

AS METÁFORAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS: OBSTÁCULO?

Maria Aparecida de Souza Perrelli

1. INTRODUÇÃO

O pensamento de Bachelard tem, no desdobramento da noção de obstáculo epistemológico, uma grande contribuição no campo pedagógico na atualidade. Destacam-se especialmente as pesquisas que levam em conta a sua nova proposta de ver a história da evolução do pensamento científico: a *história recorrente*, que busca encontrar os obstáculos epistemológicos que possam ser identificados como causas de estagnação ou regressão do progresso da ciência.

Nesta perspectiva, avança, no campo pedagógico, uma melhor compreensão das “concepções alternativas”, procurando identificar obstáculos presentes tanto na história do pensamento científico quanto nas concepções que os alunos têm a respeito de determinados fenômenos. Em outras palavras, pesquisadores da área do ensino (de ciências naturais e matemática, especialmente) têm buscado identificar, *no ato* do conhecimento, aquilo que tem impedido o homem de conhecer mais e melhor.

Em *La Formation de l'esprit scientifique*¹, Bachelard apresenta uma lista de formas de raciocínio (para ele pré ou não-científicos) que constituem diversos obstáculos epistemológicos: animismo, antropomorfismo, finalismo, realismo, substancialismo, artificialismo, a libido, a experiência primeira (a experiência sensível não questionada), as imagens, analogias e metáforas, dentre outros.

Tais obstáculos têm sugerido grande implicação pedagógica. Admite-se que rastreá-los na história permitiria identificar formas de pensar semelhantes nos estudantes, o que muda radicalmente o estatuto do *erro* tão punido em nossa escola tradicional. Muitos desses obstáculos são constituintes do pensamento infantil, conforme indicam pesquisas na área da psicologia, assim como estão presentes na história do pensamento científico da humanidade. São eles, em última análise, importantes desencadeadores dos *erros* deste pensamento.

Dentre os obstáculos epistemológicos identificados por Bachelard, visto neste trabalho as *metáforas*, pois, tradicionalmente estudadas do ponto de vista estritamente lingüístico, passam, na atualidade, a merecer especial atenção de outras áreas do conhecimento, o que abre possibilidade de revisitar a posição bachelardiana.

Não se pode deixar de reconhecer que as metáforas estão fortemente presentes nas mais diversas atividades: na

¹ Esta obra é de 1938, sem tradução para o português. Nela, Bachelard explora amplamente a noção de obstáculo epistemológico. Trechos escolhidos desta e de outras de suas obras estão compilados por Dominique Lecourt (1983), que será diversas vezes referido neste trabalho.

pesquisa científica, no discurso oficial da ciência, na prática docente. Nas formas de expressão oral ou escrita, elas são de tal maneira constantes, que se passa a admitir que, ao invés de danosas, seriam as metáforas algo como uma atividade essencial. Quando o objetivo é compreender, fazer-se compreender e comunicar algo, pode-se constatar o enorme sucesso na utilização da atividade metafórica. Este é um fato que não deve ser desconsiderado ao se fazer a leitura de Bachelard.

Embora não se conheça muito como essa atividade se processa ao nível do pensamento, algumas pesquisas apontam para o valor das metáforas como instrumento heurístico na construção dos conceitos científicos. Contudo, elaborar novas e boas metáforas não é uma tarefa fácil. Aristóteles dizia que isto é mesmo um trabalho de “gênios”.

Se, por um lado, pode-se reconhecer essa dificuldade no âmbito do ensino de ciências naturais -até porque ainda são tímidos os debates sobre o assunto nesta área- não podemos ignorar as metáforas “congeladas” e oficializadas pelo discurso da comunidade científica, presentes nos conteúdos escolares. “Reativá-las” pode ser um bom instrumento de educação científica. Isto significa dizer que, ao invés de se trabalhar *contra*, pode-se educar *através* das Metáforas.

Pretendo, neste artigo, clarear um pouco mais o conceito de metáfora que, diga-se de antemão, está longe do consenso nos meios especializados. Com base em teóricos que reconhecem aspectos positivos da atividade metafórica, revisito Bachelard e a sua posição de categorizá-la como obstáculo epistemológico.

2. METÁFORAS: ALGUMAS ELUCIDAÇÕES

A metáfora é, atualmente um conceito altamente controverso e polêmico. Há um bom tempo não podemos nos acomodar às definições encontradas, mesmo nos melhores dicionários. De Aristóteles até os nossos dias, muita coisa mudou. De fenômeno estritamente lingüístico, a metáfora passa, hoje, a ocupar lugar nas discussões nos campos filosófico, psicológico, científico, entre outros. De “figura de linguagem”, ornamento de discurso, destacam-se atualmente as discussões em torno do papel que elas representam na própria compreensão humana. Da pouca respeitabilidade fora do campo da retórica, adquire a metáfora, hoje, uma grande importância em vários campos do conhecimento.

Hobbes, no *Leviathan*, condenava-as como expressões que funcionavam para enganar a outros. Locke, em seu *Essay*, acusa-as de artifícios embusteiros, indutores de erro. Para os filósofos positivistas, as metáforas são percebidas como algo secundário, frívolo e perigoso, dada a sua polissemia, ambigüidade e subjetividade nocivas ao ideal de neutralidade e objetividade da ciência. A elas era negada toda e qualquer possibilidade de conter ou transmitir conhecimento já que não possuíam nenhum significado real ou conexão direta com os fatos (Man, 1992).

Todavia, o que hoje se verifica, é que está se tornando cada vez mais comum entender aquilo que, no passado, era considerado como “defeito”, como as grandes “virtudes” da metáfora.

Paul Ricoeur, em *A Metáfora Viva* (1983), busca enquadrar a metáfora numa teoria mais geral da linguagem e da significação. Neste sentido, preserva a definição de Aristóteles em a *Poética*, segundo a qual a

“... metáfora é a transposição a uma coisa de um nome que designa uma outra, transporte quer do gênero à espécie, quer da espécie ao gênero, quer da espécie à espécie ou segundo a relação de analogia”.

A definição de Aristóteles é assumida por Ricoeur, desde que não se entenda a metáfora como simples substituição de palavras, visto que o termo aristotélico “*lexis*” designa toda gama discursiva e, portanto, portadora de significações. O que parece, então, estar em jogo, não é a palavra, e sim o sentido.

Segundo, ainda, Ricoeur (1983), o que orienta e produz a metáfora é a “semelhança”. (Bem metaforizar, dizia Aristóteles, é se aperceber da semelhança). Se entendermos a metáfora como transposição de significados, pode-se dizer que criar **proximidade inédita** entre duas idéias pela metáfora é aperceber e fazer ver uma semelhança semântica.

Neste sentido, aperceber-se da semelhança é **ver o mesmo na diferença**, ou seja, a semelhança é apercebida a despeito da diferença e, mais ainda, garantindo essa diferença. Assim, a semelhança residiria na tensão entre identidade e diferença, numa relação dialética entre o suplantar e o preservar.

Obras de Max Black, em especial *Models and Metaphors* (1962), muito contribuíram para a teoria desen-

volvida por Ricoeur, quanto ao potencial cognitivo das metáforas. Black postula um parentesco entre **modelo** e metáfora. Para ele, a metáfora está para a linguagem poética, assim como o modelo para a linguagem científica, no que se refere à sua relação com o real. Modelos heurísticos científicos são ficções que têm a pretensão de ser um meio para redescrever a realidade. Neles, a lógica não é a da prova, e sim a da descoberta. Esta não é igual a “invenção”, mas está ligada a um processo cognitivo.

Desta forma, assim como nos modelos, a metáfora suprime certos pormenores e acentua outros. Ela seleciona, enfatiza e, deste modo, estabelece uma nova organização do conhecimento, convocando similaridades novas e surpreendentes, através de um tipo de “lente ou gelosia”, com o que observamos os fenômenos relevantes (Black, apud Ricoeur, 1992)².

Tanto para Ricoeur como para Black, o caráter de ficção é mais afeito à atividade metafórica do que o caráter de “imagem mental”. Esta teria um aspecto reprodutivo, muito diferente do papel produtivo e projetivo da ficção.

O potencial de efeitos desencadeados pela atividade metafórica depende, necessariamente, da comunidade interpretativa. Neste sentido, uma expressão “literal” para uma comunidade seria “metafórica” para outra. E, mais ainda, só é capaz de interpretar corretamente uma metáfora aquela

² Há visões radicalmente opostas quanto a essas “virtudes” da metáfora. Veja, por exemplo, Donald Davidson, em “O que as metáforas significam”. Este texto faz parte de uma coletânea organizada por Sheldon Sacks, sob o título “Da Metáfora”, editado pela EDUC. SP. Neste mesmo livro, há uma resposta de Max Black às considerações de Davidson.

comunidade para a qual ela foi criada. Como acentua Ricoeur, a metáfora “é um erro calculado”.

3. METÁFORAS NA CIÊNCIA

A ciência tem se servido de metáforas como “acesso epistêmico”³ nas chamadas descobertas científicas, bem como na formulação e transmissão de novas teorias.

Não é difícil encontrar na história da ciência o quanto elas estão presentes. A teoria atômica, a teoria molecular dos gases, a estrutura do DNA, o comportamento dos animais sociais são apenas alguns exemplos, entre muitos, cujos conceitos envolvem termos presentes na linguagem cotidiana. A história nos mostra, por vezes, o quanto os cientistas se utilizaram da atividade metafórica para a formulação de teorias, descrição de fenômenos, elaboração de modelos teóricos e conceitos. Uma rápida passagem pelos nomes empregados nas diversas áreas das ciências naturais pode nos dar a dimensão da probabilidade do uso da atividade metafórica na construção de conceitos científicos. Termos como *onda*, *corpúsculo*, *sociedade*, *circulação*, *glóbulo*, *esponja*, *germinação*, *coluna*, *feixes*, *óvulo* são alguns exemplos dentre a infinidade de expressões que pressupõem significados específicos, que têm ampla referência metafórica.

Certas metáforas encontram-se de tal forma assimi-

³ Essa expressão é de Richard Boyd. Embora ele também admita que as metáforas desempenham um papel importante no fazer científico e também na atividade pedagógica que pretende comunicá-los, utilizarei esta expressão sem um compromisso estrito com sua teoria.

ladas pelo discurso cotidiano, que perderam a capacidade de provocar surpresa. A essas metáforas “inexpressivas” estou denominando “metáforas congeladas”. Quem se lembra, por exemplo, de que álcool era chamado “espírito” (pela volatilidade)? Entretanto, ainda existem as “espiritais” em nosso meio, e os bares anunciam “spirits” na Inglaterra...

A relação entre a metáfora e o momento histórico de sua produção -isto é, o momento de sua referência- foi discutida também por Kuhn. Segundo ele, as ligações estabelecidas entre a linguagem científica e o mundo não são dadas de uma vez para sempre. A mudança de uma teoria é acompanhada por uma mudança em metáforas relevantes e nas redes de similaridades que evocam. Por exemplo, *planeta* antes de Copérnico, não incluía a Terra. A acomodação da metáfora também à Terra veio em decorrência de toda uma mudança de teoria científica (Kuhn, 1980).

Podemos dizer, por exemplo, que o termo *esponja*, na zoologia de hoje, não teve esta mesma conotação quando inicialmente designara estes mesmos seres. Pode-se notar, também, na atualidade, metáforas da informática ganhando espaço na biologia, por exemplo. Expressões como “programas”, “redes de conexões”, são acatadas sem resistência pela biologia, da mesma forma que termos biológicos típicos, como “cérebro”, são tranqüilamente empregados na linguagem da computação.

Assimiladas pela comunidade científica, na época correspondente à sua criação, as metáforas vão gradativamente perdendo o seu caráter de surpresa, que faz chamar à tona as redes de similaridades. Assim sendo, ao serem

introduzidas numa nova geração, suas referências necessitam ser restabelecidas, pois estas podem ter se modificado no curso da história, o que impediria a articulação das referências originalmente evocadas com os novos padrões referenciais (Kuhn, 1980).

Quanto a este ponto, Bachelard tem preocupações semelhantes. Ele nos alerta para que estejamos sempre atentos à evolução da linguagem da ciência. Muitas vezes nos enganamos se apostamos numa continuidade entre as imagens e as palavras da ciência. Sem a devida atenção para com a história, corremos o risco de interpretações errôneas. A linguagem da ciência: *"... é sempre corrigida, completada, matizada [...] ela está em permanente estado de revolução semântica"* (Bachelard, 1983 : 177).

Bachelard faz um esforço neste sentido ao esmiuçar, por exemplo, o que suscita ou nos faz imaginar os termos "esponja" e "corpúsculo"⁴. Com o objetivo de demonstrar como a ciência foi construída sobre "um conjunto de imagens grosseiras e errôneas" ou como as "armadilhas da lin-

⁴ Em "A formação do espírito científico", cujos trechos escolhidos estão compilados na obra já diversas vezes citada neste texto (Bachelard, 1983), pode-se verificar como Bachelard associa sempre a imagem ao empirismo ingênuo. O aparato metafórico apresentaria uma evidência clara, a tal ponto que dispensaria explicação. Mas, quando se propõe explicar o que desencadeia esse aparato (para ele, a associação de uma palavra concreta a uma abstrata), percebe-se que aquilo que parecia tão claro pode ser, na verdade, muito mais confuso e complicado. Assim, por exemplo, a palavra "esponja" é usada para exprimir fenômenos tais como o ar, a matéria em relação ao fluido elétrico, o mataborrão, o vidro, etc. A "esponja" se tornara uma categoria empírica, que impediria ver esses fenômenos de outro modo.

guagem” provocam falsas noções e como o “acúmulo de imagens” que uma expressão evoca pode desmentir a razão e criar “obstáculo à vista abstrata e nítida dos problemas reais” Bachelard aponta para a necessidade de nos desligarmos das imagens primitivas para chegarmos ao conhecimento ou abstração coerente (Bachelard, 1983).

Na verdade, a questão da linguagem metafórica estaria enraizada menos no fato dela não pertencer originalmente à linguagem científica e mais no processo empírico do qual ela deriva. Em outras palavras, uma expressão como “esponja” tem atributos categoriais que a experiência sensível nos deu. Usada como instrumento de compreensão de um fenômeno, pode provocar idéias errôneas a respeito deste. Sendo assim, o pensamento construído sobre essas impressões ou imagens primeiras fica impedido de realmente conhecer. Essas noções-obstáculos seriam, portanto, nocivas à ciência. É esta uma grande preocupação para Bachelard: a de que se “*crie no próprio espírito o obstáculo [a permanência no plano do sensível determinada pelas metáforas] à sua emancipação*” (id. p.147).

4. RELATIVIZANDO A PROBLEMÁTICA - POR UMA REABILITAÇÃO DA ATIVIDADE METAFÓRICA

Além de Ricoeur, Black e Kuhn, algumas outras abordagens podem ser estabelecidas em defesa da atividade metafórica. Ortony (1980), em *Metaphor & Thought*, compila vários trabalhos que envolvem pontos de vista nesta direção nos campos sociológico, filosófico, científico,

educacional e lingüístico. Tversky e Kahneman (apud Pozo et alii, 1990) ressaltam que as pessoas não usam regras rigorosas para raciocinar. Ao contrário, usam um processo aproximativo, mais intuitivo, que lhes permitem alcançar raciocínios mais complexos. Um desses processos é o da “semelhança”, segundo o qual tendemos a buscar, para o novo, explicações em algo que pensamos conhecer. Nessa medida, as explicações utilizando a ativação de modelos metafóricos e analógicos podem ser evidenciadas nas mais variadas situações.

Nesta vertente, a proposta defendida por Lakoff & Johnson (1980) é a de que nosso sistema ordinário, em termos do qual pensamos e orientamos nossas ações, é metafórico por natureza. A atividade metafórica pré-existe a expressão lingüística, o que significa dizer que só construímos metáforas porque há metáforas no nosso sistema conceitual. O pensamento humano é amplamente metafórico. Visto deste modo, a metáfora é entendida não só como um instrumento de clarificação do conhecimento, mas também de sua constituição.

Do ponto de vista piagetiano, mesmo no pensamento lógico, abstrato, recorreremos freqüentemente a imagens familiares, concretas, como forma de aproximação do conhecimento mais complexo. Isto não significa dizer que nos religamos ao estágio pré-científico. O que é fundamental é que temos condições de proceder essa atividade conscientemente. Vale dizer que os tipos e o grau de consciência quanto à atividade metafórica diferem nos adultos e crianças.

Isto nos leva a uma reflexão quanto às dificuldades

de se trabalhar em sala de aula com as metáforas como instrumento heurístico. As metáforas construídas pelo professor podem ser compreendidas de forma diferente pelos alunos, devido ao diferente nível de vivências sociais e desenvolvimento cognitivo, o que impediria a ressonância indispensável para que a atividade metafórica seja desencadeada.

Bem metaforizar exige cuidados, assim como os exigem a elaboração de modelos. Não há receitas. Os estudos mais sistematizados, no âmbito do ensino das ciências, estão apenas começando, uma vez que, como já foi dito, por séculos as metáforas ficaram confinadas a especialistas do campo da linguagem.

Não se pode dizer, entretanto, que a atividade científica não tenha delas se beneficiado bem mais do que, ao que parece, quer crer Bachelard. Ademais, desencadear a atividade metafórica em nosso pensamento seria algo mais além de um empirismo ingênuo. Se pensarmos como Lakoff, acataríamos a idéia da atividade metafórica como constituinte de nossas próprias ações e, desta forma, seria baconiano demais pretendermos nos despir dessa forma de pensamento.

5. METÁFORAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UM EXEMPLO DE (DE) FORMAÇÃO

Tomemos como exemplo um texto didático que a maioria de nós conheceu em alguma fase de nossa vida escolar: a organização social das abelhas, na qual aparece a delimitação dos trabalhos desempenhados pelos indivíduos -rainha, operárias,

zangões- visando a sobrevivência da colméia.

Podemos identificar de forma expressiva a linguagem do cotidiano em comum com a da comunidade científica, mas, certamente, em descontinuidade quanto aos significados que ambos lhe conferem. Em sala de aula, essas expressões evocam significados que podem não corresponder ao conceito de “sociedade” que queremos construir. É também distinta das expressões cotidianas “operário” e “rainha” a categorização dos indivíduos que compõem a organização social da colmeia, do ponto de vista da ciência.

Seria possível trabalhar, em sala de aula, *através* dessas metáforas, numa perspectiva de educação científica? Acredito que sim. Talvez um bom recurso fosse o da história.

Vejamos algo sobre construção do conceito de sociedade monárquica das abelhas. Há registros da forma de organização social desses animais desde a Grécia antiga. Aristóteles e Plínio afirmavam que a “abelha-chefe” era um macho e esta visão permaneceu até o séc. XVIII. Foi desconcertante perceber que a fêmea era o “chefe”. As virtudes políticas desses insetos ganharam popularidade sem igual no período Stuart na Inglaterra e, nesta época, essa e outras formas de organização social de animais na natureza foram sistematicamente usadas como forma de refutar ideais igualitários, enaltecer as virtudes do trabalho árduo, a diligência e os privilégios dos cargos mais elevados. Embora houvesse aqueles que condenavam interpretações desse tipo (Hobbes, por exemplo), não é difícil verificar que mesmo em tempos mais recentes algo semelhante continua acontecendo. Contemporâneos de Adam Smith não tinham dificuldades de perceber na natureza alguns fenômenos por

eles estudados: a divisão do trabalho, a aversão ao desperdício, etc. A Sociobiologia, no século XX, tenta, mais uma vez, justificar que o conhecimento das leis sociais que governam os animais pode ser indicativo de como podemos conhecer a natureza social do homem.

Remetida à história, em sala de aula, a metáfora da sociedade das abelhas pode levar a compreender a atividade científica numa perspectiva internalista e externalista. Poderíamos discutir, por exemplo, algumas questões como: a) por que resistiu por tanto tempo a abelha macho como chefe? b) por que a figura de um chefe é sempre procurada nos animais não solitários? c) qual o interesse oculto nessa visão? Estas e outras questões podem ser levantadas, à luz da história, a fim de transformar as metáforas, já constitutivas do discurso científico, em aliadas da atividade pedagógica. Como defende Kuhn, elas só podem ser entendidas criticamente se revestidas de historicidade.

Isso nos leva a ressaltar o conceito de *obstáculo pedagógico* de Bachelard, retomado por Brousseau (1989), de forma mais estrita, como aqueles obstáculos resultantes de ações didáticas deficientes. Ora, metáforas (des) informativas, como a citada, poderiam funcionar de forma a reverter esse processo, via ações didáticas fundamentadas na história, na noção de currículo oculto. Educaríamos através delas, apresentando a não neutralidade da ciência, os obstáculos que impedem a sua evolução, em suma, a própria metáfora em funcionamento na construção dos conceitos científicos.

A visão bachelardiana, que inclui as metáforas na categoria de obstáculos epistemológicos, poderia, em sala de aula, ser relativizada. Certamente que elas podem conter

obstáculos em sua elaboração, e não é difícil perceber, no exemplo discutido, o antropomorfismo, o animismo, o comprometimento ideológico. Poderíamos pensar nas metáforas não como obstáculos epistemológicos em si mesmas. Procuraríamos, talvez, estar alertas aos obstáculos existentes em seu processo de elaboração. Discuti-los, mostrar a ciência histórica, viva, como atividade humana, que influencia a sociedade e é por ela influenciada, que possui linguagem e significados próprios, mesmo que se assemelhe ao linguajar cotidiano, é função do professor.

Se abraçamos a idéia de que nossos alunos são sujeitos que constroem ativamente significados e que a interiorização da cultura científica ocorre numa interação dialética entre conceitos primitivos e científicos, as objeções de Bachelard às metáforas -como impeditivas do desligamento do senso comum- poderiam, no mínimo, ser relativizadas. Com certeza, melhores respostas para a pergunta "como as metáforas funcionam" ainda estão por vir de pesquisas que levem em conta os planos simbólico, da imagem, da cognição, da linguagem, do pensamento...

BIBLIOGRAFIA

BACHELARD, G. *O racionalismo aplicado*. Rio de Janeiro : Zahar, 1977

_____. Epistemologia. In: LECOURT, Dominique (org.) *Trechos escolhidos*. Rio de Janeiro : Zahar, 1983.

BEDNARZ, N. et GARNIER, C. (dir) *Construction des*

savoirs, obstacles & conflits. Montréal : Editions Agence d'Arc inc., 1989

BLACK, M. More about metaphor. In: ORTONY, A. (ed). *Metaphor & thought*. Cambridge, London : Cambridge University Press, 1980.

_____. Como as metáforas funcionam: uma resposta a Donald Davidson. In: SACKS, S. (org) *Da Metáfora*. São Paulo : EDUC/Pontes, 1992. p. 183-193.

BROUSSEAU, G. Les obstacles épistemologiques et la didactique des mathématiques. In: BEDNARZ, N. et GARNIER, C. (dir) *Construction des savoirs, obstacles et conflits*. Montreal : Editions Agence d'Arc inc, p. 277-285, 1989.

GIORDAN, A. et VECCHI , G. *Los origenes del saber*. Sevilla : Diada editora, 1988.

KUHN, T. Metaphor in Science. In: ORTONY, A. (ed) *Metaphor & thought*. Cambridge, London : Cambridge University Press, 1980.

LAKOFF G. & JONHSON, M. *Metaphors we live by*. London : Un. Chicago Press, 1980.

MAN, P. A epistemologia da metáfora. In: SACKS, S. (org) *Da Metáfora*. São Paulo : EUDC/Pontes, 1992. p. 19-34.

OLIVEIRA, M. A linguagem metafórica na formação inicial dos professores de ciências. *Aprender*. Lisboa, n. 14. 1991. p. 34-38.

ORTONY, A. (ed) *Metaphor & thought*. Cambridge,

London : Cambridge University Press, 1980.

POZO, G. et al. Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. *Enseñanza de las Ciencias*. 9 (1), 1991. p. 83-94.

RICOEUR, P. *A metáfora viva*. Porto, Portugal : RÉSEditora, 1983.

_____. O processo metafórico como cognição, imaginação e sentimento. In: SACKS, S. (org). *Da metáfora*. São Paulo : EDUC/Pontes, 1992. p. 145-160.