

DISTORÇÃO DO PAPEL DA MATEMÁTICA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE FÍSICA

KARAM AVELAR SOTOMAIOR, R. (1)

Departamento de Metodologia do Ensino e Educação Comparada. Universidade de São Paulo
karam@usp.br

Resumen

A importância da resolução de problemas para a ciência tem inspirado pesquisadores em educação a pensar estratégias didáticas centradas nesse processo. Porém, problemas científicos são diferentes dos cotidianos, uma vez que a resolução daqueles envolve processos de raciocínio extremamente elaborados e estruturados em uma linguagem matemática. Considerando que a Matemática estrutura o pensamento físico, apresentamos uma crítica à ingênua função ferramental comumente atribuída à matematização e a uma artificial tentativa de distinção entre problemas matemáticos e científicos presentes em trabalhos sobre o tema Resolução de Problemas. Em contrapartida, defendemos que as estratégias didáticas devem visar o desenvolvimento de habilidades que permitam ao estudante apreender teoricamente o real através de uma estruturação matemática.

Objetivos

Para Bachelard, “todo conhecimento é resposta a uma questão”, ou seja, a um problema. Devido a esta estreita relação entre o desenvolvimento do conhecimento científico e a Resolução de Problemas, este tema tem sido abordado por diversas pesquisas educacionais.

Resolver problemas faz parte da atividade cotidiana de todos, porém, os problemas científicos são nitidamente diferentes dos problemas enfrentados pelo cidadão comum, uma vez que a resolução daqueles

envolve processos de raciocínio extremamente elaborados e estruturados em uma linguagem matemática.

O objetivo do presente trabalho é questionar alguns aspectos presentes na visão defendida por Pozo e Crespo (1998) sobre a concepção do raciocínio quantitativo e do papel de problemas quantitativos no ensino de ciências (especificamente de física). A nosso ver, existe uma concepção ingênua/ferramental no que diz respeito às relações entre o conhecimento matemático e o físico. Esboçamos uma abordagem alternativa, baseada no desenvolvimento de habilidades estruturantes, como uma possível solução para corrigir essa distorção e ampliar a compreensão dos estudantes em relação ao papel da matemática na física.

Marco teórico

Dentre as possibilidades de classificação de problemas, Pozo e Crespo (1998) defendem que no ensino de ciências os problemas escolares podem ser classificados em três grupos: *problemas qualitativos*, *problemas quantitativos* e *pequenas pesquisas* (p. 78). Em função dos objetivos deste trabalho, analisaremos somente os quantitativos:

Problemas quantitativos – segundo Pozo e Crespo, ao resolver esse tipo de problemas, o aluno deverá **manipular dados numéricos** e trabalhar com eles para chegar a uma solução. Assim, a estratégia de resolução destes problemas está fundamentalmente “baseada no cálculo matemático, na comparação de dados e na utilização de fórmulas” (p.80).

Os autores mencionam que este tipo de problema é o mais comum no contexto da educação científica e destacam as vantagens de sua abordagem:

“Geralmente, [os problemas quantitativos] são um meio de treinamento que, ao familiarizar os alunos com o **manejo de uma série de técnicas e algoritmos**, ajuda-os a fornecer-lhes os instrumentos necessários para abordar problemas mais complexos e mais difíceis. A **quantificação**, por sua vez, permite **estabelecer relações simples entre as diversas magnitudes científicas**, o que facilita a compreensão das leis da natureza” (p.80).

Este trecho já evidencia uma supervalorização da quantificação e, em nossa opinião, reflete uma visão ingênua/distorcida em relação ao papel da matemática na estruturação do pensamento físico. Porém, é quando os autores pretendem destacar as desvantagens do uso de problemas quantitativos na educação científica, que a concepção de matemática como uma “mera” ferramenta fica ainda mais evidente:

“Nos problemas quantitativos aparecem juntos, em muitos casos, **superpostos o problema matemático e o problema científico. Onde está a fronteira entre eles? Onde termina um e começa o outro?** [...] os alunos consideram ter resolvido um problema quando obtêm um número (solução matemática), sem parar para pensar no significado desse número dentro do contexto científico no qual está enquadrado o problema (solução científica)” (p.81).

No final de sua apresentação sobre o uso de *problemas quantitativos* no ensino de ciências, Pozo e Crespo (1998) revelam claramente suas concepções em relação ao papel desempenhado pela matemática na resolução de problemas físicos, evidenciando assim o caráter de “simples” ferramenta/instrumento que

estes autores associam a ela:

“Se quisermos ensinar ciências e ensinar a resolver problemas de ciências, devemos levar em consideração que os **dados numéricos e as fórmulas são um simples instrumento de trabalho** que nos ajuda a encontrar o sentido do problema e a sua solução. O sentido está além dos valores numéricos” (p.82).

Análise Epistemológica

Defendemos que essa postura reflete uma concepção ingênua quanto à relação entre física e matemática e traz sérias implicações para o ensino de ciências. Pretendemos argumentar que Pozo e Crespo defendem uma separação entre problema matemático e problema físico a qual julgamos artificial e equivocada. Para sustentar nossos argumentos, recorreremos inicialmente a Roque (2005):

“Uma análise que **considere separadamente os aspectos físico e matemático de um problema** pressupõe, mesmo que implicitamente, que a Física trabalha com a realidade, ao passo que a Matemática deve fornecer as condições formais para a descrição física desta realidade. O preço dessa suposição é o de relegar, ao mesmo tempo, a Física a um saber incapaz de se legitimar a si mesmo e a Matemática a uma abstração, a uma mera formalização sem mundo. **Este preço é alto, pois tem por consequência um enfraquecimento de ambas, tanto da Matemática como da Física**” (ROQUE, 2005, p. 292).

Nessa mesma linha, encontramos críticas semelhantes proferidas por Henri Poincaré:

“O matemático não deve ser para o físico um simples fornecedor de fórmulas; é preciso que haja entre eles uma colaboração mais íntima. A física matemática e a análise pura não são apenas potências limítrofes, que mantêm relações de boa vizinhança; **penetram-se mutuamente, e seu espírito é o mesmo** (POINCARÉ, 1995, p. 90)”.

Quando consideramos os avanços da física moderna e contemporânea, a relação de impregnação entre física e matemática fica ainda mais evidente:

“A teoria física não é algo ao qual a matemática pode ser adicionada externamente, e assim possibilitando o questionamento sobre sua eventual efetividade. As teorias da física moderna e contemporânea são signos físico-matemáticos. Eles são algo que **não pode ser dividido em uma parte matemática e uma não matemática**. [...] Assim, refletir sobre o problema da efetividade da matemática é refletir sobre um falso-problema, ou seja, o **problema não existe uma vez que matemática é uma parte indivisível da física moderna e contemporânea**” (BONIOLO e BUDINICH, 2005, p. 86).

Se a matemática fornecesse apenas “simples fórmulas” para manipular os “dados numéricos”, como argumentam Pozo e Crespo, isso indicaria que o físico poderia até prescindir de um uso mais “íntimo” da mesma. Contrariando essa visão, recorreremos novamente a Poincaré para refletir:

“A Análise Matemática [...] não será, portanto, um jogo inútil do espírito? Ela só pode dar ao físico uma

linguagem cômoda; não será esse um serviço medíocre, do qual se poderia até prescindir? E não seria até mesmo o caso de temer que essa linguagem artificial seja um véu entre a realidade e o olho do físico? Longe disso: **sem essa linguagem, a maior parte das analogias íntimas das coisas permaneceria para sempre fora de nosso conhecimento**; e teríamos sempre ignorado a harmonia interna do mundo, que é a única verdadeira realidade objetiva” (POINCARÉ, 1995, p. 8).

Conclusões

As profundas inter-relações entre matemática e a física têm contribuído intensamente para o desenvolvimento de ambas. Assim, enfatizar a separação entre os aspectos matemático e físico de um problema implica em distorcer a própria natureza da Ciência.

Nossa proposta é que seja repensada a maneira como a matemática vem sendo utilizada nas estratégias de resolução de problemas. Sem considerar o caráter estruturador da mesma, as estratégias ensinadas aos alunos não serão capazes de revelar a maneira como os problemas são resolvidos na Ciência. Nesse sentido, estamos em sintonia com a defesa de Pietrocola:

“Se a matemática é a linguagem que permite ao cientista estruturar seu pensamento para apreender o mundo, o ensino de ciências deve propiciar meios para que os estudantes adquiram esta habilidade. [...] **não se trata apenas de saber Matemática** para poder operar as teorias físicas que representam a realidade, mas **saber apreender teoricamente o real através de uma estruturação matemática**” (PIETROCOLA, 2002, p.110-111).

Referências bibliográficas

BONIOLO, G.; BUDINICH, P. (2005); The Role of Mathematics in Physical Sciences and Dirac's Methodological Revolution. In BONIOLO, G.; BUDINICH, P.; TROBOK, M. *The Role of Mathematics in Physical Sciences — Interdisciplinary and Philosophical Aspects*. Dordrecht: Springer.

PIETROCOLA, M. (2002) *A Matemática como estruturante do conhecimento físico. Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. v.19, n.1, p.93-114.

POINCARÉ, H. (1995) *O Valor da Ciência*. Rio de Janeiro: Contraponto.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. (1998) A Solução de Problemas nas Ciências da Natureza. In: POZO, J. I. (org) *A Solução de Problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: ArtMed.

ROQUE, T. (2005) Estabilidade: exigência física ou formalidade matemática? In: *Filosofia, Ciência e história: uma homenagem aos 40 anos de colaboração de Michel Paty com o Brasil* – PIETROCOLA, M. e FREIRE JR., O. (org) São Paulo: Discurso Editorial.

CITACIÓN

KARAM, R. (2009). Distorção do papel da matemática na resolução de problemas de física. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 1763-1766
<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-1763-1766.pdf>