

LEITURA DE UM TEXTO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: UM EXEMPLO EM GRAVITAÇÃO

Henrique César da Silva

Introdução

Os textos de divulgação científica vêm sendo apontados como exemplos de possibilidades alternativas ao livro didático (Almeida e Ricon, 1993). Com relação a esse tipo de texto, a diversidade encontrada é muito grande: há textos escritos por jornalistas com ou sem formação científica publicados em jornais e revistas populares; há textos escritos por cientistas publicados em revistas de divulgação científica como é o caso da *Ciência Hoje*; há textos escritos por cientistas que enfocam temas recentes da pesquisa em física como *O universo inflacionário* de Alan Guth, textos que enfocam temas da física moderna como *O incrível mundo da física moderna* de G. Gamow, textos que abarcam quase todos os principais assuntos da física numa abordagem histórica como *A dança do universo* de Marcelo Gleiser.

A diversidade também pode ser olhada por outros ângulos: textos de divulgação que focalizam os resultados do conhecimento científico, textos que enfocam o desenvolvimento dos diferentes raciocínios científicos ao longo da história, como *A evolução da física* de A. Einstein e L. Infeld.

Entre os argumentos apontados para defender o uso de textos de divulgação científica encontramos: o maior envolvimento e participação dos alunos nas atividades em classe com o uso de linguagem comum que caracteriza esses textos; o papel do ensino na formação do sujeito-leitor, capaz de, ao sair da escola, continuar a obter e checar informações de natureza científico-tecnológica; a apresentação de conceitos de forma contextualizada, ou seja, não destacados, fragmentados e isolados, como nos livros didáticos (Almeida e Ricon, 1993).

Neste trabalho, analisamos um texto de divulgação científica, *A gravidade*, escrito por um físico, Hans C. von Baeyer.

Trata-se de uma leitura que não tem a pretensão de ser modelo para uma leitura

realizada por alunos, mas que aponta possibilidades de funcionamento do texto em sala de aula, possibilidades que não estão dadas, precisam ser construídas, elaboradas, nas interações em aula.

Esta leitura/análise do texto se baseia tanto numa concepção de linguagem e leitura, pautada na linha francesa da Análise de Discurso, como numa concepção de conhecimento científico e de ensino e aprendizagem da ciência, pautada na epistemologia histórica e pedagógica de Gaston Bachelard.

Nossa leitura desse texto se dá, antes de tudo, no sentido do ensino, ou seja, analisamos o potencial dialógico intrínseco ao texto, na perspectiva de seu uso para aprender física.

Na concepção discursiva de leitura da análise de discurso,

"há um leitor virtual inscrito no texto. Um leitor que é constituído no próprio ato da escrita. Em termos do que denominamos "formações imaginárias" em análise de discurso, trata-se aqui do leitor imaginário, aquele que o autor imagina (destina) para seu texto e para quem ele se dirige. Tanto pode ser um seu 'cúmplice' quanto um seu 'adversário'". (Orlandi, 1988, p.9)

Em Bakhtin, o dialogismo é a condição do sentido do discurso. "Os textos são dialógicos porque resultam do embate de muitas vozes sociais." (Barros e Fiorin, 1994). No texto que analisamos procuramos distinguir as diversas vozes presentes, em termos de sua racionalidade, no sentido bachelardiano. Embora o componente epistemológico não seja o único aspectos interveniente no ensino, nesta nossa leitura do texto, iremos nos deter mais especificamente nesse aspecto.

Coerente com uma perspectiva discursiva de leitura, procuramos por indícios de um leitor-virtual inscrito no texto, procurando verificar como o autor dialoga com esse leitor e que imagem constrói nesse diálogo.

SÃO DIVERSOS OS ASPECTOS QUE PODEM SER CONSIDERADOS NA ESCOLHA E SELEÇÃO DE TEXTOS PARA TRABALHO EM SALA DE AULA.

Henrique César da Silva é doutorando na Faculdade de Educação/Unicamp, membro do Grupo de Estudo e Pesquisa em Ciência e Ensino - gepCE. -E-mail: henri@turing.unicamp.br

Análise do texto

Para efeito de análise, dividimos o texto em cinco partes, descrevendo as características de cada uma delas em separado.

A primeira parte compreende da página 17 à 18, ou seja, os dois primeiros parágrafos do texto. O autor inicia falando sobre Einstein, notadamente fazendo referência à sua imagem pública, popular, mítica: "(...) o mundo inteiro assistiu às comemorações do centésimo aniversário de nascimento de Albert Einstein." De certo, a figura de Einstein é um ícone da cultura do século XX, estampada em camisetas, posters, associada a comerciais de TV: "há mais de meio século o nome de Einstein é uma palavra familiar que extrapola os limites da comunidade de físicos". É com a imagem de Einstein que autor (pertencente à comunidade de físicos) e leitor (leigo) têm inicialmente algo em comum. A imagem de Einstein é lembrada pelo autor de forma muito nítida, não apenas em seus traços físicos ("o seu rosto cândido", "uma desgrenhada madeixa branca de cabelo, que permanecia em pé como que eletrificada por excesso de inteligência"), como em seus traços de personalidade (genialidade, "gentileza humana", "humildade" e "decência"), que compõem conjuntamente sua imagem mítica.

O leitor virtual do texto é parte de um mundo cultural do qual a ciência faz parte. É supondo esse leitor e o inscrevendo em seu texto que o autor procura se aproximar do leitor real.

O leitor é logo levado a pensar no que sabe, no que conhece: a imagem de Einstein, tornando o texto convidativo. E, simultaneamente o primeiro parágrafo apresenta o que não se sabe, o que não se conhece de Einstein, o seu trabalho: "incompreensível para os leigos". Assim inicia o segundo parágrafo: "os mistérios que ocuparam Einstein durante toda a sua vida podem ser sintetizados em três perguntas: O que é espaço? O que é tempo? O que é gravidade?" Seu trabalho não foi dar as respostas a essas perguntas, mas descobrir relações entre essas idéias. Desta forma o texto sintetiza a essência do tema do principal trabalho de Einstein, a sua Teoria da Gravidade (Teoria da Relatividade Geral). Em síntese, após

um convite à leitura, o autor coloca seu tema principal, o objeto do texto.

A segunda parte compreende da página 18 ao início da 20. Nesta parte, o autor expõe o objeto de que trata a teoria da gravidade, explicitando aspectos do *nosso* cotidiano relacionados com a gravidade. Chamamos a atenção a linguagem com que trata o conceito: a gravidade "vence"; "a primeira vitória sobre a gravidade", "às vezes, esse pequeno conflito se transforma em uma batalha e termina em derrota." São termos que aludem às nossas ações cotidianas, desde que nascemos (há a figura de um bebê deitado sobre um colchão), à nossa experiência primeira, imediata, e tão cotidiana que não nos damos conta. O conceito ganha então uma generalidade que se estende, na página 19, para além das nossas sensações: "o mundo é moldado pela gravidade" e não apenas o nosso corpo, as nossas ações diárias, mas também a Terra, os vulcões, as montanhas, a forma das coisas, das estrelas, das galáxias. Nos termos "vencer", "lutar", "aglutinar", podemos entrever a idéia de força. Uma força, no entanto, invisível, da qual só podemos perceber, com nosso corpo, nossa luta contra ela. Mas o conceito de força extrapola o nosso corpo. Enfim, a gravidade é universal!

O autor leva, assim o leitor a sentir o conceito em seu corpo em sua experiência diária e ao mesmo tempo, a extrapolar essa sensação para o corpo da Terra, para tudo que é material, para as formas do Universo. De um lado o autor vai ao encontro do leitor em sua experiência primeira, mas, de outro produz um deslocamento ao ampliar essa "experiência" para as coisas, a Terra, o Universo. Não se trata ainda de uma ruptura, mas esta extensão prepara o leitor para o conceito de ação à distância.

O leitor virtual do texto é parte de um mundo, universo onde a gravidade está presente sempre e seu primeiro conhecimento é "experimental" no sentido de uma experiência dada, primeira, e não construída.

Na terceira parte do texto, que compreende os dois primeiros parágrafos da página 20, o autor expõe uma concepção construída sobre a

A PALAVRA GRAVIDADE JÁ
FAZ PARTE DO NOSSO
COTIDIANO CULTURAL

gravidade: a concepção aristotélica. Ao mesmo tempo que expõe a racionalidade aristotélica, "*Aristóteles ensina que o movimento natural das coisas pesadas é descendente em direção ao centro da Terra, uma situação deveras tranquilizadora*", expõe também a sua crítica. A razão aristotélica não explica a gravidade, não a questiona, não a analisa. É uma concepção que entrava o conhecimento. No texto, ao criticar a racionalidade aristotélica, crítica que só teve sentido histórico, com a construção da racionalidade newtoniana, o autor critica a base dessa racionalidade, presente nos indivíduos, pelo que Bachelard chama de recorrência histórica (Lopes, 1993).

"Dizer que uma coisa é natural isenta-a de maior especulação. Natural significa normal, saudável e comum, e não anômalo, patológico e carente de análise e interpretação. A palavra 'naturalmente' serve para encerrar conversas, e não para iniciá-las" (p. 20)

Queremos pontuar esse aspecto como uma característica peculiar desse texto. Trata-se de um texto que apresenta diferentes racionalidades que progrediram historicamente por rupturas umas com as outras: a racionalidade aristotélica, a racionalidade newtoniana e a racionalidade einsteiniana. O texto não traz definições da gravidade, mas, como ficará mais evidente no restante da análise, focaliza a essência de cada forma de pensamento, as críticas, os obstáculos que, superados, levaram à construção de um outra racionalidade. É assim que apresenta as idéias de Aristóteles, como já evidenciamos.

O leitor virtual inscrito no texto é um leitor que possui suas racionalidades e o autor se contrapõe a elas. De um lado, identifica o leitor com a racionalidade aristotélica: todas as coisas caem, e isso é simplesmente natural. De outro lado, se contrapõe a essa racionalidade, mediado pela razão de Newton: natural x extraordinário, comum x anômalo.

Lopes (1993), num artigo em que discute as contribuições de Bachelard

ao ensino da ciência, resalta alguns aspectos sobre o papel da historicização no ensino: "(...) é preciso o aluno adquirir a consciência da retificação constante da ciência, do eterno recomeço da razão que se faz toda nova a cada desilusão" (Lopes, 1993, p. 326). Segundo a autora, apresentar a história do progresso do conhecimento, é importante numa visão de ensino que enfoca os problemas científicos, os raciocínios e não os resultados. É na apresentação da tessitura epistemológica das teorias científicas que a história, diríamos, epistemológica da ciência, tem seu caráter educativo, pela "colocação das lutas entre idéias e fatos que constituíram o progresso do conhecimento" (Lopes, 1993, p. 327).

Seguindo portanto, a linha dessa historicização epistemológica, na quarta parte do texto, da página 20 à 22, o autor apresenta a racionalidade newtoniana, em oposição à aristotélica: "*(...) Isaac Newton transformou a gravidade em algo extraordinário, algo de que se tenha ciência, algo que necessita de explicação*", rompendo assim, superando, a imobilidade do pensamento aristotélico.

O autor focaliza sua exposição da teoria de Newton no ponto central da racionalidade newtoniana que reside no conceito de ação à distância, uma idéia fora do empirismo imediato, sem tradução na experiência primeira do sujeito. Segundo Koyré (1986), um dos pontos mais atacados da teoria aristotélica está relacionado justamente à incapacidade de se supor até Galileu e Newton que os corpos pudessem interagir sem contato. Para explicar porque os projéteis continuam se movendo mesmo cessada a força de contato, Aristóteles tinha que fazer suposições que consideramos estranhas, mantendo seu pressuposto de que sem força em contato com o corpo, não há movimento. É nesse sentido que a racionalidade da mecânica newtoniana nega a racionalidade aristotélica, e a experiência comum.

Como o conhecimento sempre possui movimento, e como diz Bachelard, "(...) o homem movido pelo espírito científico deseja saber, mas

para, imediatamente, melhor questionar" (Bachelard, 1996, p. 21), o autor explicita novas perguntas que a racionalidade newtoniana levanta: "*Mas de onde provém essa força? O que faz com que as coisas se atraiam mutuamente?*"

Segundo Lopes (1993):

"Bachelard (1972a) inclusive considera a história das ciências como um imensa escola, na qual existem bons alunos e os alunos medíocres, enfatizando a importância de se trabalhar com a história de ambos: a transmissão de verdades e a transmissão dos erros. O conhecimento das verdades nos faz entender as progressivas construções racionais. O conhecimento dos erros nos permite entender o que obstrui o conhecimento científico" (p. 327)

A teoria da gravidade de Newton não responde essas questões, mas o autor dá um exemplo de um erro, de um "mau aluno" da escola newtoniana, ao expor as idéias de Cadwallader Coldem (1688-1776). E nesse momento, generaliza o tipo de raciocínio de Cadwallader incluindo nele o leitor:

"As pessoas comuns não compartilham a alienação enlevada de Newton. Muitos procuram - e muitos ainda procuram - modelos que façam sentido, que tranquilizem a mente quando a terrível pergunta lhes assalta o pensamento: Por que será que as coisas se atraem mutuamente?" (p. 21)

Este é o segundo trecho do texto em que o autor inclui o leitor num raciocínio superado pela racionalidade newtoniana, agora de forma mais explícita. Novamente um exemplo do que Bachelard chama de recorrência histórica: "*e muitos ainda procuram*". Novamente uma inclusão do sujeito-leitor, de sua racionalidade no texto quando o autor se refere às "*pessoas comuns*".

Em outros momentos do texto há referências críticas a atitudes que podem ser consideradas obstáculos ao

conhecimento científico: "*A credulidade é uma fraqueza humana*" (p. 22); "*A preguiça é um outra fraqueza humana*" (p. 23).

Na página 22 encontramos outro indício do diálogo entre autor e leitor:

"A explicação de Newton para a gravidade é repetida com tanto freqüência e autoridade que todos nós acreditamos e, na realidade, sentimos que a sua verdade passou a fazer parte da nossa intuição".

A palavra gravidade já faz parte do nosso cotidiano cultural, quase toda criança sabe que "os objetos caem por causa da gravidade". No entanto, trata-se de uma apreensão não racionalizada, de uma extensão do senso comum. Mais uma vez, o autor, em seu diálogo com o leitor, se contrapõe à sua racionalidade. Esta é uma característica fundamental da forma como o autor dialoga com o leitor, como um leitor que, embora possa pensar como Aristóteles, não vive numa cultura aristotélica, mas que também, ainda, não vive numa cultura da racionalidade newtoniana, no sentido de ter-se apropriado dela.

Apenas um parêntesis. Numa atividade desenvolvida por nós com alunos de uma primeira série do ensino médio colocamos em questão se a Terra se movia ou não. Solicitamos aos alunos que se dividissem em dois grandes grupos, subdivididos em grupos menores para propiciar uma primeira troca de idéias. Um dos grupos grandes deveria pensar argumentos a favor do movimento da Terra e o outro grupo, argumentos contra o movimento da Terra. Em princípio foi difícil dividir a classe, pois a maioria dos alunos queria ficar no grupo que defendia o movimento da Terra, por acreditarem ser mais simples, terem mais argumentos. Após uma primeira discussão com a classe, tornou-se evidente que era muito mais fácil defender a imobilidade da Terra do que o oposto, e a maior parte da classe passou para esse grupo. A quantidade de argumentos que esses alunos apresentaram foi realmente muito maior, tornando muito difícil a argumentação do grupo que defendia a mobilidade da Terra, e

derrubando quase todos os seus argumentos.

Voltando ao texto de von Baeyer, na quinta parte do texto, da página 23 em diante, o autor apresenta a racionalidade einsteiniana, novamente como contraposição à racionalidade anterior. Desta forma o autor contrapõe conceitos como espaço-tempo (da teoria da relatividade de Einstein) ao espaço absoluto (da teoria de Newton).

Poderíamos ser levados a crer que a verdade atingiu seu limite já que nos encontramos no ponto da história onde a teoria da gravidade de Einstein é a última. Poderíamos supor que as outras teorias estavam erradas no sentido de que a hora da verdade final ainda não havia chegado. Mas mais uma vez podemos considerar esse texto bachelardiano, pois em vários momentos, o autor, explicita também as incompletudes da teoria einsteiniana, as questões que dela surgem que ela deixa sem resposta, num movimento sem fim, no ponto onde os cientistas se encontram hoje, menos diante das respostas da teoria da relatividade geral, do que diante das interrogações que ela levanta.

“Mas não existe uma resposta definitiva. O que falta no novo raciocínio é uma explicação da razão pela qual uma massa, como a do Sol ou da Terra, distorce a direção dos cursos. (...) Mas antes de tudo, por que é que as massas curvam o espaço-tempo?” (p. 32)

O diálogo com o leitor, que se iniciou encontrando-o em sua cultura no sentido mais amplo, onde a imagem de Einstein tem um sentido mítico, e em sua cultura experimental primeira, no sentido bachelardiano, termina, no texto, num outro nível epistemológico, quando o leitor é convidado explicitamente a pensar *junto com* Einstein:

“Tente. Imagine-se segurando uma pedra. Imagine-se largando-a. Agora imagine-a sendo carregada silenciosa e rapidamente ao longo do rio do tempo, que por acaso tem uma

pequena curvatura bem aqui, voltada para o solo. A pedra segue a direção do curso do espaço-tempo exatamente como um graveto segue uma corrente. Existe algo de mais natural?” (p. 33)

O leitor e sua pedra não se encontram mais no mesmo mundo em que estavam. Trata-se agora de um mundo mediado pelo conceito einsteiniano de espaço-tempo.

Comentários finais

São diversos os aspectos que podem ser considerados na escolha e seleção de textos para trabalho em sala de aula. O interesse e motivação dos alunos pelo tema do curso, a geração de debates e polêmicas, a apresentação de aspectos da produção da ciência e tecnologia, de aspectos do contexto histórico-social da produção do conhecimento científico, a introdução de conteúdos de maior relevância social, a série, o lugar dos textos no curso, a relação dos textos com outros recursos como vídeo e experimentação, etc. etc. O texto escrito não só pode ser usado com diferentes intenções e objetivos, como funcionará de modos diferentes conforme a atividade, o contexto de interações, a história de vida e de leitura dos alunos e o trabalho sobre suas expectativas.

Na análise que fizemos do texto de von Baeyer ressaltamos o aspecto histórico-epistemológico, concebendo o texto como um espaço de interlocução polêmica numa perspectiva bachelardiana.

Trata-se de um texto polifônico, segundo Bakhtin (Barros e Fiorin, 1994) em que diferentes vozes entram em confronto, inclusive a voz do leitor que é identificada com as vozes do passado da história da ciência, pois como afirma Lopes (1993), “a dificuldade do aluno, muitas vezes, não é individual, fazendo parte de uma recorrência histórica” (p. 327).

Enfatizamos assim, a ciência que o texto de von Baeyer apresenta ressaltando o aspecto racionalista plural e descontinuista. Pluralidade que inclui

a voz do sujeito-leitor no texto como uma racionalidade que deve ser contestada como meio de produção do sentido da racionalidade científica, pois, como afirma Bachelard (1996), "psicologicamente, não há verdade sem erro retificado" (p. 293).

Referências

- ALMEIDA, M. J. P. M. e RICON, A. E. (1993) - *Divulgação científica e texto literário - uma perspectiva cultural em aulas de física. Caderno Catarinense de Ensino de Física, vol. 10, nº 1, p. 7-13.*
- BACHELARD, G. (1996) - *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento.* trad.: Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto.
- BARROS, D. P. e FIORIN, J. L. (orgs.) (1994) - **Dialogismo, polifonia, intertextualidade: em torno de Bakhtin Mikhail.** (Ensaio de cultura, 7). São Paulo: EDUSP.
- KOYRÉ, A. (1986) - *Estudos galilaicos.* Lisboa: Dom Quixote.
- LOPES, A. R. C. (1993) - *Contribuições de Gaston Bachelard ao ensino de ciências. - Enseñanza de las ciencias, 11 (3), p. 324-330.*
- ORLANDI, E. P. (1988) - *Discurso e leitura.* São Paulo: Cortez ; Campinas, SP: Editora da Unicamp.
- VON BAEYER, H. C. (1994) - *A gravidade.* In Von Baeyer, H. C. Arco-íris, flocos de neve, quarks: *a física e o mundo que nos rodeia.* Rio de Janeiro: Campus, p. 17-33.