

LINGUAGENS COMUM E MATEMÁTICA EM FUNCIONAMENTO NO ENSINO DA FÍSICA

Maria José P.M. de Almeida¹
gepCE FE UNICAMP
email:mjpma@turing.unicamp.br

Resumo

Focalizamos duas linguagens, a comum e a matemática, em funcionamento no ensino da Física. E, à luz da noção de obstáculo epistemológico, como é tratado no trabalho de Gaston Bachelard, e da conceituação de sistema de representação, entendida em Emilia FerreIro, argumentamos a favor do trabalho paralelo e contínuo com as duas linguagens, pensando principalmente no ensino médio. Ressaltamos, no funcionamento de cada uma dessas linguagens, características mediadoras da internalização de saberes da Física.

As duas linguagens

São crescentes as pesquisas na Educação em Física relacionando o ensino dessa disciplina e questões de linguagem, e uma afirmação registrada por Leader (1981), " Cada disciplina tem sua linguagem, e quer ele queira quer não, todo professor inicia seus alunos no uso de alguma forma dessa linguagem"_{p.65}, basta para justificar a preocupação dos pesquisadores com o assunto.

Esse autor, já no início dos anos 80 comentava a alfabetização científica lembrando que o vocabulário da Física introduz palavras novas, e faz uso diferenciado de muitas das palavras comuns. Também remetia para o estilo da linguagem e fazia notar a importância da linguagem matemática na Física.

A recomendação de que "devemos manter a natureza precisa do pensamento da Física preservando-nos de adotar uma linha rígida distante da vida e mesmo do que os físicos dizem"_{p.65}, bem como a sua afirmação da importância do professor descobrir como a língua é usada na vida real, mostram a natureza das preocupações pedagógicas do autor com relação à linguagem.

Avançando em relação às preocupações até aqui expostas Robilotta (1985) aponta a natureza constitutiva da linguagem matemática na Física ao afirmar que negligenciar ou dar papel secundário ao formalismo matemático "(...)corresponderia a apresentar aos estudantes uma caricatura pobre da Física, já que esta é estruturada em termos matemáticos e é praticamente impossível saber Física sem se dominar essa estrutura."_{p.III114}

A natureza diferenciada da linguagem em diferentes áreas de conhecimento é apontada por Orlandi (1996) quando a autora afirma que "Toda a ciência tem de ter uma metalinguagem, pela qual estabelece suas definições, conceitos, objetos e procedimentos de análise"_{p.16}. A autora também diferencia dois tipos de linguagem: "Há metalinguagens formais (que usam símbolos abstratos, como a física, por exemplo (...)) e há metalinguagens não

¹ Apoio CNPq

formais (que usam a linguagem ordinária (...))^{p.16}. A autora remete, desse modo, tanto para a especificidade da linguagem de cada área de conhecimento, a sua metalinguagem, quanto para a possibilidade de que essa metalinguagem seja a linguagem ordinária, ou uma linguagem que se utiliza de símbolos abstratos, ou seja, uma linguagem formal.²

A metalinguagem em que a Física é constituída, a linguagem matemática, é formal, mas isto não significa que os cientistas não se utilizem também da linguagem comum, no seu dia a dia, enquanto constroem a Física e ao divulgá-la.

Nossa preocupação é com um processo específico de divulgação da Física, o seu ensino, e, especialmente, nossa reflexão aqui nos remete para questões mais presentes no processo de ensino da Física no grau médio.

Argumentamos a favor do trabalho paralelo e contínuo com as duas linguagens nesse ensino, procurando entender o funcionamento de cada uma, comum e matemática, nesse trabalho.

O ideário escolar

Se para o físico é bastante evidente a linguagem em que o seu trabalho é realizado, o mesmo parece não ocorrer no trabalho escolar no ensino médio.

Conversas informais e respostas, a questões de entrevistas semi-estruturadas, fornecidas por professores, nos fizeram visualizar um quadro no qual é grande a expectativa do professor de que os seus alunos "saibam matemática". Esse é considerado por eles um pré-requisito para que os estudantes possam resolver os exercícios que, a assistência a aulas nesse nível demonstra, ocuparão a maior parte do tempo escolar. Esses exercícios também são o foco principal, às vezes o único, das avaliações.

Por outro lado, é grande a expectativa do professor de que os alunos "entendam a Física", o que muitas vezes é explicitado como "saber conceitos", e que, mais formalmente, para o pesquisador, professor ou não do ensino médio, tem sido tema de grande parte das pesquisas na área de Educação em Física, sob o título de mudança conceitual.

Note-se que as estratégias de ensino e os diferentes instrumentos utilizados nessas pesquisas utilizam a linguagem comum.

Pode-se também inferir de alguns discursos, sobre a prática pedagógica em aulas de Física, uma certa expectativa de que os estudantes resolverão bem exercícios se "souberem" conceitos. E aqui, também, podemos facilmente encontrar alunos resolvendo a maioria dos "problemas" inseridos nos manuais didáticos, e com dificuldade em resolver questões conceituais segundo a teoria aceita pela Física. Ou, ainda, podemos encontrar alguns estudantes discorrendo sobre questões "filosóficas" da Física e que têm dificuldade para resolver exercícios referentes ao mesmo tema.

² Estamos nos referindo, nesta reflexão, à linguagem ordinária como linguagem comum.

Se consideradas essas observações, notamos que não é evidente a contribuição das linguagens comum e matemática para a internalização de conhecimentos da Física no ensino médio.

Lingagem como representação

No estudo, Ricon e Almeida (1991), que visou compreender aspectos do funcionamento da leitura de textos em linguagem comum nas aulas de Física, argumentamos a favor dessa leitura ressaltando a possibilidade que ela pode propiciar a aproximação entre a Física e a vida do aluno, mas ressaltamos a importância das concepções de linguagem com que se realiza o trabalho pedagógico.

Num outro estudo, Almeida e Ricon (1993), procuramos mostrar aspectos positivos do uso de textos de divulgação científica e literários em aulas de Física, mas questionamos esse uso se o destaque e valorização for apenas para "algumas informações contidas num texto, sem se considerar as interpretações do estudante"^{p.13}, ou se as avaliações se pautarem na memorização de informações contidas no texto. Questionamos também a expectativa de resultados imediatos da leitura. Esses questionamentos apontam para a necessidade de, no trabalho pedagógico, se ter em conta a natureza das concepções de ensino.

Os dois estudos que acabamos de citar se sustentaram em algumas noções teóricas, mas se basearam essencialmente em dados empíricos.

É nosso propósito aqui refletirmos sobre as duas linguagens, comum e matemática, a partir das seguintes noções teóricas: representação, obstáculo epistemológico e processos de continuidade e ruptura.

Iniciamos pela noção de representação, no entendimento de Emilia Ferreiro.

Dado que a Física é construída na linguagem matemática, sem ao menos um certo conhecimento dessa linguagem não será possível precisar o conhecimento construído historicamente por essa disciplina, nem avançar no sentido do conhecimento racional formalizado.

Admitimos que a apropriação da estrutura, símbolos e operações da linguagem matemática em funcionamento na Física não é a apropriação de um simples código, é um sistema de representação. Este sistema não é idêntico à realidade que representa, possui algumas propriedades dessa realidade e exclui outras, e a sua construção supõe processos de diferenciação.

Nas palavras de Ferreiro (1985):

A construção de qualquer sistema de representação envolve um processo de diferenciação dos elementos e relações reconhecidas no objeto a ser apresentado e uma seleção daqueles elementos e relações que serão retidos na representação.^{p.10}

Obstáculo epistemológico, continuidade e ruptura

A contribuição de Gaston Bachelard não se restringiu ao campo da epistemologia. é bastante evidente em sua obra a preocupação pedagógica. Ele afirma, por exemplo, em Bachelard (1977) que:

*O ato de ensinar não se destaca tão facilmente quanto se crê da consciência de saber e precisamente quando nos for necessário garantir a objetividade do saber por um apoio na psicologia da inter-subjetividade veremos que o racinolismo docente exige aplicação de um espírito a outro (...)*p.19

Na obra de Bachelard também encontramos inúmeros elementos para reflexão sobre o papel da linguagem matemática na construção da Física. Ele afirma , por exemplo, em Bachelard (1977) que as variações fenomenológicas da Física "designam as variáveis matemáticas do fenômeno" p.82, e aponta que os avanços do físico devem-se a possibilidades reveladas pelo estudo matemático, dizendo que o cientista contemporâneo se baseia na compreensão matemática do conceito fenomenal.

Bachelard também aponta a natureza constitutiva da matemática na construção científica. É sua, em Bachelard, (1977) a afirmação de que "O matematicismo já não é descritivo e sim formador. A ciência da realidade já não se contenta com o como fenomenológico, ela procura o porquê matemático" p.8

Mas o nosso interesse maior aqui, na obra de Bachelard, é nas noção de obstáculo epistemológico e nos processos de continuidade e ruptura por ele discutidos.

O conceito de obstáculo epistemológico é fundamental na argumentação de Bachelard(1996). Ele afirma que na procura das condições psicológicas do progresso da Ciência chega-se "...à convicção de que *é em termos de obstáculo que o problema do conhecimento científico deve ser colocado.*" p17. Obstáculos que para o autor estão associados a dados sensoriais, que dificultam o pensamento racional e são causas de inércia, mas são necessários, pois "...o ato de conhecer dá-se *contra* um conhecimento anterior..." p17. Cardoso (1985) sintetiza assim a descrição que Bachelard faz da superação do espírito pré-científico - que ele, Bachelard, considera dominante até o século XVIII - com a formação do espírito científico:

Antes, pois, de ter opinião, um espírito científico deve saber levantar problemas, criar hipóteses fecundas, as quais não devem confirmar seu saber, mas contradizê-lo. Por outro lado, toda a idéia científica demasiado familiar possui um concreto psicológico excessivamente pesado, responsável por um emaranhado de analogias, imagens e metáforas. p19

Em Bachelard (1996) o autor afirma explicitamente que o espírito científico "...deve lutar sempre contra as imagens, contra as analogias, contra as metáforas." p48. Ao dizer isso, bem como na importância que atribui à superação da experiência primeira, é fundamental o significado que o autor imprime a *lutar contra* - o sentido é o da instauração do conflito. Mas para que uma luta ocorra é necessário haver contra o que lutar. Uma luta de natureza

intelectual exige um sujeito pensante, não ocorre se esse sujeito não se tiver colocado um problema - possivelmente como consequência do estabelecimento de um conflito entre um modo de ver o mundo e um novo modo, que possibilita a ruptura com o pensamento antigo.

Na síntese de Cardoso (1985) sobre obstáculos epistemológicos ele conclui que: “Através da exposição dos obstáculos epistemológicos, verifica-se que o espírito científico formou-se retificando erros.”^{p26}. Ou seja, a ruptura entre conhecimento sensível e conhecimento científico é necessária.

No processo para chegar a essa ruptura, imagens, metáforas e analogias permitem a continuidade do processo de pensamento a partir da experiência primeira. Enquanto que situações de conflito contribuem para a ruptura com essa experiência, superação dialética que inclui e nega o sensível, o imediato.

E no ensino da física

Aproximando-nos mais da questão propriamente do ensino, algumas colocações do estudo realizado por Santos (1991) num trabalho em que desenvolve o paradigma da mudança conceitual, à luz da epistemologia bachelardiana, a autora refere-se à linguagem comum afirmando “...que a linguagem corrente induz, conserva e reforça traços de concepções alternativas relacionadas com a linguagem do dia-a-dia com sentido subtilmente diferente da linguagem da ciência.”^{p141}. No mesmo trabalho caracteriza o projeto pedagógico de Bachelard como essencialmente dialético e descontinuista, e, ainda inspirada na pedagogia bachelardiana, diz que:

“O conhecimento das idéias privadas dos alunos é indispensável ao seu tratamento didático; é indispensável à construção de estratégias de ensino/aprendizagem que permitam, ao aluno, construir um conceito científico a partir de uma concepção alternativa, através dela, mas também contra ela. ...”^{pp191-192}.

A partir dessa visão, voltando-nos para a questão do funcionamento da linguagem no ensino da Física, notamos que: as estratégias utilizadas por pesquisadores da Educação em Física, para chegarem às concepções alternativas dos estudantes, e os diálogos estabelecidos em sala de aula por professores que procuram considerar as opiniões dos alunos na sua ação docente, servem-se da linguagem comum. Mas, é fato também que o conhecimento científico implica o uso de uma metalinguagem, a linguagem matemática, no caso da Física. Dessa forma, a partir das idéias aqui expostas, julgamos pertinente, num projeto pedagógico que suponha a visão bachelardiana sobre a construção do conhecimento racional e que compreenda a linguagem como um sistema de representação, se atribuir importância e trabalhar os papéis possíveis para as duas linguagens, comum e matemática, na construção do conhecimento racional.

A comum prestando-se à busca das concepções alternativas e ao estabelecimento de relações que permitem a continuidade do pensar, mas também servindo à mediação do professor no estabelecimento de conflitos com as idéias primeiras.

E, visto que sem a linguagem matemática não será possível precisar o conhecimento construído historicamente pela Física, como viabilizar o avanço no sentido do conhecimento racional formalizado sem trabalhar essa linguagem?

Assim, se pensarmos a linguagem matemática como um sistema de representações, se admitirmos que não há continuidade e sim ruptura entre o conhecimento pré-científico e o conhecimento científico, e se a linguagem da Física for vista como uma estrutura a ser apreendida, estrutura que possui peculiaridades em se tratando do conhecimento produzido em Física, então, concluímos sugerindo a importância de um trabalho contínuo com a linguagem matemática da Física para que seja possível a internalização de conteúdos dessa disciplina, incluindo as próprias condições de produção desse conhecimento.

Consideramos as reflexões aqui, apresentadas, apenas o início de um estudo que julgamos necessário, um estudo que indique caminhos, que embora paralelos, possam se cruzar para a mediação pedagógica com as duas linguagens, comum e matemática, em aulas de Física.

Bibliografia

ALMEIDA, M. J. P. M.; RICON, A. E. (1993) Divulgação científica e texto literário: uma perspectiva cultural em aulas de física. *Cadernos Catarinense de Ensino de Física*. 10(1)pp7-16

BACHELARD, G. (1996) *A formação do espírito científico*. Contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto.

_____. *O racionalismo aplicado* (1977) Rio de Janeiro. Zahar editores.

CARDOSO, W. (1985) Os obstáculos epistemológicos segundo Gaston Bachelard. *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*. 1 pp19-26

FERREIRO, E. (1985). *Reflexões sobre alfabetização*. São Paulo: Cortez Editores Associados, 6a ed. Trad.: Horácio Gonzalez.

LEADER, M. (1981) The language of Physics. *Physics Education*, 16 p65

LOPES, A. R. C. BACHELARD: O Filósofo Da Desilusão, *Cad. Cat. De Ens. De Fís.* 13 (3) 248 - 273

ORLANDI, E. P. *A Linguagem E seu Funcionamento*. São Paulo: Editora Brasiliense

_____. (1986) *O que é a linguística*. São Paulo: Editora Brasiliense.

RICON, A. E.; ALMEIDA, M. J. P. M. (1991) Ensino de física e leitura: *Leitura: Teoria & Prática*. 10(18)pp7-13

ROBILOTTA, M.R. (1985) *Construção e realidade no ensino de Física*. Instituto de Física, Universidade de São Paulo

SANTOS, M. E. V. M. (1991) Mudança conceptual na sala de aula. Um desafio pedagógico. Lisboa: Livros Horizonte