vivos, o ambiente, os materiais e as ações mecânicas em que mencionem detalhes observados, formulem comparações entre dois ou mais objetos, deem suas próprias explicações sobre um fenômeno, etc. [...] a realização e reiteração de singelas atividades experimentais para comparar seus resultados e inclusive confrontá-los com os de outros companheiros [...] a produção e compreensão de textos orais e escritos [...] a utilização destes saberes e habilidades na resolução de problemas cotidianos significativos para contribuir ao alcance de uma progressiva autonomia no plano pessoal e social.

O modelo por investigação parece ser um bom candidato na hora de fundamentar as bases do pensamento científico nos alunos do Ensino Fundamental. Isso porque põe o foco no ensino integrado de conceitos e de competências científicas. Dessa forma, tudo parece simples. Entretanto, do estado de situação que descrevi ao princípio, surge imediatamente uma pergunta: como levar este enfoque à prática? Construindo sobre o que já existe um argumento que quero sustentar aqui é que o ensino por investigação não implica começar tudo do zero. O que lhes proponho é justamente o contrário: construir sobre as atividades que os professores já vêm realizando e, mediante pequenas, porém estratégicas mudanças, transformá-las em oportunidades de aprender conceitos e competências científicas.

Uma pequena amostra disso foi a ideia de inverter a sequência da primeira aula sobre soluções. Partir de fenômenos conhecidos pelos alunos, como os da mesa do café da manhã e, com base neles, construir o conceito de solução, como uma mistura na qual não se podem distinguir os componentes. Aqui, o que fizemos foi respeitar a sequência fenômeno-ideia-terminologia tentando ser fiéis ao aspecto empírico da ciência, que fala da conexão entre as ideias científicas e os fenômenos que procuram explicar.

Depois, a professora poderia ensinar os alunos a classificar diferentes misturas que encontram em suas vidas cotidianas utilizando estas novas categorias (soluções versus misturas heterogêneas).

Mas voltemos para o segundo exemplo, o das tinturas de beterraba. Como transformá-lo em uma atividade de investigação? Nesta atividade, como em qualquer outra, deve-se primeiro identificar o que queremos ensinar. Ou, mais importante ainda, o que queremos que os alunos aprendam. Os educadores Grant Wiggins e Jay McTighe (2005) propõem uma série de perguntas como primeiro passo para desenhar qualquer atividade ou unidade didática cujo foco seja a compreensão dos alunos: “Quais são os saberes que quero que os alunos ‘levem’ desta Unidade? Quais aprendizagens duradouras quero que obtenham? De que coisas quero que se lembrem (e possam usar) dentro de muitos anos?”

Pensar no que queremos que os alunos aprendam significa, também, poder imaginar que evidências nos fariam perceber que os alunos aprenderam o que queríamos lhes ensinar. O que deveria ser capaz de dizer ou de fazer um aluno que aprendeu? E o que diria ou faria outro que não assimilou tais aprendizagens? Essas evidências são o que nos ajudará a orientar as atividades, monitorando o que e quanto os alunos estão compreendendo em cada etapa e avançando a partir disso. Colocar o foco na aprendizagem dos alunos nos obriga a pensar muito cuidadosamente em como lhes vamos ensinar. Essas aprendizagens serão sempre nosso roteiro, a luz no final do túnel que não devemos perder de vista.

Sendo fiéis ao modelo por investigação, identificar nossos objetivos de aprendizagem implica levar em consideração as duas dimensões da ciência – a de produto e a de processo –, traduzidas em conceitos e competências. Proponho-lhes alguns exemplos, também para o sexto ano:

## CONCEITOS

- Os solutos não se dissolvem da mesma maneira em todos os solventes: em alguns, dissolvem-se muito (possuem uma solubilidade alta), em outros, pouco (possuem uma solubilidade mais baixa), e em outros, nada (são insolúveis).

- A temperatura do solvente influencia na sua capacidade de dissolver um soluto (quanto mais quente for um solvente, mais é capaz de dissolver maior quantidade de soluto).

## COMPETÊNCIAS

- Elaborar um experimento para responder a uma pergunta.
- Registrar os resultados de um experimento e compará-los com os de outros companheiros.

- Interpretar os resultados do experimento: neste caso, comparar a solubilidade de um soluto em diferentes solventes, e em um mesmo solvente, a diferentes temperaturas.
- Explicar suas conclusões verbalmente.

Identificar as competências que queremos ensinar quando realizamos uma atividade com os alunos é fundamental para que as aulas práticas deixem de ser simplesmente momentos de colocar “mãos à obra” para se converterem em oportunidades de colocar as “mentes em ação”.

Em geral, é mais simples começar a identificar os conceitos que queremos ensinar e, a partir deles, começar a imaginar maneiras de ensiná-los e definir as competências. O importante, aqui, são duas coisas: que em todas as atividades sejam ensinadas competências científicas, e que, ao longo do ano (e da escola), haja oportunidades de ensinar as diferentes competências, avançando progressivamente das mais simples (como observar e descrever) às mais sofisticadas (como elaborar experimentos e argumentar).

Aqui vale uma elucidação muito importante: Por que falo de ensinar competências científicas? Justamente porque estas competências não se desenvolvem espontaneamente. É preciso aprendê-las. E, embora pareça uma verdade muito óbvia, para isso alguém tem que ensiná-las, destinando tempo e estratégias específicas. Insisto nisso porque esta é uma ideia muito pouco difundida nas escolas. Ensinar a observar, por exemplo, não resulta em colocar os alunos frente a um fenômeno e lhes pedir que “observem”, como se faz em muitas aulas, com resultados obviamente frustrantes para os alunos e para o professor. Ao contrário, requer que o professor oriente os alunos a colocar o foco em certos aspectos do fenômeno em questão (no caso das soluções, por exemplo, para notar se são distinguidas as “partes” ou fases dentro da mistura) e estimulá-los para que atentem no que têm de similar e no que se diferenciam. O mesmo acontece com todas as competências científicas: precisam ser ensinadas deliberadamente.

Uma vez que identifiquemos nossos objetivos, resta-nos planejar a aula. Pensar em como iniciar a discussão, em quando mostrar (ou em se mostrar ou não) um fenômeno real, em como organizar o trabalho dos alunos, quais tarefas pedir que realizem, em como moderar a discussão, o que dizer ou não e, muito importante, em como realizar o fechamento da aula.

Como exemplo, um terceiro cenário, adaptado da atividade das beterrabas, que responde ao modelo por investigação e aos objetivos de aprendizagem propostos. Trata-se de uma aula real de sexto ano:

## TERCEIRO CENÁRIO

No começo da aula, o professor conta aos alunos que vão fabricar tintura usando papel crepom e usá-la para tingir tecidos. Mas, que para isso, vão ter que elaborar um experimento para encontrar qual é o melhor solvente para preparar a tintura.

“Para que nos servirá este papel para tingir tecidos?”, pergunta o professor antes de começar o plano experimental. Os alunos concluem que há algo “colocado” no papel que lhe dá cor, que pode ser “tirado” para fabricar tinturas. E que, para isso, é preciso usar um líquido que o dissolva (um solvente). O professor conta que algo parecido pode ser feito usando as cores escondidas em algumas verduras, como a beterraba e que, assim, se fabricavam as tinturas antigamente.

O primeiro ponto a trabalhar é chegar a um acordo sobre o que significa dizer que uma tintura é melhor do que outra: como vão decidir qual solvente é o ganhador? Entre todos decidem que a melhor tintura será a mais escura. “O que significa ser a mais escura?” pergunta o professor. A conclusão do grupo é que a “escuridão” tem a ver com a quantidade de corante (o soluto) que tem a solução.

Os alunos trabalham em equipes, elaborando seus experimentos. O professor lhes entrega uma lista de materiais disponíveis, como tubos de ensaio, papel crepom e diferentes solventes: água morna, água fria, álcool e azeite. Cada grupo tem que apresentar seus planos experimentais antes de receber os materiais.

Depois de alguns minutos, é realizada a apresentação comum dos planos. Nela, discutem-se questões metodológicas. Os alunos estabelecem que manterão algumas condições constantes, como a quantidade de solvente e de papel crepom (que contém o soluto) em cada tubo de ensaio, e também a maneira de se extrair a cor do papel, porque, se não, a comparação não vale. E chegam a um mesmo plano experimental para todos os grupos.

Só então o professor distribui os materiais. Os alunos fazem o experimento, colocando pedacinhos de papel crepom nos diferentes solventes e comparando a intensidade da solução que se forma.

Os grupos apresentam seus resultados aos demais. Todos concordam que o melhor solvente é a água, ainda mais quando está morna. O azeite, por outro lado, não dissolve o corante, e o álcool, muito pouco. O professor retoma esta conclusão: “O corante não se dissolve da mesma forma em todos os solventes. Em alguns ele se dissolve mais, e se diz que neles há maior solubilidade” (escreve a palavra na lousa). Como vocês viram, a solubilidade do corante é maior na água do que no resto dos solventes”. “O que mais pode fazer com que um soluto se dissolva mais ou menos?”, pergunta ele, mostrando os tubos com água morna e água fria.

Os alunos respondem que quando o solvente está mais quente dissolve mais o soluto. O professor retoma essa ideia e a conecta com uma experiência cotidiana: “É verdade. A solubilidade de um soluto torna-se maior quando aumentamos a temperatura do solvente. Notaram alguma vez que quando o chocolate não dissolve no fundo da xícara, ao esquentarmos o leite, dissolvemos tudo?”. Também lhes conta que, embora a água dissolva muitas coisas, há outros solutos que se dissolvem melhor em determinados solventes como o azeite, por exemplo e a naftalina. E lhes diz que vão fazer a experiência na aula seguinte.

Como “sobremesa”, os alunos usam a fórmula ganhadora de água quente e papel crepom para fabricar tinturas de diferentes cores e, com elas, tingem seus tecidos. No final da aula, todos ficam fascinados. E pedem para repetir a experiência.

Este terceiro cenário nos mostra que é possível transformar uma atividade que era um mero jogo divertido em uma oportunidade de ensinar aos alunos não somente um conceito importante, como o de solubilidade, mas também competências científicas chave, como o planejamento experimental, a interpretação de resultados ou a apresentação comum de ideias. O que antes era uma simples “receita culinária” se converteu em uma oportunidade de aprendizagem na qual os alunos procuraram a maneira de responder a uma pergunta, discutiram as melhores formas de fazê-la, puseram em prática suas ideias, interpretaram seus resultados e trocaram experiências sobre o que tinham encontrado com outros alunos (Furman, 2007).

O mais interessante de tudo é que os alunos aprenderam conceitos e competências muito essenciais sem deixar de aproveitar a aula. Como esperado, os alunos foram embora muito contentes, pedindo para repetir a atividade. Porém, neste caso, o prazer não era somente por fazer uma atividade prática com tintas coloridas, mas também pela felicidade de encontrar, por eles mesmos, a resposta de um problema.

### **PERCORREMOS UM CAMINHO AO CAMINHAR**

Incentivar os alunos a fazerem atividades de indagação na sala de aula gera notícias boas, mas também muitos desafios. A primeira boa notícia é que não é preciso ter um laboratório (muito menos um sofisticado) para fazer atividades de indagação. Por um lado, a maior parte das experiências pode ser realizada com materiais caseiros e em sala de aula, que resulta em um espaço adequado para fazer a maioria das experiências. Por outro lado, a análise de experiências feitas por outros ou apresentadas em casos históricos, ou simplesmente experimentos mentais que convidam os alunos a imaginarem “o que aconteceria se...”, são oportunidades de ensinar conceitos e competências científicas sem necessidade de fazer experiências “de carne e osso”.

Vale esclarecer aqui que não estou endeusando os experimentos como o único (nem o melhor) recurso para o ensino. Embora seja importante colocar os alunos em contato com o mundo dos fenômenos, pensar que a sua simples exploração orientada seja suficiente para que os alunos aprendam um tema em profundidade revela um olhar ingênuo da ciência, em certo modo parecido com o do modelo pelo descobrimento espontâneo.

Os experimentos e as observações nos permitem construir algumas ideias a respeito dos fenômenos, mas deixam numerosas lacunas que precisam ser preenchidas e aprofundadas com informações que os experimentos sozinhos não são capazes de oferecer, mas que podem ser fornecidas por um professor, um texto ou um especialista. O desafio, aqui, é que os alunos consigam se apropriar ativamente dessa informação, por exemplo, analisando textos e procurando as evidências existentes por trás das afirmações; aprendendo a “fazer perguntas” ao texto ou a um especialista; comparando informações de diferentes fontes e explicando, com suas próprias palavras, o que compreenderam. Trata-se, em última instância, de propiciar a compreensão de informações novas e sua integração ao que já conhecem.

A segunda boa notícia é que não é tão difícil achar experiências práticas para abordar diferentes conceitos do currículo de Ciências. Elas estão por toda parte: em livros de texto ou de experimentos e em numerosos *sites* da *internet*. “Receitas culinárias”, felizmente, não faltam. O primeiro desafio é aprender a escolhê-las em razão dos conceitos-chave que queremos ensinar (e não usar uma atividade somente porque é atrativa). O segundo é transformá-las em oportunidades de investigação, incorporando momentos nos quais são ensinadas competências científicas. O terceiro, o mais complexo de todos, é poder organizar as experiências em propostas coerentes de ensino para todos os temas do ano e que não sejam só “boas aulas” isoladas.

A terceira boa notícia é que é possível avançar para o ensino por investigação aos poucos, introduzindo algumas melhoras no marco do que já foi feito em anos anteriores. Em outras palavras, na investigação, como em quase tudo, percorremos um caminho ao caminhar... No primeiro ano, poderão ser introduzidas só algumas poucas inovações por unidade temática. E, no ano seguinte, outras mais. Paulatinamente, a confiança e a familiaridade com esse tipo de trabalho tornará mais simples a inclusão de novas atividades, com o olhar colocado não em atividades soltas, mas em uma abordagem geral para o ensino.

Quero terminar este texto com uma ideia importante: a investigação bem entendida começa em casa. Dar os primeiros passos neste tipo de ensino requer, em primeiro lugar, que nós mesmos nos animemos a bisbilhotar e a pensar, com a mente fresca, por que as coisas acontecem de determinadas maneiras. Essa é a atitude que queremos transmitir aos alunos e, para isso, será preciso que nossas ações sejam coerentes com ela. Por exemplo, será necessário testar as experiências antes de fazê-las com os

alunos e antecipar as perguntas que poderão surgir em relação a elas, que coisas são mais atrativas para se observar, ou como poderíamos perceber o que acontece. Essa é, também, uma maneira de estarmos seguros na hora de trabalhar, minimizando imprevistos.

Finalmente, a capacidade de moderar as discussões que surgirem com os alunos terá muito a ver com quão cómodos nos sentimos com o tema que estamos ensinando. Aqui não há muitos segredos para que as coisas saiam bem. Como nas profissões de advogado, médico e tantas outras, a profissão de professor requer formação contínua. Em outras palavras, é preciso estudar, aprofundando e atualizando aqueles conceitos nos quais necessitemos de reforços. Sem conhecer bem os temas, as atividades de investigação podem resultar em uma experiência frustrante, isso porque muitas perguntas são lançadas pelos alunos. Mas o esforço é recompensado quando vemos que eles saem de nossas aulas com vontade de saber mais e felizes por terem pensado por si mesmos. Aí, sim, poderemos também ir para casa com a satisfação proveniente de um trabalho cumprido e com um sorriso de orelha a orelha.

FURMAN, MELINA. *O ensino de ciências no ensino fundamental: colocando as pedras fundacionais do pensamento científico*. Disponível em: < [cms.sangari.com/midias/2/28.pdf](http://cms.sangari.com/midias/2/28.pdf) >. Acesso em: 13 fev. de 2012.

## CONCLUSÃO

A leitura do texto permite concluir que os professores de Ciências podem desempenhar um papel significativo quando estimulam seus alunos, curiosos por natureza, a enxergarem mais longe. Essa curiosidade pode servir de base para estabelecer o pensamento científico, ou seja, um pensamento sistemático e mais autônomo. Entretanto, sabe-se que o ensino de Ciências que é desenvolvido nas salas de aula pouco contribui na formação das bases do pensamento científico. A introdução do modelo didático – ensino por investigação – poderia mudar esse cenário. Nesse modelo de ensino, os alunos seriam estimulados a integrar as duas dimensões da ciência: a de produto e a de processo através de situações didáticas tais como: observações, proposições de perguntas e respostas, pesquisas em diversas fontes, análise de dados e comunicação dos resultados.



## RESUMO

Através de aulas fictícias de Ciências, a autora revela como essas aulas estão longe de contribuir efetivamente para a formação das bases do pensamento científico dos alunos. Para que haja uma mudança nesse cenário, a autora considera importante que a curiosidade dos alunos seja estimulada e acredita que os mesmos devem ter contato com as duas faces da ciência: a ciência produto (conjunto de fatos, fenômenos e conhecimentos existentes sobre as coisas) e a ciência, como processo, ou seja, como os cientistas chegaram a esses conhecimentos. Uma solução para essa problemática seria a introdução do modelo didático de ensino por investigação. Nesse modelo, a partir da curiosidade do aluno, o mesmo será estimulado a perguntar, formular hipóteses, respostas, fazer comparações, pequenos experimentos, produzir e interpretar textos, contribuindo, possivelmente para sua autonomia pessoal e social.



## ATIVIDADES

1. A autora do texto acrescenta que a ciência se comporta como uma moeda. O que ela quis dizer com isso?
2. Quais as características principais do modelo de ensino por investigação?

## COMENTÁRIOS SOBRE AS ATIVIDADES

A atividade permite que o aluno fundamente as suas ideias sobre o ensino de Ciências por investigação.



## AUTO-AVALIAÇÃO

Quais as características do ensino de Ciências por investigação?



### PRÓXIMA AULA

Na próxima aula iremos discutir sobre a importância de uma projeto político pedagógico emancipador.

### REFERÊNCIAS

- BRUNER, J. The act of discovery. *Harvard Educational Review*, 31(1): 1961. p. 21–32.
- CHALMERS, A. **¿Qué es esa cosa llamada ciencia?** Madrid: Siglo XXI, 1989.
- DUCKWORTH, E. **Cómo tener ideas maravillosas y otros ensayos sobre cómo enseñar y aprender.** Madrid: Visor, 1994.
- FUMAGALLI, L. **El Desafío de Enseñar Ciencias Naturales.** Buenos Aires: Troquel, 1993.
- FURMAN, M. **Haciendo ciencia en la escuela primaria: Mucho más que recetas de cocina.** *Revista 12ntes*, 15: 2007. p. 2-3.
- FURMAN, M.; PODESTÁ, M. E. **La aventura de enseñar ciencias naturales.** Buenos Aires: Aique, 2008.
- FURMAN M.; Zysman, A. **Ciencias Naturales: Aprender a investigar en la escuela.** Buenos Aires: Novedades Educativas, 2001.
- GELLON, G.; ROSSENVASSER FEHER, E; FURMAN, M. y GOLOMBEK, D. **La Ciencia en el aula: Lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla.** Paidós, Buenos Aires: Paidós, 2005
- HARLEN, W. **The Teaching of Science in Primary Schools.** Londres: David Fulton Publishers, 2000.
- HOWE, A. **Engaging Children in Science.** New Jersey: Prentice Hall, 2002.
- MAYER, R. Should There Be a Three-Strikes Rule Against Pure Discovery Learning? **American Psychologist**, 59(1): 2004. p. 14-19.
- MECyT de la Nación. **Núcleos de Aprendizajes Prioritarios (NAPs) 1º y 2º Ciclo de EGB.** Buenos Aires, 2005.
- National Research Council. **Science Education Standards.** 2001.
- PORLÁN, R. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje de las ciencias por investigación. In: **Enseñar ciencias naturales.** Reflexiones y propuestas didácticas. KAUFMANN, M. FUMAGALLI (Org). Buenos Aires: Paidós, 1999.
- RUTHERFORD, F.; AHLGREN, A. **Science for All Americans.** American Association for the Advancement of Science (AAAS). New York: Oxford University Press, 1990.
- WIGGINS, G.; MCTIGHE, J. **Understanding by Design.** Association for Supervision and Curriculum.