

Malcolm J. Frazer

Universidade de East Anglia
Norwich, Inglaterra

1. Introdução

Os professores de química gostariam que, relativamente aos fatos, conceitos e princípios químicos, os seus alunos não só os recordassem e compreendessem, mas também os aplicassem para resolver problemas. Contudo, a maior parte dos professores de química queixa-se que os alunos têm sérias dificuldades na resolução de problemas. Este artigo é uma tentativa de examinar o processo de resolução de problemas com o intuito de, como professores, podermos ajudar os nossos alunos a resolverem melhor problemas químicos.

Há muitas situações na vida em que se nos depara uma questão que requer uma resposta, um problema que requer uma solução ou uma indecisão relativa a alguma ação que requer uma decisão. Há uma "distância" entre o problema e a solução. Isto está representado em diagrama na figura 1, que realça os dois componentes necessários para transportar tal distância: *INFORMAÇÃO* (para a resolução de problemas em química esta informação consta de itens de conhecimento químico – fatos, conceitos e princípios) e *RACIOCÍNIO* (i.e., arranjo lógico da informação).

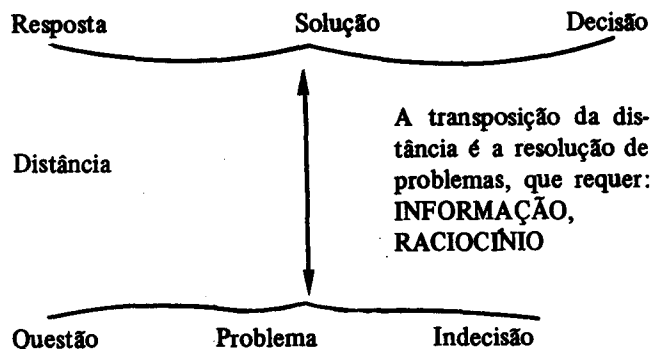


Fig. 1

2. Tipos de problemas

A informação pode chegar à pessoa que vai resolver o problema de vários modos: (i) pode estar indicada no problema; (ii) pode ser necessário que a pessoa se lembre dela; (iii) pode encontrar-se folheando apontamentos ou procurando numa biblioteca ou perguntando a outras pessoas; (iv) pode ser descoberta por observação ou experimentação. Alguns problemas podem ter soluções únicas, "problemas fechados", enquanto outros podem ser "problemas em aberto" com várias soluções possíveis. Isto está resumido na Tabela 1.

Tabela 1. Tipos de Problemas

	Informação indicada no problema	Informação obtida da memória	Informação obtida por referência em livros, apontamentos ou especialistas	Informação obtida da experimentação ou da observação
Problemas "Fechados" – Solução única	(1)	(2)	(3)	(4)
Problemas "em aberto" – várias soluções possíveis	(5)	(6)	(7)	(8)

Os alunos encontram problemas dos tipos (1) e (2) muitas vezes em exames; denomino-os "charadas" químicas. São uma boa base para aprender a tratar os problemas de nível mais alto caracterizados nos restantes quadros da Tabela 1. Encontram problemas do tipo (3) muitas vezes em trabalhos durante um curso; e, por vezes, encontram problemas do tipo (4) no laboratório (ex. a antiga análise qualitativa inorgânica era um exercício para desenvolver capacidades de resolução de problemas).

A química no mundo fora das escolas e das universidades produz normalmente problemas dos tipos (5), (6), (7) e (8) e, assim, de um modo crescente e apropriado, damos aos

alunos mais avançados experiência em problemas abertos. O nível mais elevado de resolução de problemas – investigação criativa e original – está englobado no quadro (8).

3. Fases da resolução de problemas

Para qualquer tipo de problema há quatro fases e uma sugestão útil na resolução de problemas é verificar se os alunos passaram por cada uma das fases. Na Tabela 2 estão as quatro fases e alguns comentários.

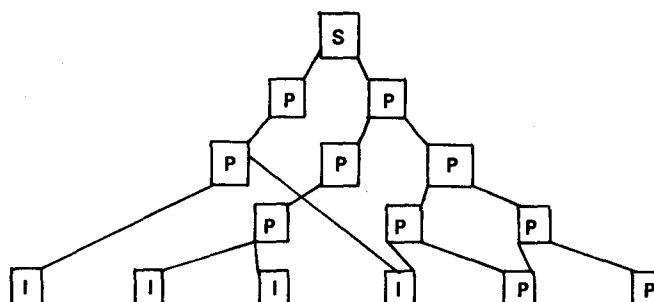
4. A rede (ou "árvore") na resolução de problemas

Como foi indicado na tabela 2, a resolução de problemas pode ser comparada à subida de uma árvore. Combinam-se as informações (fatos específicos, conceitos, princípios) até se chegar a uma solução. Isto está esquematizado na figura 2.

Tabela 2. Fases da resolução de problemas

Fase	Comentários
Fase 1. Definir o problema	<p>i. Muitas pessoas falham na resolução de problemas porque não sabem com clareza o que estão tentando fazer.</p> <p>ii. Muito freqüentemente o problema é apresentado sob a forma de uma frase ou questão expressa em macro termos; a primeira fase é reescrevê-lo em termos moleculares.</p> <p>iii. Muitas vezes é melhor reescrever o problema numa ou mais questões.</p> <p>iv. Muitas vezes o problema tem que ser reestruturado (i.e. dividido em problemas menores).</p>
Fase 2. Selecionar a informação apropriada.	Esta fase tem que se alternar com a fase 3. À medida em que se progride "subindo na árvore" (fig. 2 pág. 5) podem ocorrer mais informações químicas relevantes.
Fase 3. Combinar as informações separadas.	<p>i. O problema mais simples requer combinar duas informações (11 e 12) para chegar à solução (S)</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>ii. Muitos problemas requerem que se agrupem vários triângulos deste tipo para formar uma rede ou "árvore" (fig. 2). O modo como o problema é estruturado (fase 1, comentário iv) dá muitas vezes uma indicação sobre o modo como se forma a árvore.</p> <p>iii. As fases 2 e 3 se alternam até se chegar a uma solução.</p>
Fase 4. Avaliação	É sempre essencial verificar se a solução é: (i) uma solução do problema definido na fase 1: e, (ii) consistente com toda a informação indicada no problema.

Fig. 2 – Rede de resolução de problemas



S – Solução final
P – Solução parcial
I – Informação

É importante notar que há muitos caminhos diferentes através da rede ("processos diferentes de subir na árvore"). Se não se conseguir progredir por um caminho, não se deve hesitar em voltar atrás ("descer a árvore") e tentar um caminho novo. As pessoas que resolvem problemas com sucesso são flexíveis e não deixam de tentar encontrar um caminho para subirem na "árvore".

5. Estratégias na resolução de problemas

Há duas estratégias principais: (i) "por adivinhação" (também chamada "resolução 'insight' de problemas") e (ii) "sistemática (também chamada "resolução 'sequencial' de problemas"). Na resolução de problemas por adivinhação, adivinha-se a solução final ou parcial que se apresenta de um modo inteligente ou com informações, e verifica-se depois se a solução adivinhada se adapta à informação a que se tem acesso. Na "resolução 'sistemática' de problemas" trabalha-se através da rede de um modo ordenado, avaliando cada solução parcial à medida que se sobe.

Se não se conseguir progredir num problema particular empregando uma estratégia, não se deve hesitar em utilizar a alternativa.

6. Sucesso na resolução de problemas

O sucesso na resolução de problemas é função de três atributos da pessoa que está resolvendo o problema, que são: (i) posse da informação química necessária; (ii) habilidade para raciocinar com lógica mas ao mesmo tempo de um modo flexível nas estratégias do pensamento lógico (iii) ser fluente e possuir confiança na linguagem da química. Este terceiro fator é muito importante e só se pode obter através de prática constante (tal como se verifica quando se aprende a falar a língua). Se os professores pretendem que os alunos tenham sucesso na resolução de problemas devem dar-lhes prática de modo que eles adquiram confiança. Além disso, eles precisam praticar: (i) as quatro fases e (ii) as diferentes estratégias. É importante discutir as tentativas que o aluno fez e não se deve apresentar apenas o caminho ideal do professor para "subir na árvore".

Exemplo de construção da rede para o problema: Qual é a estrutura do heptabrometo de fósforo, PBr_7

Informações acerca deste composto:

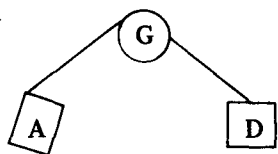
- A** é formado a partir de PBr_5 e Br_2
- B** é um eletrólito 1:1
- C** é um sólido vermelho

Informação obtida da memória

- D** a estrutura de PBr_5 no estado sólido é $PBr_4^+ Br^-$

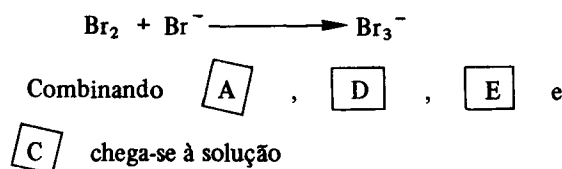
Combinando **A** e **D** chega-se a uma solução **G** para a estrutura do composto

- G** o composto PBr_7 contém o íon PBr_4^+

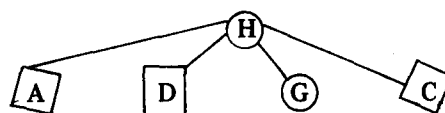


Outra informação obtida da memória

- E** ao adicionar bromo ao íon brometo obtém-se o íon tribrometo



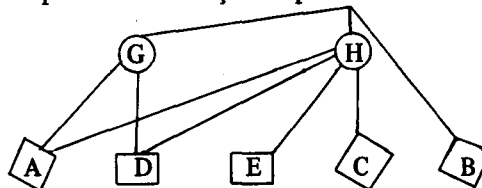
- H** o composto PBr_7 contém o íon Br_3^-



Combinando as soluções **G** e **H** chega-se à

informação **B**

A rede que traduz a solução do problema é:



Examinando esta rede verifica-se que a solução parcial **H** tem muitas ligações e alguns elementos de informação que são importantes:

A e **C**; o elemento de informação **B** não é importante, pois se chegou a ele após ter resolvido o problema.

Poder-se-ia ter outra rede, adivinhando a solução:

- H** o composto PBr_7 contém o íon PBr_4^+ ; então é um eletrólito, o que está de acordo com a informação **B**, etc..

Adivinhando a solução e andando para trás se pode resolver o problema. Não há qualquer mal em adivinhar a solução se se utilizar itens objetivos para justificar o que se adivinhou.

Os professores devem encorajar os alunos a utilizarem na resolução de problemas tantas estratégias diferentes quantas quiserem, e devem incutir nos alunos confiança para que sejam eles próprios a chegarem à resposta.

*Tema discutido na 2ª aula do Curso "Tópicos em Educação Química" durante o 1º Encontro Nacional de Ensino de Química, de 7 a 9 de julho de 1982, Unicamp, Campinas.

EDUCAÇÃO

A PESQUISA EM EDUCAÇÃO QUÍMICA*

Professor Malcolm J. Frazer

(Universidade de East Anglia, Norwich, Inglaterra)

I. Introdução

A química influencia a nossa vida sendo, contudo, um assunto difícil de aprender devido aos conceitos de que necessita e ao rápido crescimento do conjunto de conhecimentos que envolve. A fim de que a aprendizagem de química seja tão eficiente quanto possível, são necessárias modificações nos cursos existentes e nos métodos de ensino, sendo

que tais modificações devem ser baseadas em pesquisas. Por sua vez, essas pesquisas em educação química são declaradamente baseadas em química, mas os métodos e resultados de filosofia, psicologia, sociologia, etc., são apropriadamente aplicados a problemas particulares.

A aprendizagem de química consiste não só em lembrar e compreender o *conhecimento* de fatos, conceitos e princípios mas igualmente diz respeito ao desenvolvimento de *ha-*