

# Textos LAPEQ

Número 11 - Junho 2003

TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA  
A COMBUSTÃO

*Marcelo Giordan*

Universidade de São Paulo  
Faculdade de Educação

Laboratório de Pesquisa  
em Ensino de Química e  
Telemática Educacional

## **Transformação Química – A Combustão**

### **Tecnologia: técnica de comportamento humano**

Iremos estudar um dos fenômenos mais importantes da natureza, cujo entendimento e controle desafiam a humanidade desde longa data: o fogo. Acredita-se que muito antes do Homo sapiens ter surgido, esse fenômeno já se constituía em fonte de fascínio e disputa entre outros gêneros humanos. Uma excelente produção cinematográfica francesa, A Guerra do Fogo (1981, de Jean-Jacques Annaud), narra a história das relações de um clã com o fogo e pode servir como contexto para o entendimento de quanto essa tecnologia é essencial à vida humana.

Como tecnologia de transformação da matéria, o fogo é muito provavelmente o primeiro recurso incorporado ao cotidiano da nossa espécie, servindo de meio de defesa, aquecimento, cozimento, iluminação etc. Como mecanismo de defesa, o fogo pode ter contribuído para fixar o homem no chão, que poderia assim deixar as árvores como refúgio noturno ou quando da eminência de algum ataque. O fogo serve também como fonte de aquecimento e iluminação de ambientes, tornando-os mais agradáveis nos períodos de inverno e permitindo o desenvolvimento de hábitos noturnos dependentes da visão. Mas, a capacidade de cozer alimentos talvez tenha sido a experiência de controle refinada de processos que associou-se mais decisivamente a outros processos sócio-culturais de alto valor para a organização da humanidade.

A diversidade de relações estabelecidas pelos coletivos com essa tecnologia em particular é um bom exemplo dos antagonismos inerentes aos processos desencadeados pela tentativa da humanidade de dominar os fenômenos naturais e subjulgá-los aos padrões sócio-culturais construídos. O desenvolvimento de técnicas para acessar e controlar fenômenos é tradicionalmente reconhecido como fator de progresso científico e de acúmulo de conhecimento e guarda estreitas aproximações com as normas sociais, como por exemplo a utilização de fogões à gás nas residências como meio de processar alimentos, ou o uso de caldeiras para a fundição de metais. Antes de examinarmos mais de perto as características do fogo, é preciso observar a estreita correlação entre os desenvolvimentos de técnicas, e nesse sentido do conhecimento científico, e as mudanças de comportamento humano. Nessa medida, a tecnologia do fogo, e de alguma maneira o conhecimento científico a ela atrelado, deve ser reconhecida como um fenômeno sócio-culturalmente condicionado, o que impede a desconsideração de fatores históricos e culturais quando se deseja aprofundar o seu entendimento pelo sujeito ou grupo social.

### **Observando a chama: o lado oculto da luz**

Vamos iniciar um procedimento de sistematização para a observação da chama de velas, procurando nos concentrar inicialmente nos detalhes que já conhecemos e paulatinamente nos afastarmos do senso comum que nos identifica com o fenômeno. Para tanto, caminharemos da

"observação livre" até uma "observação dirigida" (livre ou dirigida pelos objetivos do conhecimento científico), procurando evidenciar algumas estratégias de ensino próprias da área de ciências naturais.

Daqui por diante, tenha sempre em mente:

**É necessário o máximo de atenção durante as etapas de experimentação que se seguem, prendendo cabelo, livrando peças de roupas do campo de ação da chama. No caso de transposição dessa atividade para uma situação de ensino fundamental, certifique-se de que as condições de trabalho sejam adequadas para crianças das faixa etária em questão**

Acenda uma vela e observe a chama, procurando notar (e anotar) suas formas, cores, sons, odores e outras ocorrências características. Discuta com os colegas, após essa observação individual e silenciosa, as diferentes descrições que cada um conferiu à chama, procurando identificar a origem dessas diferenças. Em seguida, procure relacionar, também em grupo, quais características são mais importantes para identificar completamente essa chama. Prepare com seu grupo um pequeno texto que sirva de relato sobre suas observações. ([ver o vídeo](#))

Procure agora ampliar seu campo de observação, acendendo a vela novamente, e levando em consideração o sistema vela, chama, ar em torno. Faça as anotações e discuta com os outros colegas as diferenças e semelhanças nas observações, ampliando ou alterando o texto anterior.

É importante termos a noção de que a descrição é um procedimento que se coloca entre a observação e a explicação dos fatos. Muitas vezes, contentamo-nos em explicar algo mediante uma descrição pormenorizada, omitindo deliberadamente critérios de juízo, ou seja, sem apresentar proposições de causa-efeito ou comparações. Traçar objetivos para uma determinada atividade implica em estabelecer qual o nível de diagnóstico sobre o fenômeno que desejamos que o aluno desenvolva. A "observação livre" da forma como proposta poderia ter sido condicionada por uma grande diversidade de visões de mundo, mas o fato de ela estar sendo conduzida dentro de uma sala de aula de ciências naturais certamente limitou essa aproximação entre sujeito-fenômeno. Da mesma forma, o tipo de relato produzido também sofreu influência considerável do grupo social que o preparou.

Nessa fase do ensino fundamental, a descrição deve ser tomada como mais um elemento de diagnóstico, mas não como o único elemento. É comum verificar atitudes de desdenho dos professores no que se refere à prática de observação, quando diante de um fenômeno se solicita aos alunos que simplesmente observem. É preciso se dar conta de que a "prática" de observação está impregnada de uma "teoria" amplamente aceita pelo aluno, que se sustenta no senso-comum e que lhe confere sua visão de mundo. Ao orientar as observações, o professor inicia os alunos

numa forma de ver o mundo própria da comunidade científica, onde outros elementos de diagnóstico são por diversas vezes mais exaltados.

Ainda assim, esse procedimento merece atenção dos professores que precisam orientar os critérios de observação dos alunos, de modo a compatibilizá-los com os demais elementos de diagnósticos dos fenômenos. Nesse sentido, a proposição de algumas questões pode servir perfeitamente de vetor diretivo para a orientação que desejamos conferir. Vejamos no caso do fogo da vela, quais as questões que se poderia formular de modo que o aluno considere o fenômeno como uma transformação da matéria.

### Observando o fogo: lado claro da luz

Há uma outra forma de problematização que pode desencadear uma atitude investigativa mais refinada, particularmente útil para o desenvolvimento da racionalidade científica. Como questão aberta, poderíamos propor: 7) quais são os elementos essenciais para a ocorrência do fogo ?

Nesse caso, o trabalho de condução da discussão pelo professor é parte fundamental para que se alcance um objetivo importante, que é a formulação e a testagem de hipóteses. Combustível e iniciador são elementos tangíveis do sistema vela em combustão. Na ausência de uma chama inicializadora não se observa a queima da vela, da mesma forma que se a parafina for toda consumida, a queima do combustível cessa. No entanto, o oxigênio, ou mesmo algum componente do ar, não é de forma alguma explicitamente observável no sistema, a menos do movimento que se produz na chama da vela, quando se agita a mão nos seus arredores. Indiretamente o ar se faz presente. 8) Como então sugerir a necessidade de ar para que ocorra a queima dos corpos ? [\(Ver o vídeo\)](#)

Podemos formular e testar a hipótese de que se isolarmos o sistema vela queimando da vizinhança, onde o ar se faz presente em quantidade abundante, em algum momento a queima cessará. Esse processo é extremamente rico para as finalidades que se deseja atingir com o ensino de ciências e seguramente há uma dinâmica muito própria de cada grupo de alunos que deve ser respeitada para que esse processo se concretize com eficiência. A parte desse aspecto muito importante para o pleno desenvolvimento das aulas de ciências, vale ressaltar que estamos diante de uma situação onde o que vale não é a resposta pura e simples a questão 7, mas sim a necessidade de estabelecermos laços mais fortes entre o fenômeno, que outrora era "simplesmente" observado e que agora passa a ser ativamente alterado, e o sujeito, que ora o lia e interpretava de acordo com sua visão particular de mundo e agora pode fazê-lo com alguns critérios de valor para a comunidade científica. É portanto, através de instrumentos próprios da comunidade científica que o sujeito se aproxima do fenômeno de modo a constituir uma visão de mundo mais de acordo com o conhecimento científico.

Além da agudeza da observação, podemos trabalhar outros procedimentos importantes para o desenvolvimento de uma racionalidade científica entre os alunos. Nesse caso em particular, a variação dos volumes de ar no entorno da vela pode ser contraposta ao tempo que o sistema permanece em combustão. A comparação entre as relações das variações de volume de ar e tempo que a vela permanece acesa é um fator de construção do argumento para responder a questão 8. Assim, pode-se propor uma variação do volume de recipientes que encerram a vela e a medição dos respectivos tempos de duração da combustão.

Fatores comparativos como média, progressão, proporção estão presentes nesse processo de medidas, cuja consolidação pode se dar na forma de tabelas e gráficos. De posse desses novos elementos argumentativos, os alunos têm condições de reelaborar suas narrativas no sentido de lhes conferir maior rigor para a defesa de suas hipóteses. Esse processo de reelaboração não pode ser perdido de vista, pois é a partir dele que novos significados são atribuídos ao fenômeno por meio da incorporação de novos termos, que são próprios da cultura científica.

### **Observando a vela: o lado velado da luz**

Reinicie sua observação, procurando agora buscar respostas para as seguintes questões:

- 1) o que você poderia dizer a respeito da parafina, no que se refere aos seus estados físicos? [\(Ver o vídeo\)](#)
- 2) e sobre o pavio da vela, o que de fato está se passando com o pavio? [\(Ver o vídeo\)](#)
- 3) quais são as características da fumaça que se forma acima da chama? [\(Ver o vídeo\)](#)
- 4) há outra forma de identificar as características dessa fumaça?

Para cada uma das questões, compatibilize suas observações com suas respostas, ou seja, procure respondê-las de acordo com o que você observa no sistema parafina-chama-fumaça, descrevendo-o por meio de um texto em grupo.

Com base nessas descrições subsidiadas pelas questões, discuta com o grupo o seu diagnóstico sobre o sistema parafina-chama-fumaça. Mesmo tendo sido orientados pelo mesmo conjunto de questões, pode-se dizer que as observações entre os membros do grupo são as mesmas? Comparando o procedimento de observação livre com o dirigido, qual é o nível de concordância entre as descrições produzidas pelo grupo?

Nessa segunda etapa das observações, procura-se introduzir alguns condicionantes que sabe-se são importantes para o entendimento do fenômeno desde o ponto de vista do conhecimento

científico. É nesse sentido, que se procura marcar nas observações os estados físicos da parafina, as diferenças entre as regiões do pavio e as características da fumaça. A estratégia para ressaltar esses condicionantes é o estabelecimento de perguntas mais ou menos abertas, que levam o sujeito a se concentrar sobre um aspecto particular do sistema. Se por um lado, obtém-se uma maior concentração dos alunos sobre aspectos importantes do fenômeno, por outro a elaboração do texto pelo grupo pode ser artificial e burocraticamente reduzida a responder um questionário, o que seguramente não contribui para uma aprendizagem significativa dos sujeitos. É nesse momento que a condução da atividade pelo professor precisa estar firmemente apoiada na noção de que a produção de texto é uma etapa extremamente relevante no processo de construir significados pelo grupo. Em primeiro lugar, é preciso perceber que se trata de uma construção coletiva de texto, o que permite fundamentá-lo com base na negociação de significados pelos sujeitos. Acrescido a isso, deve-se identificá-lo dentro de um gênero que é bastante mais próximo da narrativa, à medida em que fatores temporais e espaciais são incorporados à descrição. Dessa maneira, aquilo que poderia ser tomado como um exercício asséptico, pode ser perfeitamente enquadrado numa atividade compartilhada com outro saber, próprio do campo da linguagem, além de conferir um caráter mais sistematizado para a comunicação das idéias dos alunos.

Outras questões talvez mais abertas podem ser formuladas no sentido de aguçar a curiosidade dos sujeitos pelo entendimento e comportamento do sistema em estudo, o que os conduziria por caminhos mais exploratórios. Um exemplo seria diante da situação em que apaga-se a vela com um assopro e aproxima-se um palito de fósforo aceso, sem tocar o pavio mas muito próximo dele, 5) o que de fato pode-se observar ? 6) Formule uma explicação razoável para o que você observou, a partir de uma descrição e incrementando-a com as possíveis causas desse efeito.

Nessas questões, a problematização está muito mais presente do que nas anteriores, na medida em que se apresenta um efeito inesperado para os observadores, que têm diante de si uma "anomalia" do sistema que precisa ser entendida e explicada. Certamente, o texto que se produz a partir desse desafio contribui para a sistematização do pensamento dos alunos e o que se deve perceber como mais significativo para o desenvolvimento de uma racionalidade científica é a incorporação de elementos argumentativos à narrativa sobre o comportamento do sistema. Tais elementos podem ser explorados desde o próprio ato de coligir dados extraídos a partir da observação do sistema, até a possibilidade de formular previsões para seu comportamento diante de novas intervenções sugeridas pela interação que se teve num estágio anterior.