

## A literatura de divulgação científica como recurso didático na compreensão da estrutura da matéria

Ricardo Strack<sup>1</sup> (IC), Rochele de Quadros Loguercio<sup>1,2</sup> (PQ), José Cláudio Del Pino<sup>1</sup> (PQ)\*

<sup>1</sup> Área de Educação Química – Instituto de Química – UFRGS, Av. Bento Gonçalves nº 9500, CEP 91501-970 – Porto Alegre – RS – Brasil.

<sup>2</sup> Faculdade de Educação – UFPel - Rua Cel. Alberto Rosa, 154 - Várzea do Porto - CEP 96010-770 - Pelotas – RS.

\*aeq@iq.ufrgs.br

Palavras Chave: literatura de divulgação científica, ensino de química

### Introdução

A escola, não sendo o único lugar de aprendizagem, é, seguramente, um lugar de eleição de aprendizagens, em particular daquelas que exigem atividades estruturadas. Nesse sentido faz-se necessário estimular o aluno ao “consumo” não formal da Ciência como, por exemplo, através da leitura de livros de divulgação científica, promovendo a criação de uma sociedade educativa onde cada indivíduo possa mobilizar, numa dada situação, todo o seu conjunto de qualificações, aptidões e atitudes<sup>1</sup>.

Partindo desta perspectiva e tendo em vista que, segundo Benarroch<sup>2</sup>, um dos conteúdos de grande contribuição às linhas de pesquisa sobre as concepções dos alunos relaciona-se com a natureza corpuscular da matéria, buscou-se selecionar livros que são (ou cumprem função) de divulgação científica, voltados para essa temática. A divulgação científica “se pode interpretar de forma geral como o processo pelo qual se quer legar a um público não especializado e amplo o saber produzido por especialistas em uma disciplina científica<sup>3</sup>”. A escolha por este específico veículo de educação não formal (essa compreende, entre outros, os Museus e Centros de Ciência, exposições, filmes e documentários sobre ciência e artigos de divulgação científica) relaciona-se com a problemática dos livros didáticos que, segundo Candotti<sup>4</sup> “hoje, os textos, em sua maioria, são pobres, desatualizados e repetem, há décadas, informações muitas vezes equivocadas”. Desta forma, os livros de divulgação científica representam uma alternativa para o professor em relação ao livro-texto na sala de aula. Especificamente em relação às idéias e aprendizagens sobre a estrutura da matéria, Boff e Frison<sup>5</sup> escrevem que “a organização do currículo praticado na escola precisa desafiar mais os alunos a elaborar conceitos a partir da problematização de situações vivenciadas e da reflexão sobre tais situações, evitando-se que o ensino de química se restrinja a conhecimentos fragmentados e abstratos”. O papel da literatura de divulgação científica neste quadro é justamente possibilitar a problematização e a reflexão, contribuindo na Unicamp, Campinas, SP, de 24 a 27 de Julho de 2006

compreensão dos conceitos científicos, mais especificamente da Química, através da narrativa e da contextualização e datação das construções científicas.

Para esse fim buscou-se livros disponíveis nas editoras e que contemplavam a temática relacionada, juntando-se a esses algumas aquisições em literatura de divulgação científica da Área de Educação Química - AEQ – (Departamento de Química Inorgânica - Instituto de Química – UFRGS). A partir disso os livros foram classificados em Metafórico/Fantástico e Histórico/Biográfico conforme a Tabela 01, segundo a predominância das metáforas e/ou histórias fantásticas ou da narrativa que apresente o perfil histórico do conhecimento e/ou do cientista, respectivamente. Através dos livros escritos na forma mais literária tomamos conhecimento dos conceitos que se procura transmitir ao público em geral e, através das biografias e dos romances históricos, tomamos conhecimento do contexto cultural de uma época e da construção dos conhecimentos científicos.

Tabela 01. Os livros e sua classificação

Título	Classificação
Alice no País do Quantum	Metafórico/Fantástico
Bohr	Histórico/Biográfico
Lavoisier	Histórico/Biográfico
O Mágico dos Quarks	Metafórico/Fantástico
O Sonho de Mendeleiev	Histórico/Biográfico
O tio Alberto e o mundo dos Quanta	Metafórico/Fantástico
Tio Tungstênio	Histórico/Biográfico
Viagem ao Reino da Química	Metafórico/Fantástico

\* Assumi-se aqui a postura de Ron<sup>6</sup> de que a literatura que trata da História da Ciência também cumpre função de divulgação científica.

## Resultados e Discussão

### 1. Os livros classificados como Histórico/Biográfico

A introdução de aspectos da História da Ciência possibilita que os alunos compreendam melhor como a ciência é construída e desenvolve-se e que repercussões sociais têm estes conhecimentos, considerando a ciência como parte inseparável do saber humano<sup>7</sup>. O entendimento da construção deste saber humano ao longo da história permite também uma melhor assimilação pelos alunos das entidades e idéias que constituem o mundo da ciência. Isto não significa (re)construir todo o conhecimento químico, mas vivenciar situações em que são necessários raciocínios nos quais os processos históricos pelos quais a Ciência passou possam ser representados. Um outro aspecto importante é a oportunidade do aluno transitar entre os fenômenos observáveis e o inobservável universo dos modelos, permitindo a compreensão dos caminhos e descaminhos percorridos na História da Química<sup>5</sup>. Outra contribuição desta literatura é, segundo Blanco<sup>8</sup>, compreender as relações entre a ciência e sociedade a fim de se evitar uma fragmentação social, os cientistas de um lado e os cidadãos de outro, além do fato de que a compreensão da ciência e da tecnologia é necessária para viver em sociedades científica e tecnologicamente avançadas.

A possibilidade de uso desta literatura que cumpre função de divulgação científica traz, como potencialidade, o uso dos conceitos estruturantes que acabam surgindo durante a leitura dos livros (Tabela 02). Podemos defini-los como “*conceitos que tem permitido a transformação de uma ciência, a elaboração de novas teorias, a utilização de novos métodos e novos instrumentos conceituais*”<sup>9</sup>. Uma outra possibilidade que se apresenta quanto ao uso dos conceitos estruturantes que guiaram o mundo da ciência está em tratá-los, também, segundo a perspectiva do mundo do indivíduo, onde estes podem ser definidos como conceitos que “*transformam o sistema cognitivo do aluno de tal maneira que permitam, de uma forma coerente, adquirir novos conhecimentos, por construção de novos significados, ou modificar os anteriores, por reconstrução dos significados*”<sup>10</sup>.

A partir da leitura desses livros foi possível distinguir alguns dos conceitos estruturantes presentes nos mesmos e, com base nestes, apresentar alguns exemplos quanto a sua possibilidade de contribuir na constituição do perfil conceitual químico dos alunos.

**Tabela 02. Os livros e alguns conceitos estruturantes presentes.**

Livros	Algum(s) Conceito(s) Estruturante(s)
Lavoisier	- Conservação da Massa - Materialidade do ar (e gases em geral) - Fim do Flogístico - Definição de Elemento
Bohr	- Modelo Atômico
Tio Tungstênio	- Elementos Químicos - Propriedades dos Metais - Interações Eletromagnéticas - Radioatividade - Reações Químicas
O Sonho de Mendeleiev	- Pressão Atmosférica (materialidade do ar) - Refutação dos elementos Aristotélicos - Fim do Flogístico - Fim do Vitalismo

No livro ‘Tio Tungstênio’ a história transcorre antes, durante e após a Segunda Guerra Mundial, contando as (re)descobertas que um garoto (Oliver Sacs) faz a respeito da química. No trecho abaixo se evidencia a noção de estrutura cristalina:

*“Havia também no museu uma grande massa de galena (...) que se moldara na forma de brilhantes cubos cinza-escuro de uns doze a quinze centímetros de lado, com frequência contendo cubos menores dentro deles. Esses cubos menores, por sua vez (eu podia vê-los examinando com minha lente de aumento), tinham cubos ainda menores que pareciam brotar de sua superfície. Quando mencionei esse fato ao tio Dave, ele explicou que a galena era totalmente cúbica, e que se eu pudesse vê-la magnificada 1 milhão de vezes, continuaria a ver cubos, com cubos menores ligados a eles. A forma dos cubos de galena, de todos os cristais, disse meu tio, era uma expressão do modo como seus átomos se dispunham, os padrões tridimensionais fixos ou retículos cristalinos que eles formavam”* Pág. 63. e complementa imaginando...

*“Os cristais eram como microscópios colossais, que nos permitiam ver a configuração dos átomos que os compunham. Eu quase podia ver, em imaginação, os átomos de chumbo e os átomos de enxofre que compunham a galena - imaginava-os vibrando levemente com energia elétrica, mas sempre firmemente mantidos em suas posições, juntando-se então uns*

aos outros, coordenados em um retículo cúbico infinito” Pág. 64.

Em outra parte do livro o autor passa a considerar a cor dos minerais e sua relação com os elementos químicos:

*“Muitos dos chamados elementos de transição infundiam cores características em seus compostos - muitos dos sais de cobalto e manganês eram rosados; muitos dos sais de cobre, azuil-intensos ou azul-esverdeados; a maioria dos sais de ferro, verde-pálidos; dos sais de níquel, verdes mais fortes. Analogamente, elementos de transição em minúsculas quantidades davam a muitas gemas suas cores específicas. As safiras, de um ponto de vista químico, basicamente nada mais eram que coríndon, um óxido de alumínio incolor, mas elas podiam assumir todas as cores do espectro - com um tantinho de cromo substituindo parte do alumínio, elas se tomavam vermelho-rubi; com um pouco de titânio, azul-escuras; com ferro ferroso, verdes, e com ferro férrico, amarelas. E com um pouco de vanádio, o coríndon começava a se parecer com a alexandrita, alternando-se, como por mágica, entre vermelho e verde - vermelho à luz incandescente, verde à luz do dia”* Pág. 85.

O livro ‘Lavoisier’ pretende narrar sua vida e traz para nosso conhecimento contextos históricos importantes que definiram a vida e a obra desse cientista. Neste trecho há a noção da necessidade de ar na combustão:

*“Em 1772, Lavoisier e seus colegas de Academia, Macquer e Cadet, empreenderam um experimento a respeito do efeito do calor sobre os diamantes. Aqueceram alguns numa retorta durante três horas - eles ficaram opacos e seu peso diminuiu. O joalheiro Maillard estava tão certo de que esse fenômeno só ocorria em presença de ar que emprestou aos acadêmicos três diamantes para um experimento adicional, com a condição de que ele estivesse presente e arranjasse tudo como desejava, excluindo o ar do contato com os diamantes.(...) Os diamantes saíram ilesos do experimento”* Pág. 51.

## 2. Os livros classificados como Metafórico/Fantástico

A predominância de metáforas e de recursos fantásticos (viagens a mundos subatômicos, conversas com entidades do mundo da ciência, diálogos fictícios com personalidades históricas da ciência) é o que identifica este gênero literário.

A diferença entre uma analogia e uma metáfora está em que a primeira compara explicitamente as estruturas de dois domínios, enquanto a segunda compara implicitamente<sup>11</sup> ou, de forma mais específica quanto aos livros, cabe ao leitor

estabelecer estas relações. O mesmo autor define analogia como uma comparação baseada em similaridades entre estruturas de dois domínios diferentes, onde um dos domínios é um conteúdo de conhecimento familiar aos alunos (conhecido como ‘domínio base’ ou ‘domínio da analogia’) e o outro, de aspecto desconhecido destes, conhecido como ‘domínio alvo’. Cachapuz<sup>12</sup> acrescenta a importância da linguagem metafórica como uma maneira de fomentar um estilo menos rígido no ensino de ciências e argumenta que *“A falta de um quadro teórico suficientemente elaborado que permita racionalizar o uso educacional de metáforas e analogias não deve ser motivo bastante para as banir; deve sim aconselhar o seu uso com a necessária prudência”*, apesar de autores como Bachelard<sup>13,14</sup> serem críticos quanto ao uso das analogias e metáforas por constituírem um obstáculo à *formação do espírito científico*. A questão central levantada por Cachapuz<sup>12</sup> é de como explorar a linguagem metafórica de modo a promover a mudança conceitual nos alunos, citando um aspecto que pode guiar um ensino assistido por analogias: o estabelecimento dos limites das analogias. Este questionamento é o que impede o estabelecimento dos obstáculos epistemológicos, *“um obstáculo epistemológico se incrusta no conhecimento não questionado”*<sup>14</sup>. Metáforas como as que aparecem nos textos podem servir como uma ferramenta ao desenvolvimento dos conhecimentos científicos dos alunos, entretanto uma discussão com o fim de estabelecer os limites destas se faz necessário por parte daquele que as utilize no ensino e a melhor maneira de definir estes limites é a coerência com a teoria, afinal *“não se quer dizer com isto que a ciência não use imagens, mas se usar, deve fazê-lo cercada de garantias de coerência com a teoria, e sempre apresentando-as nos limites corretos de interpretação”*<sup>15</sup>.

Dentro da perspectiva da divulgação da ciência, o uso dessa literatura na sala de aula torna-se uma alternativa ao chamado modelo do déficit, onde a transmissão do saber acadêmico dá-se de forma verticalizada e somente no sentido cientistas-cidadãos numa visão estreita que considera estes últimos como possuidores de um déficit de conhecimento científico, não levando em conta os saberes construídos no cotidiano, chegando a uma posição dogmatizadora do conhecimento estabelecido.<sup>16,17</sup>

No livro ‘Alice no País do Quantum’ é contada a viagem de uma garotinha (a Alice) pelo mundo das partículas subatômicas. Neste trecho abaixo é apresentado o Princípio de Exclusão de Pauli :

*“Não vejo como isso será possível”, respondeu Alice. “Se um vagão estiver cheio demais para vocês, com certeza não haverá espaço para mim também.” “De jeito nenhum! Os vagões só podem acomodar dois elétrons, por isso os lugares para elétrons*

devem estar quase todos tomados, mas você não é um elétron! Não há nenhuma outra Alice no trem, então há espaço mais do que suficiente para uma Alice em qualquer um dos vagões."

Alice não entendia tudo que ele dizia, mas, temendo que o trem partisse logo, começou a procurar um lugar vago que pudesse acomodar mais um elétron. "E este aqui?", perguntou ao seu companheiro. "Aqui tem um vagão com um elétron só. Dá para você entrar aqui?"

"Claro que não!" ele disparou, horrorizado. "Este também é um elétron spin-para cima. Não posso dividir um vagão com outro elétron spin-para cima. Que sugestão! É totalmente contra o meu princípio." "Contra os seus princípios, é o que quer dizer?", Alice perguntou.

"Quero dizer aquilo que disse. Contra o meu princípio, ou melhor, contra o princípio de Pauli, que proíbe que dois de nós, elétrons, façamos a mesma coisa ao mesmo tempo, o que inclui ocupar o mesmo espaço e ter o mesmo spin", ele respondeu, ofendido Pág. 15.

Em 'Viagem ao Reino da Química' há referências históricas aos usos dos elementos químicos ( neste caso o uso do Bromo como arma química na Primeira Guerra Mundial):

#### "O BROMO

Lá estava ele, lendo um jornal do tempo da Grande Guerra de 1914.

Ao ver os visitantes, foi logo dizendo:

- Olá! Estava me recordando dos estragos que eu e meu amigo Cloro fizemos entre os combatentes da guerra de 1914-1918.

O Bromo deu uma gargalhada perversa" Pág. 102.

Em relação ao que se discutia sobre os limites das analogias, se encontram neste livro exemplos de recursos de linguagem os quais o autor usa de forma recorrente e que, em sua maioria, contém obstáculos epistemológicos como, por exemplo, no texto e na imagem mostrados a seguir:

"- Compreendo. A afinidade química entre vocês, Átomos, é como o amor e a simpatia entre os homens. Um rapaz só se casa com uma moça, se houver amor entre os dois" Pág. 53.



**Figura 01**

Tanto no texto quanto na imagem (figura 01) evidencia-se uma das concepções espontâneas mais comuns sobre reações químicas<sup>18</sup>: a de que existe 'afinidade' entre os elementos químicos. Representações como estas constituem o que Bachelard<sup>14</sup> chama de obstáculos epistemológicos: entraves ao aprendizado das ciências que, neste caso, recebe o nome de obstáculo animista.

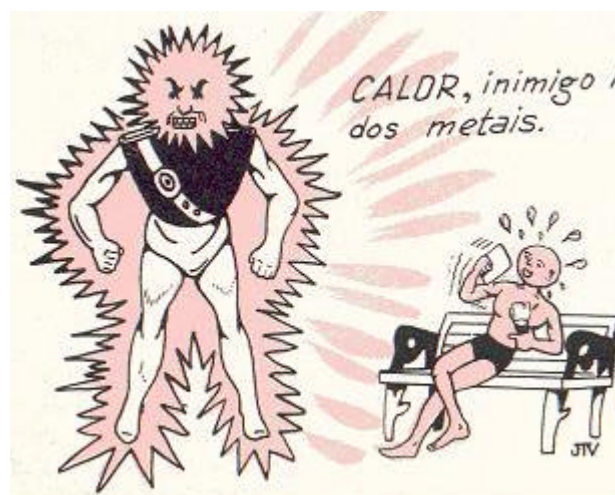
Adiante encontram-se mais obstáculos animistas (figuras 02 e 03) tratando, respectivamente, o calor como um 'inimigo' dos metais:

"-(...)Essas mudanças afetam apenas as moléculas, nossas casas.

- Que é que produz tais mudanças?

- É um grande inimigo de todos os corpos : o Calor. Basta que ele surja, para se dar um desastre. Mas, também, assim que ele se afasta voltaremos à nossa vida normal anterior" Pág. 53.

**Figura 02**

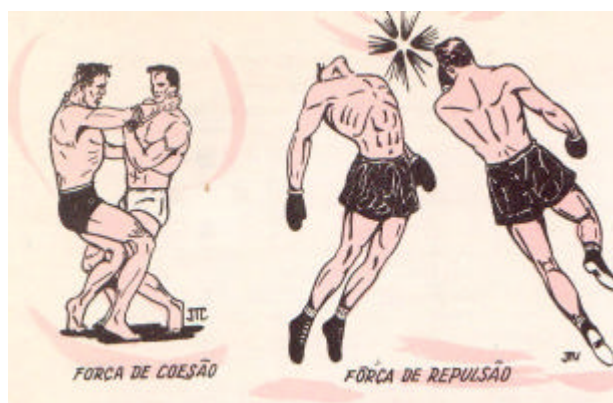


Em outro ponto do livro discute-se as forças de atração/repulsão entre moléculas através de outro obstáculo animista:

"Os sábios admitem que as moléculas sofrem a ação de duas poderosas forças. Uma, denominada Coesão, procura sempre aproximar as moléculas uma das outras. a outra força, chamada Repulsão, ao contrário, procura sempre separá-las" Pag 41-42.

**Figura 03**

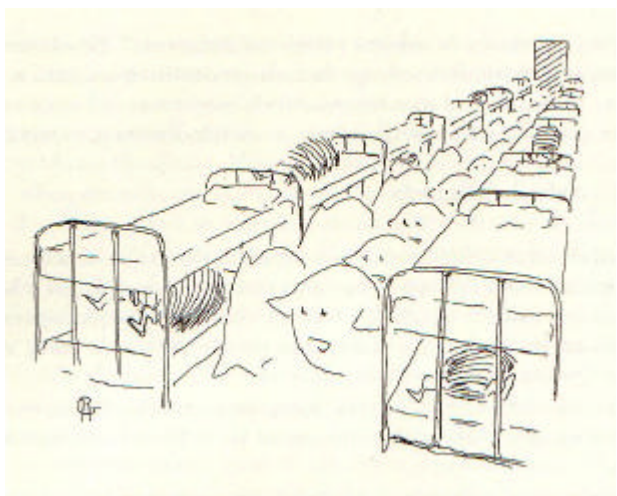




No livro 'Alice no país do Quantum' o uso destas figuras de linguagem também se faz presente:

"O quarto logo estava tomado por uma horda de fótons idênticos, todos correndo de um lado para outro em perfeita sincronia. Havia agora tantos elétrons nas camas de baixo quanto nas de cima, o que fazia com que as probabilidades de um elétron ser excitado até uma posição mais elevada, com a perda de um dos fótons, fossem as mesmas de um possível rebaixamento, com a criação de um novo fóton" Pág. 91.

**Figura 04**



Aqui o autor pretende ilustrar os elétrons como seres que, dependendo da posição nas camas, indicavam o estado fundamental ou excitado e a representação dos fótons como seres fantasmagóricos excitando os elétrons.

Um outro exemplo (figura 05) é a ilustração que pretende explicar a impossibilidade de isolar-se um quark:

"Você acabou de ver um Quark escapar com a ajuda de seus amigos de lugares inferiores. Amigos do vácuo, na verdade, e não é possível descer mais do

que isso. Não dá para separar uma corda de glúons uma vez que ela tenha visto a cor de um Quark, por isso, temos de enganá-la com algo que pareça muito com um Quark" Pág. 162.



**Figura 05**

Em outra parte surge um fóton 'diferente' (figura 06):

"Em meio aos agitados elétrons, havia agora uma grande forma, pairando sobre Alice e seus companheiros. Ela percebeu que era um fóton, mas muito mais energético do que qualquer um que ela já tinha visto antes" Pág. 129.

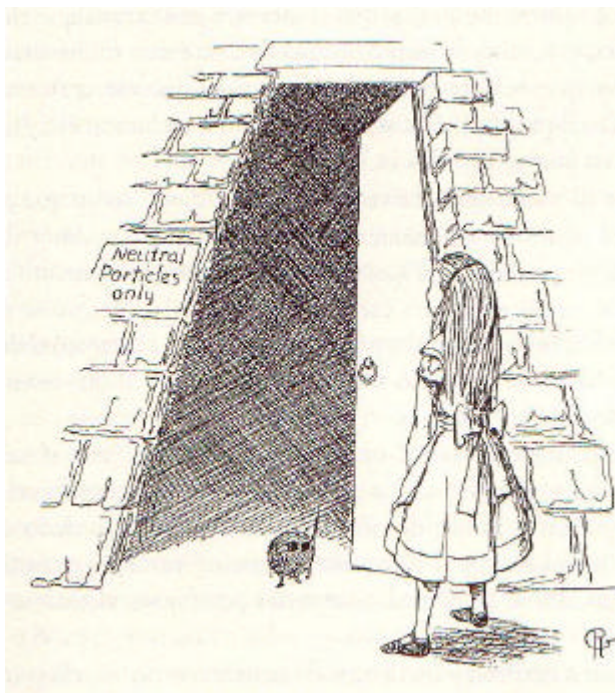
**Figura 06**



No próximo trecho Alice encontra uma partícula, o nêutron, e pensa ser um elétron (figura 07) que...

"Não era muito diferente dos elétrons que ela tinha visto antes, a não ser pela aura de poder em volta dele e pelos óculos escuros..." Pág. 135.

**Figura 07**



## Conclusões

A literatura de divulgação científica, tanto com caráter histórico/biográfico, quanto de caráter metafórico/fantástico, constitui um recurso para o professor que pretenda trabalhar a compreensão da estrutura da matéria na sua sala de aula. O primeiro tipo de literatura possibilita pensar a construção da noção tanto pelo viés histórico quanto pela perspectiva da descrição literária de aspectos que estão relacionados com a temática. A seleção de trechos e/ou capítulos destes livros formariam um fio condutor pelo qual se avançaria na elucidação dos conceitos fundamentais da constituição da matéria. O segundo tipo de literatura apresenta uma linguagem que pretende ser acessível ao leitor e facilitar a compreensão de conceitos complexos. No entanto, o uso de recursos de linguagem como metáforas associadas com imagens são motivos de discussão na comunidade de educadores em ciências e, com base num referencial bachelardiano, ressalta-se aqui a necessidade do professor esclarecer a linha-limite da transposição da explicação metafórica para uma compreensão no nível do conhecimento científico compatível com a capacidade de compreensão dos estudantes. Neste sentido é importante que o professor analise o que é possível abordar na sua sala de aula frente ao necessário para o conteúdo do nível escolar que está trabalhando.

A abordagem não deve restringir-se a um material suplementar, uma ferramenta pedagógica secundária a qual o professor apenas indicaria, a título de curiosidade, ao aluno. A literatura de divulgação científica pode constituir-se como recurso didático central no processo de ensino-aprendizagem podendo, para isso, ser usado pelo professor o livro

no todo tomado como livro-texto, ou usando recortes de textos e de capítulos ou mesmo construindo um novo material didático a partir dos textos de outros livros de conhecimento do professor.

Entendendo que um dos principais objetivos do trabalho é trazer para a educação formal algumas contribuições da educação informal, mais especificamente sob a égide dos livros produzidos na linha editorial da literatura de divulgação científica e, dentro desta contribuição para o ensino de química, propõe-se aqui o uso da literatura de divulgação científica, procurando uma articulação entre os diversos canais de comunicação pelos quais a ciência pode chegar aos cidadãos possibilitando a sua inserção na sala de aula, como instrumento de ensino e re-significação da ciência e dos saberes que com ela se constroem.

## Agradecimentos

Apoio CNPq.

- Abdalla, M. C. *Boh*. São Paulo: Odysseus, 2003.
- Filgueiras, C. L. *Lavoisier*. São Paulo: Odysseus, 2002.
- Gilmore, R. *Alice no País do Quantum*. Trad: André Penido. Rio de Janeiro: J. Zahar, 1998.
- \_\_\_\_\_. *O Mágico dos Quarks*. Trad: Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: J. Zahar, 2002.
- Sacks, O. *Tio Tungstênio*. Trad: Laura Teixeira Motta. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.
- Stannard, R. *O tio Alberto e o mundo dos Quanta*. Lisboa: Edições 70, 1994.
- Strathern, P. *O Sonho de Mendeleiev*. Trad: Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: J. Zahar, 2002.
- Veado, W. *Viagem ao Reino da Química*. 2ª ed. São Paulo: Editora do Brasil.
- <sup>1</sup> Martins, M. Literacia Científica e Contributos do Ensino Formal para a Compreensão Pública da Ciência. Lição Síntese. Universidade de Aveiro, Portugal, 2003.
- <sup>2</sup> Benarroch, A. El desarrollo cognoscitivo de los estudiantes en el área de la naturaleza corpuscular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2): 235-246, junho de 2000.
- <sup>3</sup> Calsamiglia, H. Divulgar: itinerários discursivos del saber. *Revista Quark*, nº 7. Disponível em <<http://www.imim.es/quark/7/estrella.htm>> Acesso em: 20/07/2005
- <sup>4</sup> Candotti, E. Ciência na Educação Popular In: Brito, F.; Massarani, L; Moreira, I. de C. (Organizadores). *Ciência e Público: caminhos da divulgação científica no Brasil*. Rio de Janeiro: Casa da Ciência - UFRJ, 2002. pags.15-24
- <sup>5</sup> Boff, E.; Frison, M. Cargas Elétricas na matéria. *Química Nova na Escola*, nº3, maio 1996
- <sup>6</sup> Ron, J. M. S. Historia de la ciencia y divulgación. *Revista Quark*, nº 26. Disponível em <<http://www.imim.es/quark/26/Default.htm>> Acesso em: 21/07/2005
- <sup>7</sup> Solbes, J. e Traver, M.J. Resultados obtenidos introduciendo Historia de la Ciencia en las clases de física y química: Mejora de la imagen de la ciencia y desarrollo de actitudes positivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1): 151-162, mar 2001.
- <sup>8</sup> Blanco, A. Relaciones entre la Educación Científica y la Divulgación de la Ciencia. *Revista Eureka*, 1(2): 70-86, abril 2004.
- <sup>9</sup> Gagliardi, R. Cómo utilizar la historia de las ciencias en enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 6(3): 291-296, nov 1988.
- <sup>10</sup> García Cruz, C.M. De los obstáculos epistemológicos a los conceptos estructurantes: una aproximación a la enseñanza-aprendizaje de la ciencia. *Enseñanza de las ciencias*, 16(2): 323-330, jun 1998.
- <sup>11</sup> Duit, R. On the Role of Analogies and Metaphors in Learning Science. *Science Education*, 75(6), 649-672, 1991.
- <sup>12</sup> Cachapuz, A. Linguagem Metafórica e o Ensino de Ciências. *Revista Portuguesa de Educação*, 2(3), 117-129, 1989.

### *XIII Encontro Nacional de Ensino de Química*

<sup>13</sup> Bachelard, G. *A Filosofia do Não*. Tradução: Joaquim José Moura. Lisboa: Presença, 1991.

<sup>14</sup> ————. *A formação do Espírito Científico*. Tradução: Estela Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

<sup>15</sup> Parente, L. Bachelard e a química no ensino e na pesquisa. EUFC, Fortaleza, 1990.

<sup>16</sup> Locke, S. The public understanding of science – A rhetorical invention.

Science, Technology and Human Values, **27**(1): 87-111, 2002.

<sup>17</sup> Dickson, D. Science and its public: The need for a 'Third Way'. Social Studies of Science, **30**(6): 917-923, 2000.

<sup>18</sup> Justi, R. Afinidade entre substâncias. *Química Nova na Escola*, n° 7, maio 1998.