

# A IMPORTÂNCIA DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE FÍSICA E QUÍMICA NO ENSINO BÁSICO E SECUNDÁRIO

REGINA GOUVEIA

Escola Secundária Carolina Michaelis — Porto

Os novos programas de Física e de Química nos ensinos básico e secundário dão ênfase à resolução de problemas, mas não explicitam em lado algum qual a concepção para a abordagem dos problemas subjacentes.

Particularmente, não é feita qualquer referência à diferença entre problema aberto e problema fechado (exercício).

Talvez esta lacuna possa justificar concepções e práticas vigentes em que se propõe aos alunos apenas a resolução de exercícios de forma repetitiva e pouco reflexiva. Neste artigo analisam-se algumas consequências de tais concepções e práticas, muito afastadas das propostas emergentes de numerosos estudos de investigação.

## 1. Introdução

De uma forma implícita ou explícita todos os programas do Ensino Básico e Secundário no âmbito da Física e da Química (Físico-Químicas, Técnicas Laboratoriais de Física e Técnicas Laboratoriais de Química) dão ênfase à Resolução de Problemas (R.P.), que é hoje uma área relevante no domínio da Didáctica das Ciências.

Várias razões contribuem para essa importância:

- 1 — Razões mais directamente relacionadas com o insucesso dos alunos
  - A importância da resolução de problemas no âmbito do Ensino das Ciências, emerge de estudos que referem dificuldades dos alunos nessa área [1-3].
  - Outra dificuldade no ensino-aprendizagem das ciências prende-se com as concepções que os alunos possuem quando iniciam o estudo formal de um conceito. Os resultados da investigação [4] mostram que os alunos oferecem resistência à mudança conceptual e a resolução de problemas pode contribuir favoravelmente para essa mudança [5].
- 2 — Razões de natureza sócio-epistemológica
  - A recomendação mais frequentemente feita para a reforma do ensino das ciências preconiza que os conceitos e os

processos de raciocínio tecnológico sejam integrados no curriculum, por se reconhecer que certos aspectos da tecnologia são a melhor forma de preencher a lacuna entre a ciência e a sociedade e de ligar a ciência com os aspectos da vida quotidiana [6]. Uma tal abordagem curricular, numa perspectiva de Ciência, Tecnologia e Sociedade, implica fundamentalmente actividades de resolução de problemas [7].

- Cachapuz [8] considera que uma educação científica deve promover o desenvolvimento intelectual dos jovens, a fim de os capacitar para lidarem com situações problemáticas, tomarem decisões e estarem à vontade com a incerteza e a mudança.
  - Para Gil Pérez [5], a estratégia de mudança conceptual mais coerente com a orientação construtivista e com as características do raciocínio científico é a que coloca a aprendizagem como o tratamento de situações problemáticas abertas que os alunos considerem de interesse.
- 3 — Razões de natureza cognitiva
    - Para Cruz [2], a R.P. proporciona aos alunos oportunidades de pensar e de se interrogarem sobre os processos por meio dos quais aprendem, e sobre as causas das suas dificuldades quando não aprendem.

#### 4 — Razões de natureza metodológica

- Garret [9] considera que a ênfase dada à resolução de exercícios pode inadvertidamente veicular a imagem de que a ciência é metodologicamente segura e que o erro só pode provir do investigador ou da técnica de investigação.

#### 2. Análise de algumas situações

No âmbito de estudos que tenho desenvolvido sobre R.P. em Física e em Química, quer no âmbito do GIRP/FQ <sup>(1)</sup>, quer no âmbito do projecto de licença sabática em 1995/1996, tenho reflectido sobre as dificuldades dos alunos no âmbito da R.P., que se traduzem em situações como as que passo a expor.

##### Situação 1

Consideremos as questões A e B:

*Questão A:* Calcula a potência de uma máquina de lavar louça, sabendo que durante um programa de lavagem de 1,5 h consome 1,8 kWh.

*Questão B:* A tabela anexa contém informações quanto ao modo como a família Silva utiliza dois dos seus electrodomésticos.

|                  |  |
|------------------|--|
| Arca frigorífica | Temperatura interior igual a $-15^{\circ}\text{C}$ ;<br>consumo médio diário igual a 1,2 kWh |
| Máquina da louça | Um programa diário a $40^{\circ}\text{C}$ ;<br>consumo médio diário igual a 1,2 kWh          |

Considera a seguinte afirmação: A potência da máquina da louça da família Silva é superior à potência da sua arca frigorífica.

Manifesta a tua concordância ou discordância com a afirmação, indicando razões justificativas.

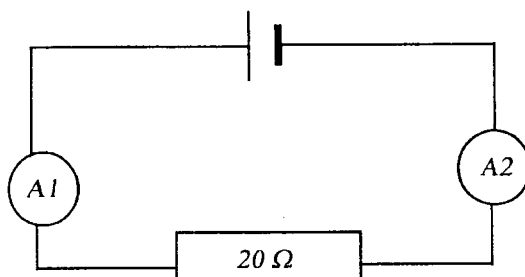
Se colocarmos ambas as questões a uma turma de 9.º ano com 30 alunos, de nível médio, podemos esperar que pelo menos 50% dos alunos resolvam a questão A. Contudo, no que respeita à questão B, a minha experiência mostra que, na melhor das hipóteses, apenas um ou dois alunos conseguem resolvê-la. De entre as respostas à questão B citam-se, por exemplo:

- A potência da máquina é maior porque funciona a temperatura mais elevada.
- A potência da máquina é maior porque 40 é maior que  $-15$ .
- A potência da máquina é 55 vezes maior.
- A potência da máquina é 25 vezes maior.
- A potência é igual porque gastam o mesmo.
- A potência do frigorífico é maior porque "fazer frio" gasta muita energia.

#### Situação 2

Consideremos a questão:

Considera o circuito esquematizado. Qual deverá ser a indicação do amperímetro A2 sabendo que A1 indica 0,2 A?



A questão foi colocada num teste-diagnóstico a alunos de 11.º ano. Um dos alunos (com média de 16) chamou-me várias vezes insistindo que precisava de mais dados e acabou por escrever no teste:

O problema não pode ser resolvido porque faltam dados e a lei de Ohm não "encaixa".

#### Situação 3

No âmbito da investigação levada a cabo no meu projecto de licença sabática, foi apresentada a seguinte questão a alunos de Físico-Químicas, do 9.º, 10.º e 12.º anos:

##### Questão

As seis caixas representadas na figura contêm diferentes substâncias, mas há duas caixas com uma mesma substância. Pretende-se que identifiques essas duas caixas e que justifiques a tua escolha.

As caixas A,B,C são idênticas entre si e cada uma, vazia, pesa 100 g. As caixas D,E,F são idênticas entre si e cada uma, vazia, pesa 50 g.

|  |   |   |
|--|---|---|
| A<br>O volume de substância na caixa é $50\text{ cm}^3$ e a caixa pesa 300 g | B<br>O volume de substância na caixa é $100\text{ cm}^3$ e a caixa pesa 300 g | C<br>O volume de substância na caixa é $200\text{ cm}^3$ e a caixa pesa 250 g |
| D<br>O volume de substância na caixa é $50\text{ cm}^3$ e a caixa pesa 250 g | E<br>O volume de substância na caixa é $100\text{ cm}^3$ e a caixa pesa 300 g | F<br>O volume de substância na caixa é $200\text{ cm}^3$ e a caixa pesa 250 g |

<sup>(1)</sup> O GIRP/FQ (Grupo de Investigação sobre Resolução de Problemas/Física e Química) é um grupo de investigação sediado na Universidade de Aveiro, constituído por Nilza Costa (Coordenadora), J. Bernardino Lopes, Regina Gouveia, Daisi Silva, António Fortuna e Guida Bastos e que desenvolve um projecto intitulado "Ensino da Física/Química e Resolução de Problemas: Propostas de Implementação".

Este projecto é financiado pelo Instituto de Inovação Educacional (Contrato n.º PI/21/93) e tem a duração de três anos (com início em Dezembro de 1993).

Curiosamente, em todos os anos houve respostas incorrectas, mas as respostas X e Y anexas merecem particular reflexão:

#### Resposta X

O problema até pode ser fácil mas é confuso e foi a 1.<sup>a</sup> vez que tive um deste género.

#### Resposta Y

caixa A —  $200 \text{ g} \times 50 \text{ cm}^3 = 10\,000$

caixa B —  $200 \text{ g} \times 50 \text{ cm}^3 = 10\,000$

Eu não me lembro bem, mas acho que se tinha de multiplicar o volume pelo peso. Se assim for é a caixa A e D.

Se analisarmos as duas questões (A e B) apresentadas na situação 1, vemos que ambas envolvem a aplicação de um mesmo conceito mas, perante dados em excesso, a maior parte dos alunos é incapaz de seleccionar os dados relevantes.

Nas questões apresentadas nas situações 2 e 3 a preocupação dos alunos é recordar algo, particularmente um algoritmo, sem qualquer análise qualitativa prévia do problema.

Situações como as referidas foram por certo vividas já por todos os professores de Física e Química dos Ensinos Básico e Secundário e a sua explicação pode encontrar-se, pelo menos parcialmente, no tipo de questões que habitualmente se colocam aos alunos.

### 3. Exercícios e problemas

Uma reflexão sobre o tipo de questões que colocamos aos nossos alunos leva-nos a classificá-las segundo vários critérios:

|                 |                               |                         |                   |              |
|-----------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------|--------------|
| • qualitativas  | • académicas                  | • de papel e lápis      | • de aplicação    | • abertas    |
| • quantitativas | • baseadas em situações reais | • trabalho experimental | • de aprendizagem | (problemas)  |
|                 |                               |                         |                   | • fechadas   |
|                 |                               |                         |                   | (exercícios) |

Kulm [10], reconhecendo que existe falta de coerência entre o desempenho de muitos alunos no âmbito da R.P. e as concepções dos seus professores (que consideram importante desenvolver capacidades cognitivas de ordem elevada, nomeadamente a R.P.), adianta várias explicações para essa falta de coerência.

Numa delas admite que os professores pensam que ensinam "Resolução de Problemas", mas ensinam fundamentalmente exercícios.

Embora não exista uma fronteira definida entre exercício e problema [11-12], há características que estão essencialmente presentes no problema e não estão no exercício.

O quadro anexo [13], sintetiza essas características.

|  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• dados explícitos e em número necessário e suficiente</li> <li>• resolução única</li> <li>• solução única</li> <li>• obstáculo reduzido; questões de orientação</li> <li>• aluno — sujeito passivo da aprendizagem</li> <li>• pode ser resolvido mediante a recordação, reprodução ou a aplicação de um algoritmo</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• dados não explícitos (implícitos na descrição da situação)</li> <li>• vários caminhos para a resolução</li> <li>• várias soluções possíveis</li> <li>• grande obstáculo</li> <li>• aluno — sujeito activo da aprendizagem</li> <li>• envolve capacidades cognitivas, metacognitivas, afectivas e psicomotoras</li> </ul> |
|--|---|

Os manuais não dão em geral um contributo positivo nesta área [14]. Embora actualmente as questões propostas sejam menos académicas, estando muitas vezes baseadas em situações da vida real, não deixam de ser exercícios: por um lado, contêm os dados necessários e suficientes, e por outro propõem questões de orientação, pelo que não criam no aluno o hábito de fazer uma análise qualitativa prévia do problema a fim de ter uma visão global do mesmo e identificar os dados relevantes.

### 4. Considerações finais

Trabalhar na compreensão de situações problemáticas, para as quais não temos uma resposta imediata, poderá contribuir para uma perspectiva muito mais real do carácter e do progresso da Ciência e desenvolver capacidades como a criatividade, o espírito crítico, etc.

Urge, pois, sensibilizar os professores para a importância da Resolução de Problemas. Essa sensibilização poderá contribuir para que os autores da maior parte dos manuais passem a dar ênfase à R.P. e para que os professores, mesmo que os manuais não enfatizem a R.P., se preocupem em transformar exercícios em problemas, o que além do mais constitui uma tarefa aliciante.

Mas não basta transformar exercícios em problemas; é preciso adoptar uma prática pedagógico-didáctica que leve os alunos a desenvolver uma série de etapas na análise de cada problema [1]:

- começar por um estudo qualitativo da situação;
- formular, com base nos factores de que pode depender a grandeza pretendida, hipótese sobre a forma de dependência imaginando, em particular, casos limite de fácil interpretação física;
- elaborar e explicar possíveis estratégias de resolução antes de proceder a esta;
- verbalizar ao máximo a resolução, fundamentando o que se faz e evitando operativismos carentes de significado físico;
- analisar cuidadosamente os resultados à luz das hipóteses e dos casos limite.

A finalizar importa referir que de modo algum se pretende que não se proponha aos alunos a resolução de exercícios. O que se pretende é sensibilizar para a necessidade de dar menos ênfase à resolução de exercícios e mais à resolução de problemas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] GIL PÉREZ, D.; MARTINEZ TORREGROSA, J.; SENENT PÉREZ, F. (1988), El fracaso en la resolución de problemas de física: una investigación orientada por nuevos supuestos, *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), (131-144).
- [2] CRUZ, M. N. (1989), Desenvolvimento das capacidades metacognitivas e resolução de problemas, *Gazeta de Física*, vol. 11, fasc. 2, (51-55).
- [3] VALENTE, M. O.; NETO, A. J.; VALENTE, M. (1990), Resolução de problemas em física — necessidade de uma ruptura com a didáctica tradicional, *Gazeta de Física*, vol. 12, fasc. 2, (70-78).
- [4] VILLANI, A. (1992), Conceptual change in Science and Science Education, *Science Education*, 76(2), (223-237).
- [5] GIL PÉREZ, D. (1993), Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un método de enseñanza/aprendizaje como investigación, *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), (197-212).
- [6] HURD, P. D. (1987), Ciência-Tecnologia-Sociedade: um novo contexto para o ensino da ciência no secundário, *Revista CTS*, n.º 2, (50-55).
- [7] CAMPBELL, B.; LAZONBY, J.; MILLAR, R.; NICOLSON, P.; RAMDSEN, J.; WADDINGTON, D. (1994), A case study of the Process of Large Scale Curriculum Development, *Science Education*, 78(5), (415-447).
- [8] CACHAPUZ, A. F. (1995), Ensino da Química na perspectiva de trabalho científico: o exemplo da termodinâmica, *Química Nova*, 18(1), Sociedade Brasileira de Química, (91-96).
- [9] GARRET, R. M. (1995), Resolver problemas en la enseñanza de las Ciencias, in *La Resolución de Problemas*, alambique, Barcelona, editorial Graó, (6-15).
- [10] KULM, G. (1990), New Directions for Mathematics Assessment, in KULM, G. (Ed.), *Assessing Higher Order Thinking in Mathematics*, Washington, DC: American Association for the Advancement of Science, (71-78).
- [11] WATTS, M. (1993), Constructivism, Re-constructivism and Task-orientated Problem-solving, in *The Content of Science. A Constructivist Approach to its Teaching and Learning*, London, Falmer Press, (39-58).
- [12] LOPES, J. B. (1994), *Resolução de Problemas em Física e Química. Modelo para Estratégias de Ensino-aprendizagem*, Lisboa, Texto Editora.
- [13] GOUVEIA, R.; COSTA, N.; LOPES, J. (1995), A Evolução do Conceito de Problema em Acções de Formação de Professores de Física e Química, Aveiro, *CIDInE*, (69-86).
- [14] CORRÊA, M. S. (1996), *Resolução de Problemas em Física antes e após a Reforma Curricular*, Tese de Mestrado, Universidade do Minho.

#### OUTRA BIBLIOGRAFIA

CACHAPUZ, A.; ROCHA, J.; JESUS, H. (1989), Química e Ambiente — como de um problema ambiental se constitui uma estratégia de ensino do conceito de reacção química — ensino básico, *Boletim da SPQ*, Série II, n.º 38, (61-63).

- GARCIA, R. M.; FAVIERES, A. (1995), Aprender y enseñar problemas de Física y Química, in *La Resolución de Problemas*, alambique, Barcelona, Graó, (46-52).
- GIL, D.; MARTINEZ TORREGROSA, J.; RAMIREZ, L.; DUMAS CARRÉE, A.; GOFFARD, M.; CARVALHO, A. M. P. (1992), Questionando a didáctica de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo, *Caderno Catarinense do Ensino da Física*, vol. 9, n.º 1, Florianópolis, (7-19).
- HODSON, D. (1994), Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio, *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), (299-312).
- JIMÉNEZ, J. M. S. (1995), Comprender el enunciado. Primera dificultad en la resolución de problemas, in *La resolución de problemas*, alambique, Barcelona, Graó, (37-45).
- MARTIN, V. R.; MAS, C. F. (1990), O modelo de resolução de problemas como investigação, *Boletim da SPQ*, Série II, n.º 41, (11-16).
- NARODE, R. (1989), Testing and teaching for critical thinking, *Revista Portuguesa de Educação*, n.º 2, vol. 2, (87-94).
- POZO, J. I.; POSTIGO, Y.; GÓMEZ, M. A. (1995), Aprendizaje de estrategias para la solución de problemas em Ciencias, in *La Resolución de Problemas*, alambique, Barcelona, Graó, (16-26).
- VÁSQUEZ, R. M.; MARTINEZ, A. F. (1995), Aprender e enseñar problemas de Física y Química, in *La Resolución de Problemas*, alambique, Barcelona, Graó, (46-58).

Regina dos Anjos Sousa Gouveia é licenciada em Ciências Físico-Químicas, Professora do quadro de nomeação definitiva do 4.º Grupo A na Escola Secundária Carolina Michaëlis, e orientadora de Estágio do ramo educacional da Universidade do Porto.

#### CÓDIGOS BRAILLE PARA ALUNOS CEGOS

Convém que professores de Física ou Química tenham conhecimento dos códigos "Braille" que permitem aos alunos cegos transcrever de modo puramente linear, isto é, sem deslocar sinais para cima ou para baixo, as equações das leis físicas e fórmulas de química. Esses códigos estão publicados em **Braille**, pelo Instituto São Manuel do Porto, com o título "Grafia Matemática Braille" e "Grafia Química Braille", respectivamente.

As transcrições em **tinta** destas duas grafias existem no Centro de Recursos do Ensino Especial (Departamento de Ensino Básico — N.O.E.E.E.), Av. 24 de Julho n.º 138-4.º Esq.º — 1350 Lisboa.

Em caso de dúvida ou de qualquer outra dificuldade poderão os referidos professores contactar o autor das referidas transcrições: Rogério Gomes Carpentier — Escola Secundária de Silves — 8300 Silves.