

A Solução de problemas nas ciências da natureza



**JUAN IGNACIO POZO E MIGUEL GÓMEZ CRESPO,
IN POZO, J. I. (ORG.) A SOLUÇÃO DE PROBLEMAS,
ARTMED, 1998 (REIMPRESSÃO 2008)**

Problemas e problematização



- Antes de tudo o mais, é preciso saber formular problemas... os problemas não se apresentam por si mesmos.
- É precisamente esse sentido do problema que dá a característica do genuíno espírito científico.
- Todo o conhecimento é resposta a uma questão. Se não houver questão não pode haver conhecimento científico.
- Nada ocorre por si mesmo. Nada é dado, Tudo é construído.

Bachelard, O racionalismo aplicado, 1977.
citado em: Delizoicov, D. Problemas e
problematizações, in: Pietrocola (org),
Ensino de Física, Editora da UFSC, 2005.

Objetivo fundamental para o ensino de ciência



- Fazer com que os alunos sejam capazes de enfrentar situações cotidianas, **analisando-as** e **interpretando-as** através dos **modelos conceituais** e também dos **procedimentos** próprios da ciência.
 - Quais são os modelos conceituais da Ciência/Química?
 - Quais são os procedimentos próprios da Ciência/Química?
- Nossas **perguntas** ou inquietações sobre o funcionamento da natureza ou da tecnologia costumam aparecer sob a **forma de problemas**.

Requisitos de um problema



- 1) existe um estado inicial ou ponto de partida surpreendente ou indesejado.
- 2) existe um estado final ou meta ao qual desejamos ou precisamos chegar e não possuímos meios que nos levem diretamente a essa situação desejada.
- A solução do problema implica um processo de busca apoiado não só em conceitos científicos que permitam prever e explicar este fenômeno, mas também no uso de procedimentos de resolução do próprio questionamento científico.
- Na maioria dos casos resolvemos problemas cotidianos ligados à ciência através de procedimentos pouco “científicos”.
 - Existe alguma relação entre este fato e o método de ensino de ciências usualmente empregado?

Se a atividade científica consiste em resolver problemas...



... por que não ensinar ciência com ou a partir de problemas?

- Mas o que é visto como um problema no contexto da **pesquisa científica**, no contexto do **ensino de ciências** e no contexto da **vida cotidiana**?

Problemas escolares podem atuar como ponte entre a ciência e o cotidiano



Problema científico

Objetivo:

compreensão

Processos em ação:

- mais reflexivo
- guiado por hipóteses
- consciente
- baseado em raciocínio sistemático, rigoroso e objetivo (modelos, experimentação)

Problema escolar

Objetivo depende de:

motivação

atitudes

conhecimentos prévios

avaliação

É preciso mudar as prioridades dos alunos (motivar). Mudar procedimentos, conceitos e atitudes.

Problema cotidiano

Objetivo:

resultado

Processos em ação:

- menos reflexivo
- guiado por idéias implícitas
- baseado na análise de casos (situações anteriores, experiência, aproximações)

Avaliação centrada no processo

Avaliação centrada nos resultados

Estratégias para resolver problemas



- Na vida cotidiana o processo não tem tanta importância, o que importa é o resultado e a utilidade.
- Na nossa vida cotidiana, formulamos e comprovamos hipóteses?
- Os problemas escolares estão mais próximos dos problemas científicos. No entanto, os alunos continuam mais próximos do raciocínio cotidiano. Reduzem a tarefa aos fatores mais relevantes para eles.

Regras heurísticas do pensamento causal cotidiano



Acessibilidade

Semelhança

Contigüidade

Covariação



Frequência
Recentidade
Relevância



Espacial
Temporal

A solução de problemas na escola



- Em muitos casos, as atividades práticas servem para ilustrar ou exemplificar um determinado modelo teórico, não para colocá-lo em dúvida.

A solução de problemas na escola



- Uma das coisas que mais se faz nas aulas de ciência é resolver problemas.
- Mas que tipo de problemas?
 - “O conteúdo cognitivo das formulações contidas nos conceitos, modelos, leis e teorias da Física é convenientemente contextualizado, exemplificado e passível de ser apropriado `a medida que o aprendiz se envolva e se dedique à solução de problemas.”
 - “O aluno após sua apropriação da solução de um **problema exemplar**, utiliza-a como **padrão** para resolver outros problemas similares.”

Kuhn, A estrutura da revoluções científicas,1975
citado em: Delizoicov, D. Problemas e
problematizações, in: Pietrocola (org),
Ensino de Física, Editora da UFSC, 2005.

Fases da solução de um problema



- Reconhecimento e definição de um problema.
 - Elaboração de um estratégia.
 - Aplicação da estratégia elaborada.
 - Avaliação dos resultados.
-
- **Todo problema proposto na aula de ciências deve ter:**
 - 1) proposição do problema a partir das idéias formuladas pelos alunos.
 - 2) busca de informação e/ou idéias alternativas que sirvam para contrastar estas ideias a partir da nova informação.
 - 3) reflexão e reformulação das próprias idéias a partir dessa nova informação.

Tipos de problemas escolares



Depende de:

- Estrutura do problema
- Requisitos necessários para a sua solução
 - Problemas abertos ou fechados
 - Problemas bem ou mal definidos
 - Exercícios e problemas verdadeiros
 - Problemas de “lápiz e papel” ou problema práticos
 - De acordo com a forma e objetivo:
 - ✦ problemas qualitativos,
 - ✦ quantitativos
 - ✦ pequenas pesquisas

Definição do problema



- Todo problema apresenta uma pergunta.
- Há diferentes graus de “abertura” das instruções:
 - Problema fechado
 - ✦ Levando em consideração que a velocidade do som no ar é 340 m/s e que entre o raio e o trovão transcorrem 3 segundos, calcular a distância em que se encontra a tormenta.
 - Problema aberto
 - ✦ Por ocasião de uma tormenta, você deve ter observado que costuma transcorrer um pequeno intervalo entre o raio e o trovão. A que se deveria isso? Você acha que esse intervalo pode variar ou é sempre o mesmo? Por que você acredita nisso?
 - Problema semi-aberto
 - ✦ Pense de que maneira poderíamos medir a distância que nos separa da tormenta, levando em consideração a velocidade do som no ar.

Problemas qualitativos



- São aqueles que o aluno pode resolver por meio de raciocínios teóricos, baseados em seu conhecimento.
- Não exige cálculos numéricos ou manipulações experimentais.
- Em geral, são conceituais. Necessitam a aplicação de conceitos.
- Permitem estabelecer relações entre os conteúdos e os fenômenos que lhes permitem explicar.
- Permite ao aluno refletir sobre seus conhecimentos.
- Bom para trabalhar em grupo.
- Pode não ser uma boa atividade para o vestibular (avaliação) mas é bom para os alunos (e o professor) refletirem sobre seus conhecimentos (avaliação).

QUADRO 6.18

Alguns exemplos de problemas qualitativos em química

Exemplo 1

Quando adicionamos uma gota de tinta em um copo com água, a gota faz uma pequena mancha. Se deixarmos o copo em repouso, observaremos que após certo tempo a água está completamente escura. Por que você acha que acontece isso?

(Pozo e Gómez Crespo, 1997a.)

Exemplo 2

Em um laboratório temos dois frascos: um com cloreto de sódio e o outro com nitrato de prata. Os dois são líquidos transparentes, mas quando adicionamos o cloreto de sódio sobre o nitrato de prata e os misturamos vemos que no fundo do recipiente se forma um sólido de cor branca. Por que você acha que acontece isso?

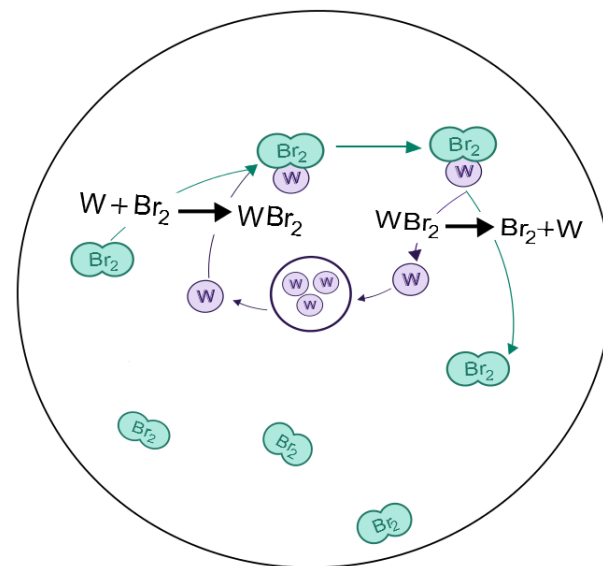
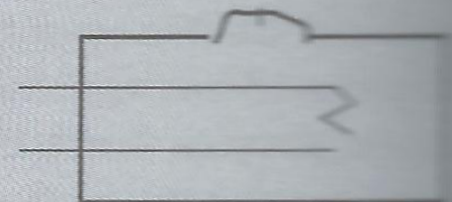
(Pozo e Gómez Crespo, 1997a.)

Exemplo 3

A fenolftaleína é um indicador ácido-base cuja forma ácida HIn é incolor e a forma alcalina In^- é cor-de-rosa. Que mudança de cor será observada na valoração de ácido clorídrico com hidróxido de sódio? (Provas de Acesso à Universidade, ano letivo 1990/91.)

Exemplo 4

Quando a lâmpada de um retroprojektor queima, é possível observar que se formou uma bolha na parede de quartzo. A bolha aparece na mesma zona em que está o espelho onde a luz reflete e que fica muito próxima à lâmpada. Também é possível ver que o quartzo na zona da bolha escureceu. Sabendo que se trata de uma lâmpada halógena e conhecendo seu funcionamento, por que você acha que ocorre isso? (Gómez Crespo, 1993.)



Problemas qualitativos



- O aluno precisa buscar explicação para um fenômeno.
- Aparecem as dificuldades conceituais.
- A estratégia consiste em **procurar as conexões** existentes entre os **fenômenos** e os **conhecimentos disponíveis**.
- Ao invés de buscar possíveis fatores e argumentos a favor e contra os mesmos (teste de hipóteses), frequentemente os alunos se deixam guiar por regras heurísticas, comuns no raciocínio causal cotidiano.

Problemas quantitativos



- São aqueles em que o aluno deve manipular dados numéricos.
- Envolvem informações quantitativas.
- As estratégias de trabalho enfocam em:
 - Cálculos matemáticos,
 - Utilização de fórmulas,
 - Comparação de dados.
- Alguns professores chegam a conceber grande parte do ensino como um treinamento para resolver essas tarefas.
- Servem para treinar no uso de técnicas e algoritmos que permitam abordar problemas mais complexos.
- Seu uso abusivo causa inconvenientes.
- O problema (dificuldade) matemático pode sobrepor o químico.

QUADRO 6.19

Alguns exemplos de problemas quantitativos em química

Exemplo 1

Dadas três espécies químicas e sua composição em prótons, elétrons e nêutrons:

A: 5 prótons, 5 elétrons e 6 nêutrons

B: 5 prótons, 5 elétrons e 4 nêutrons

C: 6 prótons, 5 elétrons e 5 nêutrons

Indique qual é o número de massa e o número atômico de cada uma delas.

Exemplo 2

O nitrogênio forma uma série de compostos com o oxigênio, nos quais encontramos diferentes combinações de massa de nitrogênio e oxigênio. Em um laboratório foi feita a análise de cinco substâncias (A, B, C, D e E) que contêm N e O, e foram encontradas as seguintes composições:

	A	B	C	D	E
N	0,45g	0,25g	1,00g	2,00g	1,50g
O	0,257g	0,286g	1,73g	4,58g	4,25g

Analisando esses dados, indique quais substâncias correspondem ao mesmo composto químico.

Exemplo 3

Na reação de combustão do pentano (C_5H_{12}), este composto reagiu com o oxigênio para produzir dióxido de carbono e água. Ajuste a reação e calcule a massa de água que se obtém a partir de 216 gramas de pentano. Calcule o volume de dióxido de carbono que se obtém no caso anterior, medido em condições normais.

Exemplo 4

Uma solução é preparada dissolvendo-se 5g de ácido clorídrico em 35g de água. Agita-se para que o ácido dissolva totalmente, e no final obtemos uma solução cuja densidade é $1,06g/cm^3$. Calcule sua concentração medida em *mol/l*.

Pequenas pesquisas



- São problemas em que se faz ao aluno uma pergunta cuja resposta necessariamente requer a realização de um trabalho.
- É um problema aberto em que o aluno deve comparar ou escolher entre vários possíveis modelos ou interpretações.
- Aproximação do trabalho científico.
- Permitem aproximar o conhecimento teórico com algumas de suas aplicações práticas.
- Utiliza a observação e a formulação de hipóteses.
- A tarefa deve ser bem delimitada, mas não detalhada.
- Pequenos problemas permitem que os alunos ponham em prática alguns (não é preciso que sejam todos ao mesmo tempo) dos procedimentos de trabalho da ciência/ química.
- Pesquisar não é demonstrar.

QUADRO 6.20

Alguns exemplos de pequenas pesquisas em química

Exemplo 1

Quando se misturam quantidades iguais de dois líquidos, o volume final da mistura é a soma dos volumes iniciais? Desenhe uma experiência que permita que você comprove isso (por exemplo, você pode utilizar água e álcool).

Exemplo 2

Projete uma experiência que permita comparar os conteúdos energéticos de várias substâncias combustíveis e determinar qual é a mais eficaz e a mais barata na hora de aquecer um objeto (por exemplo, um recipiente com água). As substâncias que você vai utilizar são álcool etílico, parafina (velas) e gás butano (bico de Bunsen do laboratório). Qual é a mais econômica? Qual é a mais rápida? Qual delas tem maior conteúdo energético?

(Gómez Crespo et al., 1995)

Exemplo 3

O objetivo desta atividade é determinar a eficácia de diferentes filtros solares. Deixaremos que você projete a experiência segundo seu critério. Você vai precisar refletir sobre as amostras que vamos utilizar e decidir como analisar os protetores solares de modo que possa fazer boas comparações. Depois de seu primeiro ensaio, pode decidir modificações que levarão a melhorar seu método.

Os seguintes pontos podem ajudá-lo:

1. A melhor fonte de radiação ultravioleta para as frequências indicadas é, obviamente, o sol. Uma lâmpada de bronzamento solar doméstica também é boa, mas não emite frequências acima de $9,3 \times 10^{14}$ Hz. Uma lâmpada ultravioleta de série, das utilizadas nos laboratórios escolares, emite frequências entre $9,3 \times 10^{14}$ e $10,7 \times 10^{14}$ Hz, e para esta frequência a pele é muito sensível.
2. A radiação ultravioleta não atravessa o vidro. Atravessa completamente o plexiglas e também o plástico utilizado para embrulhar.
3. Há várias possibilidades para detectar a radiação.
 - a) Papel reativo à luz ultravioleta que se torna azul em presença da luz ultravioleta do sol. (Algumas vezes, este papel sensível aos raios ultravioleta é usado em controles de segurança para comprovar se quem está usando sai do edifício. Você pode usá-lo para analisar a eficácia de um vidro como filtro solar, aderindo pedaços deste papel sensível dentro e fora de uma janela.)
 - b) Com um pedaço de tecido que tenha sido lavado com detergente. (A maioria dos detergentes para máquinas de lavar roupa contêm compostos fluorescentes. Você pode observar essa fluorescência sob os efeitos da luz de algumas danceterias.) Um pedaço desse tecido terá um brilho fluorescente sob a luz ultravioleta.
 - c) A água tônica é fluorescente com luz ultravioleta.
 - d) Alguns papéis fotocopiados são fluorescentes.

(Projeto Salters, 1997)

Procedimentos gerais para a aprendizagem da química



Aquisição de informação

- Tomar notas das explicações do professor
- Sublinhar e selecionar a informação dos textos escritos
- Registrar e recolher a informação das experiências realizadas
- Buscar informação em bibliotecas, dicionários, bases de dados, etc.
- Utilizar estratégias de revisão e/ou mnemônicas que facilitem a lembrança literal de dados e fatos

Interpretação da informação

- Decodificação de gráficos e tabelas
- Elaboração de gráficos e tabelas a partir de informação apresentada em outro formato

Compreensão da informação

- Estratégias eficazes para a compreensão de textos científicos, com capacidade de extrair a ideia principal do texto, de compreender sua estrutura, etc.
- Diferenciação entre diversos níveis de análise dos fenômenos químicos (macroscópico, microscópico, etc.)
- Análise e comparação de diferentes modelos (por exemplo, diferentes modelos atômicos)

Comunicação da informação

- Procedimentos de exposição oral e escrita
- Uso de diferentes técnicas de expressão escrita
- Desenvolvimento de capacidades de argumentação, justificação das próprias opiniões