

DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NA SALA DE AULA: UM ESTUDO SOBRE A CONTRIBUIÇÃO DA REVISTA CIÊNCIA HOJE DAS CRIANÇAS

Aires, Joanez Aparecida*
Boer, Noemi*
Brandt, Célia Finck*
Ferrari, Nadir**
Gomes, Maristela Gonçalves*
Oliveira, Vera Lúcia Bahl de*
Paz, Alfredo Müllen da*
Pinheiro, Nilcéia Aparecida Maciel*
Scheid, Neusa Maria John*

*Doutorandos do PPGET/UFSC

**NUEG/BEG/UFSC

Resumo

O presente trabalho apresenta uma análise, baseada em Bardin (1977) e em Vieira (1998), de quatro artigos publicados na revista *Ciência Hoje das Crianças*, nos anos de 1999 a 2002, nas áreas de Biologia, Física, Química e Matemática. Verificou-se que a aplicação didático-pedagógica de textos de divulgação científica pressupõe uma transposição para a sua utilização em sala de aula.

Palavras-chave: Divulgação Científica, Ensino de Ciências.

Introdução

O tema *divulgação científica*, como fio condutor da disciplina Tópicos Atuais em Ciência e Tecnologia, ministrada em 2002 no curso de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina, motivou o presente trabalho, que consiste na análise de quatro artigos, referentes às áreas de biologia, física, matemática e química.

A divulgação científica tem sido exercida através dos meios os mais distintos (revistas, jornais, filmes, teatro, museus, etc), com conceitos e objetivos diferentes, de acordo com o autor, o tipo de atividade e o país. Neste trabalho focalizamos textos escritos, publicados na *Ciência Hoje das Crianças*, e sua inserção na prática educativa do professor. Embora esta revista, publicada pela SBPC através do Projeto *Ciência Hoje*, tenha como objetivo a divulgação do conhecimento científico e tecnológico, ela também é utilizada no ensino formal, em aulas de ciências, nas escolas brasileiras. O público alvo da revista é aquele constituído por crianças de 7 a 14 anos, mas consideramos, para esta análise, também os professores de ciências, que a recomendam para trabalhos de pesquisa e para a orientação de temas de feiras de ciência nas escolas, ao lado de revistas como *Globo Ciência* e *Super Interessante*, além de documentários e entrevistas da mídia em geral.

Temos por pressuposto que um texto de divulgação científica compreende um saber sábio que já passou por um processo de transposição e de mudança de estatuto epistemológico, e que os professores, ao fazer uma leitura visando a utilização em sua prática de ensino, deverão fazer outra transposição, determinando a complexidade da trama conceitual que permitirá o entendimento do texto por seus alunos.

É importante para a análise do presente estudo explicitar a diferença entre um texto organizado para um livro didático e um artigo em revista de divulgação científica, visto que as categorias de análise que usamos não se voltam para textos didáticos, mesmo que a análise esteja voltada para os objetos como sendo objetos de ensino. Estaremos considerando que os textos de divulgação podem ser utilizados por professores para a organização de sua prática educativa, compreendendo, portanto, o processo de ensino e de aprendizagem. Também que os mesmos podem ser mediadores entre sujeito e objeto de conhecimento, independentemente da mediação do professor, isto é, voltados para a aprendizagem de conceitos científicos.

Um exemplo de que o uso da Ciência Hoje das Crianças extrapola seus objetivos é o trabalho realizado por Rosa (2002), no qual a autora relata a experiência de ter trabalhado com os artigos da Revista Ciência Hoje das Crianças no intuito de ampliar os horizontes científicos dos alunos das primeiras séries do ensino fundamental. Por esta razão consideramos importante analisar até que ponto os artigos da revista podem funcionar como textos didáticos, quais são as limitações e quais as adequações ou transformações seriam necessárias para que os mesmos possam ser utilizados corretamente.

A estruturação do trabalho consiste em uma discussão inicial sobre divulgação científica, seguida de uma descrição da metodologia utilizada e da análise de quatro artigos, sendo um de cada área de conhecimento: biologia, física, matemática e química.

2 Divulgação científica

A divulgação científica no Brasil, mesmo que não muito expressiva desde sua origem, tem aproximadamente dois séculos. Um estudo sobre a história da divulgação científica no Rio de Janeiro, realizado por Massarani (2002), indica que ao longo desses dois séculos, a história da divulgação científica no Brasil se construiu primeiramente através de conferências públicas, museus de história natural e exposições, alcançando em seguida outros meios de comunicação, como rádio, jornais, televisão e periódicos. A partir deste trabalho de Massarani verifica-se que, desde o seu início, a divulgação científica tinha como principal objetivo tornar a ciência acessível às pessoas que não pertenciam à academia, ou seja, trazer a ciência dos cientistas para o domínio das pessoas comuns.

Nas últimas décadas a divulgação científica tem se intensificado no Brasil. Já são muitas as iniciativas através de programas na TV, encartes especiais em jornais, museus, feiras e principalmente revistas. No entanto, um dos pioneiros da divulgação científica no Brasil do século XX, o médico José Reis, chama a atenção em uma entrevista concedida à revista Ciência Hoje, que a conotação da divulgação científica tem se modificado:

Durante muito tempo, a divulgação se limitou a contar ao público os encantos e os aspectos interessantes e revolucionários da ciência. Aos poucos passou a refletir também a intensidade dos problemas sociais implícitos nessa atividade (REIS, 1982, p.78).

Ou seja, se antes bastava “tirar a ciência dos sábios e entregá-la ao povo”, como dizia Roquette-Pinto, na atualidade os avanços da ciência tornam necessários também, além da divulgação, a reflexão sobre as possíveis conseqüências desses avanços para a sociedade. A divulgação científica assume agora também fins democráticos, uma vez que pode instrumentar, minimamente ao menos, os indivíduos para participarem de decisões que envolvem toda a humanidade.

Os fins democráticos, indicados por Wood-Robinson et al. (1998) como um dos três fins¹ necessários para uma formação científica, parecem ser mais urgentes frente às exigências que os avanços tecnológicos, em especial na área biológica, têm apresentado neste novo milênio. Duas áreas da biologia, que merecem destaque, já são suficientes para justificar a importância da participação de todos os indivíduos nas decisões que afetam seu cotidiano. São elas: a área ambiental, onde somos convocados a participar dos debates relacionados com questões vitais, como geração e utilização de energia, destino dos resíduos sólidos, entre outros; e a área da biotecnologia genética, que, através da criação de organismos geneticamente modificados e pelas possibilidades de clonagem e terapia gênica, inclusive humana, têm suscitado debates com implicações éticas sobre a utilização dessas tecnologias. Assuntos como mapeamento genético, clonagem, OGMs (Organismos Geneticamente Modificados) estão em pauta diariamente em todas as camadas sociais, com as inevitáveis distorções, fazendo com que a ciência seja ou endeusada ou, então, demonizada.

Dessa forma, é essencial, para a finalidade de aperfeiçoar o desempenho científico do público, oferecer divulgação científica numa dimensão que permita a reflexão sobre a abordagem do assunto em questão.

Os diversos instrumentos como jornais, televisão, livros, revistas, rede de computadores, centros e museus, devem também atuar com essa finalidade educativa. De acordo com Candido (2000, p.41)², “o espaço pedagógico não está restrito ao currículo e à escola, mas que a educação ocorre em vários locais sociais e, dentre eles, os meios de comunicação merecem destaque.”

A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), a partir da 52^a reunião, também vem manifestando, com mais intensidade, a sua preocupação com a necessidade urgente de que a ciência não seja apenas produzida, mas entendida e utilizada pelo público em diferentes locais, contextos práticos e culturais. Candotti, ex-presidente da SBPC, assim se expressa:

Para que a ciência possa contribuir para oferecer melhores condições de vida à maioria dos povos e não a uma minoria apenas, educação é fundamental [...]. Não é suficiente explicar, é preciso também conhecer e considerar o que o público entende, como observa e que valores atribui aos fatos da ciência (CANDOTTI, 2000, p.2).

As revistas brasileiras de divulgação científica existentes hoje, além da Ciência Hoje e Ciência Hoje das Crianças publicadas pela SBPC, são a Super Interessante e a Galileo, que apresentam agilidade textual e gráfica exemplar, embora a primeira, muitas vezes, perca um pouco de sua credibilidade em função do sensacionalismo. Recentemente, ganharam versões em português a *Scientific American* e a *National Geographic*. Dentre os jornais, são poucos os que apresentam um suplemento ou um caderno de ciências. A internet também funciona como veículo de divulgação, porém de acesso ainda restrito. A grande maioria da população, não apenas a brasileira, é analfabeta ou semi-analfabeta em tecnologia, e esse é o grande desafio a ser vencido pela comunidade científica, que deverá usar todas as linguagens possíveis para atingir o objetivo da divulgação da ciência.

¹ Os três fins definidos por Wood-Robinson são: os utilitários, os democráticos e o enriquecimento cultural.

² Candido realizou uma análise de dez edições do Minuto Ecológico, um programa televisivo com finalidade de divulgar a ciência para o público infantil.

A partir destas considerações teóricas e buscando refletir sobre a divulgação científica em seus aspectos gerais e em sua dinâmica, procedemos à análise dos textos, considerando as dimensões epistemológica, didático-metodológica e teleo-axiológica³.

3 Metodologia

O material selecionado para análise corresponde a quatro artigos relacionados a conhecimentos de biologia, física, matemática e química, publicados pela revista *Ciência Hoje das Crianças*, nos anos de 1999 a 2002. Esta revista faz parte do Projeto *Ciência Hoje*, responsável pelas publicações e produtos de divulgação científica da SBPC, entidade civil sem fins lucrativos, fundada em 1948. Ao longo dos últimos vinte anos, o Projeto tem possibilitado a difusão do conhecimento científico e tecnológico através de publicações com enfoques diferenciados para diversos segmentos de seu público-alvo. No endereço eletrônico do Projeto, a revista é apresentada da seguinte maneira:

A revista *Ciência Hoje das Crianças*, criada em 1986, procura mostrar ao público infantil que a ciência pode ser divertida e está ligada ao dia-a-dia. Criada para ser desfrutada no lazer, virou também uma grande aliada dos alunos na hora de fazer seus deveres e de mostrar trabalhos para feiras de ciência. Para muitos professores, é instrumento fundamental na sala de aula. (Projeto *Ciência Hoje*, 2002).

A análise dos artigos objetivou a sua adequação como instrumento de divulgação científica e como inserção didática. Aplicamos a análise de conteúdo de acordo com Bardin (1977), iniciando com a descrição das idéias, passando à categorização dos textos e depois para a interpretação. Cabe ressaltar, reforçando o que foi dito anteriormente, que o objetivo da revista *Ciência Hoje das Crianças* é a divulgação científica. Porém a inserção didática ocorre, pois a mesma passou a ser utilizada por professores no ensino, extrapolando os objetivos da revista. Conhecendo esta diferença entre os objetivos da revista e o que de fato acontece com ela, um outro público alvo fica para nós definido: os professores. Este fato concreto traz como consequência a necessidade de analisar os artigos de modo a identificar se os mesmos devem passar por reformulações teóricas para poderem ser usados em sala de aula.

A partir de Vieira (1998), as seguintes categorias foram elencadas:

1. **Linguagem** – considera a clareza do texto, a adequação ao público alvo e se a mesma é compatível ao conteúdo do texto. Também a sua acessibilidade, a utilização de jargões ou de termos científicos não óbvios para o leigo, e qual seria o nível explicativo necessário para um entendimento.
2. **Precisão científica** – procura avaliar a existência ou não de erros conceituais.
3. **Apresentação** – diz respeito à apresentação geral do artigo com referências ao título, ao tamanho do texto, da letra e das ilustrações.

³ Os objetos das diversas ciências veiculam paradigmas que situam-se em dimensões que necessariamente estão subjacentes a toda prática pedagógica, neste caso entendida como a relação entre sujeito e objeto de conhecimento mediada pelos textos de divulgação científica. Na dimensão epistemológica subjaz uma concepção de ciência, na dimensão teleo-axiológica subjaz uma concepção dos fins e valores da educação e dos valores a serem por ela promovidos. Na dimensão psicológica subjaz uma concepção da forma como se dá o acesso ao conhecimento por parte de quem aprende, isto é, concepção da relação sujeito-objeto de conhecimento, apreendida em seu aspecto psicológico. Na dimensão didático-metodológica subjaz uma concepção do método de ensino.

4. **Metáforas e analogias** – se o seu uso facilita ou dificulta a compreensão do texto pelo leitor.

5. **Abordagem sociológica, histórica e epistemológica:** diz respeito à presença de efeitos sociais apontados ou gerados, conotações racistas, imagem de ciência, de conceito de experimento e de conceito de método veiculados no texto.

6. **Glossário:** diz respeito a definições, conceituações ou referências que devem estar implícitas no texto ou em textos acessórios (boxes).

7. O **tratamento dos resultados** obtidos compreende a síntese da análise frente às categorias elencadas.

4 Análise Dos Textos Da Revista Ciência Hoje das Crianças

A seguir apresentamos a análise dos textos eleitos para este trabalho. Ao final estaremos apontando a relevância de estudos desta natureza e as considerações finais que permitirão evidenciar o que se pôde concluir e o que constituiu contribuição para essa questão tão significativa.

4.1 Análise do artigo de Biologia

“Os Microvilões” (PEREIRA, 2002), é o título do artigo escolhido, cujo assunto se relaciona às doenças causadas por microorganismos patogênicos e à forma como o organismo reage à presença desses agentes. Tem como objetivo principal explicar como o sistema imunológico humano é ativado por esses seres microscópicos, chamando a atenção para os tecidos e as células envolvidas na seqüência de acontecimentos relacionados à defesa do organismo. Tece comentários também sobre a ação dos antibióticos como auxiliares nesse processo.

A **linguagem** utilizada pela autora é fluente, possui clareza e é adequada ao público infantil, ao qual se destina, ou seja, alunos do Ensino Fundamental, especialmente aqueles que se encontram nas séries intermediárias. Ela dialoga com o leitor utilizando figuras de linguagem próprias das crianças desta fase como, por exemplo, quando diz “...*Alguns são do barulho...*”. Ao usar o termo *micróbio* que, conforme afirma Jacobi (1987) não é um termo científico, mas que abrange tanto um vírus, uma bactéria, um fungo ou um protozoário, sendo comum e conhecido pelas pessoas desde a infância, consegue criar uma certa familiaridade com o assunto. Para facilitar a compreensão, apresenta um texto auxiliar, ou boxe, em cores que o destacam bem do corpo do artigo, onde são explicados os processos mais complexos sobre a ação das bactérias no organismo. Outro destaque é dado à bactéria *Yersinia pestis* onde sua ação é explicada.

Quanto à **precisão científica** o texto não apresenta **erros conceituais**. No entanto, as ilustrações, embora bem distribuídas no texto, apresentam gravuras estilizadas e fotos de microscopia na mesma página, podendo causar problemas de compreensão. Também se observa que não há referência à escala de tamanho das fotos, aparecendo, por exemplo, uma foto de microscopia de um fungo em tamanho maior que a foto de Pasteur. No texto, não é explicado o significado do prefixo *micro* nas palavras microvilões e micróbio, incorrendo na possibilidade da criança confundir seres microscópicos com macroscópicos, devido às ilustrações “macroscópicas” de vírus e fungos nele apresentadas.

A **apresentação gráfica** do artigo chama a atenção pelo colorido das páginas e pelas ilustrações estilizadas dos agentes patogênicos denominados microvilões, com a estética dos desenhos animados de hoje. O título, por si só, já atrai a atenção do leitor, e o texto, que aparece antes de iniciar o artigo, abaixo do título, introduz o assunto de modo muito original.

Comenta sobre o menino Xande que está doente e não poderá jogar uma partida decisiva de futebol na escola.

No texto são utilizadas algumas **analogias** que contribuem, em nossa opinião, para o entendimento do assunto. Um exemplo é a relação sistema imunológico versus microorganismos, que é apresentada como uma guerra, com ataques, alvos e barreiras, na qual os leucócitos têm a função de “soldados” que irão combater o “inimigo”, representado pelos microorganismos. Essas analogias são encontradas em número adequado, não comprometendo a cientificidade do texto.

Numa tímida **abordagem histórica**, aparece uma breve nota sobre Pasteur, com o título *o homem que descobriu os micróbios*, com indicação de referência eletrônica para aprofundar o assunto. A presença de uma visão antropocêntrica muito explícita, quando se refere aos microorganismos como sendo todos microvilões, reflete a abordagem sociológica e epistemológica implícita no texto. Apenas em um momento a autora alerta para a existência de microorganismos que não causam doenças quando afirma “(...) outros, ao contrário, nos protegem delas”. Mas, logo a seguir, continua “(...) Por serem capazes de provocar ou evitar doenças, a presença ou a ausência de micróbios no organismo humano influencia a nossa saúde!” Dessa maneira, não fica claro o fato de existirem, no corpo humano, microorganismos não patogênicos, como as bactérias da flora intestinal, cuja função é sintetizar vitaminas B₁₂ e K. Por outro lado, perde-se, também, uma boa oportunidade para mencionar aqueles microorganismos que desempenham funções benéficas na natureza, como as bactérias e fungos decompositores e as leveduras, amplamente utilizadas na fabricação de pães, queijos e bebidas fermentadas.

A introdução de termos e conceitos novos, ao longo do texto, aparecem em boxes e desenhos, constituindo-se numa forma de **glossário** que auxilia o leitor na compreensão do texto.

No final do artigo, é dado um conselho para a criança: – “(...) tome direitinho o remédio receitado pelo médico quando ficar doente!” Isso nos leva a acreditar que o artigo também tem como objetivo a educação para a saúde, constituindo-se num importante instrumento de divulgação científica e apoio ao trabalho do professor na sala de aula. No entanto, para que o texto possa ser utilizado como recurso de ensino em sala de aula, o professor deverá ter habilidades e conhecimentos específicos para explorar aspectos relevantes como o do mecanismo de defesa do organismo quando ativado pelos microorganismos patogênicos. Isso deverá acontecer precedido de uma leitura crítica do artigo pois, como sabemos, trata-se de um artigo de divulgação científica que não foi escrito com objetivos didático-pedagógicos.

4.2 Análise do artigo de Física

Diferentemente dos artigos das outras disciplinas, escolhidos cronologicamente no último biênio, o artigo de Física, publicado em 1999, foi propositalmente selecionado por apresentar um erro conceitual grave.

O artigo “200 Anos da Pilha” (ESTRADA, 1999), tem por objetivo explicar o funcionamento da pilha, a partir de uma **abordagem histórica**. O autor expõe inicialmente uma situação real de queda de energia elétrica, onde há necessidade do uso do rádio com pilhas. Em seguida, é descrito o processo de construção, usado por Alessandro Volta, da primeira pilha, há 200 anos, enaltecendo que a mesma funcionava por uma transformação química. O funcionamento físico da pilha é explicado e são mencionadas as comemorações mundiais do bicentenário de sua invenção. Dois quadros (boxes) complementam o artigo: um explicando os vários significados da palavra pilha; e o outro orientando sobre como se pode construir uma simples pilha com o uso de um limão.

Como texto de divulgação científica, pode ser considerado como possuindo uma boa **linguagem**. Apresenta uma introdução atrativa, já que trata de uma situação real do cotidiano (a queda de energia elétrica), é de fácil compreensão e motiva o leitor a continuar a leitura. Quanto ao público alvo, no caso o público infantil, consideramos que o texto está adequado, pois o autor utiliza a história para introduzir os conceitos científicos relacionados ao funcionamento da pilha. A inserção de uma atividade experimental simples é útil no entendimento dos conceitos científicos anteriormente citados.

Em relação à **precisão científica**, o principal problema encontrado é o conceito cientificamente errôneo de “força eletromotriz” ou “f.e.m”. A designação de “f.e.m.” tem sua origem histórica, fato este que poderia ser explorado pela autora, já que o artigo foi apresentado em uma ótica histórica. No entanto, há incorreção em chamar de força o que a pilha produz e não esclarecer, de forma científica, que esta “força” significa armazenamento de energia, descaracterizando, inclusive, a definição de força como ente vetorial. Outro fato bastante grave é a apresentação do termo corrente elétrica como se já fosse de domínio dos leitores. Uma das formas de resolver esta situação seria apresentar um **glossário** para a melhor compreensão de como foi construído esse conceito.

O artigo apresenta poucas **metáforas** e **analogias**, o que consideramos negativo para a faixa etária a que se destina, uma vez que isso poderia trazer contribuições significativas. Há dois quadros complementares. O primeiro expõe uma das várias interpretações da palavra pilha, enaltecendo a interpretação “popular” da expressão “estou uma pilha”, mas a analogia implícita com uma explosão destacada pela cor amarela, pode, erroneamente, desviar a atenção do leitor como uma relação mais importante que o próprio texto. O segundo, sobre construção de uma pequena pilha com um limão, é importante no sentido de explicitar a facilidade dessa construção. No entanto, a construção é apresentada como uma “receita de bolo”, e seria mais educativa se descrevesse a função dos componentes, como uma pilha de Volta.

Considerando a **apresentação gráfica**, os espaços da página são bem aproveitados e o título e subtítulos estão bem colocados. No entanto, as ilustrações, mesmo sendo chamativas e coloridas, não contribuem para a compreensão do texto.

Entendemos que o referido texto pode ser considerado de divulgação científica, e, tendo clara a faixa etária a que se destina, precisa de mais cuidado na sua construção, já que, em princípio, a sua leitura é o primeiro contato desses leitores com novos conceitos. O professor, desta forma, tem um papel importante na discussão do problema, ou seja, discutir com seus alunos leitores as limitações do referido texto, em relação ao rigor científico. Enaltecendo o significado correto de força eletromotriz, ou seja, a identificação do erro conceitual, poderá ao mesmo tempo contribuir para a aprendizagem dos alunos e poderá desenvolver um espírito crítico nos mesmos.

4.3 Análise do artigo de Matemática

O artigo “Pesos e medidas” (CONTIER, 2002), tem por objetivo, esclarecer algumas questões a respeito de sistemas de medidas e unidades. A ênfase recai sobre aspectos de natureza histórica, com uma abordagem de natureza teleo-axiológica, uma vez que os fins e valores do desenvolvimento do conhecimento são desvelados. Isto se observa pelo encaminhamento do artigo sempre se reportando às necessidades práticas, que se colocaram aos homens ao evoluir de um estilo de vida nômade a um estilo de vida sedentária.

Quanto à **linguagem** do texto, percebemos que ela é adequada à faixa etária para a qual se destina e para a comunidade em geral que já têm algum conhecimento sobre o assunto. Coloca alguns questionamentos, com o objetivo de levar o leitor a querer saber mais sobre o assunto, esclarecendo ao longo do texto as questões colocadas, deixando o texto mais

significativo e interessante. Mas nem por isso deixa de apresentar o texto de forma descontraída, simples e clara. Isso faz o texto solto, fluido conferindo dinâmica à leitura. Utiliza um humor fino, com classe e bom senso, contribuindo para quebrar a cientificidade e aridez dos textos matemáticos.

Contudo, no restante do texto, podemos perceber a **precisão científica**, pois a autora, procura sempre explicar, em notas destacadas, termos que possam trazer dúvidas ao leitor.

Em relação a esta questão, no entanto, a diferenciação entre volume e capacidade, deveria ser explicitada, não podendo ser deixada por conta do leitor, pois exigirá deste um grau de compreensão também bastante elevado.

Pôde-se perceber a ausência de jargões e de termos científicos não óbvios que podem comprometer o entendimento de noções essenciais. Estamos nos referindo neste caso à utilização das palavras medida e unidade de medida que coloca questões que não são tão evidentes, mas que estão presentes de forma implícita. Para um leitor professor, o significado será desvelado em função de seu entendimento sobre o que é medir. Para o leitor da faixa etária de 07 a 14 anos esta palavra poderá fazer parte de seu vocabulário e utilizada de forma automatizada e mecânica.

Podemos esclarecer melhor esta afirmação explicitando o significado da palavra medir. Medir é comparar grandezas de mesma espécie, sendo o resultado expresso por um número. Três fases distintas podem ser apontadas: escolha da unidade; comparação com a unidade; resultado da comparação expresso por um número. Podemos exemplificar com uma questão: *“Para encher uma jarra precisamos de oito copos de água. Para encher uma garrafa, três copos. Que relações posso estabelecer?”*

Solução: a medida da garrafa: 3 copos para encher uma garrafa. A medida da jarra em copos: 8 copos para encher uma jarra. A medida da jarra em garrafas: Uma jarra igual a 8 copos, portanto, 3 copos (=1 garrafa) + 3 copos (= 1 garrafa) + 2 copos (= 2/3 de garrafa).

Logo, a medida da jarra em garrafas é $1 + 1 + 2/3 = 8/3$ garrafas.

Este exemplo deixa bem claro as três fases e que não estão explicitadas de forma imediata para qualquer sujeito que se proponha a efetuar medições. A escolha da unidade e a comparação com a unidade permitem expressar o resultado da comparação por números diferentes, mas que expressam de forma igual a medida da garrafa: esta é igual a 8 copos de água e também é igual a 8/3 garrafas.

A resposta para a questão e o exemplo apontado esclarecem e tornam compreensível que a leitura do trecho do artigo, que relata os procedimentos utilizados pelo homem para efetuar medições uno-dimensionais, no caso, as distâncias, os comprimentos, entre outros de mesma natureza, não são assim tão evidentes para uma abordagem e apreensão conceitual. O relato histórico que descreve a utilização da palma, palmo, cúbito e jarda atende às três fases necessárias para medir: a escolha da unidade, que deve ser da mesma natureza da grandeza a ser medida, a comparação com a unidade e o resultado da comparação expresso por um número.

Podemos verificar estas afirmações a partir de um trecho do texto:

Mas medir como, se, até então, não existiam as unidades que conhecemos hoje? Essa necessidade levou à criação dos primeiros sistemas de medida. Eles eram baseados, em geral, no corpo humano. Sobretudo no corpo de um governante: um rei ou um imperador, por exemplo! Veja abaixo algumas unidades do passado:

Palma- Largura da mão.

Palmo- Distância entre a ponta do dedo mínimo e a do polegar com a mão estendida.

Cúbito- Distância do cotovelo à ponta do dedo indicador.

Jarda- Distância da ponta do nariz à ponta dos dedos com o braço estendido.

(GIOVANI, 1992, p. 218-219)

Isto significa que não poderíamos ter escolhido outras unidades para efetuar tais comparações, como por exemplo, utilizar medida de tempo para calcular distâncias, comparar a idade com o tamanho do pé, entre outros. Se isto é tão evidente para quem é um leitor do tipo que compreende e atribui significados aos termos científicos utilizados não o é porém, para outro tipo de leitor, visto que a linguagem do texto não encaminha para a abertura de caixas pretas e trabalha com estes termos científicos como algo evidente e sem necessidade de explicação, ou de levantamento de perguntas chaves, que contribuíssem para um procedimento diferenciado por parte do leitor.

Com relação à **apresentação gráfica do texto**, podemos constatar que o conteúdo se adequou no espaço a ele destinado. Houve uma preocupação em colocar ilustrações para realçar as idéias do texto, principalmente para destacar as idéias centrais num contexto histórico. Temos a acrescentar que a apresentação do texto em relação ao tamanho da letra, ilustrações e título é bastante adequada ao público alvo ao qual se destina e não foram identificadas **metáforas ou analogias**.

Quanto à **abordagem histórica**, percebemos que o texto busca com bastante ênfase os aspectos históricos, relacionando-os ao contexto no qual surgiu o sistema de medidas. Procura comparar o sistema de medidas dos egípcios com o dos romanos, terminando por explorar o surgimento do atual sistema de medidas pontuando as circunstâncias que o fizeram surgir.

A autora procura também esclarecer algumas palavras e conceitos que possam causar dúvidas no decorrer do texto deixando um **glossário** incorporado, de forma que o leitor possa compreender a totalidade do texto, mesmo não tendo domínio de conceitos básicos da ciência matemática.

Contudo, podemos evidenciar alguns termos que podem causar uma certa dúvida e levam a conceitualizações não explicitadas. Podemos apontar por exemplo o termo medida e unidade de medida, unidade de comprimento, volume, sistema de medida unificado, a definição de metro baseada na divisão dos meridianos e a não apresentação de uma definição mais recente de metro baseada na velocidade da luz.

Quanto à possibilidade de utilização do texto para auxílio ao professor em sala de aula, percebemos que ele torna-se um interessante complemento em relação à história da matemática, não no sentido anedotário ou factual, mas no sentido de situações problemas que sofrem um processo de descontextualização e contextualização num outro tempo e lugar, com outras necessidades mas com as mesmas exigências: o processo de medição de quantidades contínuas. O bom uso desta abordagem vai depender, porém, da capacidade do professor de tratar a questão desta forma. Tal abordagem deverá também levar em consideração a dimensão psicogenética, que colocará em evidência os esquemas aos quais o sujeito deverá recorrer para dar conta das situações às quais se defronta e a partir das quais coloca os desafios cognitivos necessários para uma evolução conceitual.

4.4 Análise do artigo de Química

O artigo “Química para matar a fome em cinco minutos” (TRUGO, 2002), tem por objetivo explicar os processos envolvidos na fabricação de alimentos instantâneos. O autor inicia o texto fazendo algumas considerações a respeito do quanto os produtos instantâneos podem facilitar a vida moderna e, em seguida, apresenta as explicações de como estes são produzidos.

Procedendo às explicações, o autor afirma que todos os alimentos possuem uma grande quantidade de água e que é justamente a presença da água que facilita a sua deterioração. Por esta razão é que os produtos instantâneos são desidratados.

Nos parágrafos seguintes, o autor explica os processos de desidratação, lembrando que os melhores são os processos que não envolvem calor, pois este pode afetar algumas das vitaminas presentes nos alimentos.

O autor conclui o artigo explicando que os alimentos instantâneos não são apenas desidratados, mas que recebem a adição de algumas substâncias químicas denominadas aditivos, que têm a função também de conservar e de dar cor, aroma e sabor artificial aos produtos.

Relativamente à **linguagem**, como nos textos de divulgação científica o objetivo principal é fazer com que o leitor compreenda a totalidade do artigo (VIEIRA, 1998), o texto pode ser considerado bom, pois apresenta uma introdução atrativa, clara e descontraída. É de fácil compreensão e apresenta frases de impacto ligadas ao cotidiano que motivam o leitor a continuar a leitura.

Em relação ao **público alvo**, a linguagem deve ser diferenciada para cada público (VIEIRA, 1998). Como a revista que está sendo analisada é destinada ao público infantil, consideramos que o texto está adequado, pois o autor utiliza a técnica de dialogar com o leitor através de perguntas e respostas entremeadas por explicações conceituais.

Quanto à **precisão científica**, quando o autor explica os processos de desidratação dos alimentos, o texto se apresenta de forma simples, sem com isso incorrer em erros conceituais, no entanto, quando o autor se refere aos aditivos, menciona apenas o nome científico da substância e onde é utilizada, sem dar uma explicação mais detalhada sobre o que é de fato aquela substância e para que serve, tornando-a uma caixa preta. Como exemplo, podemos citar a referência feita pelo autor ao Ácido Sórbico. Nela o autor apenas informa que esta substância está presente em chocolates, conservas, doces em pasta, maioneses, margarinas, refrigerantes etc. Porém, não informa que tal ácido é um antioxidante que tem a função de evitar a rancidificação ou oxidação das gorduras em alimentos ricos nessas substâncias, principalmente em produtos como margarinas e maioneses.

Quanto à **apresentação gráfica**, os espaços da página são bem aproveitados e o título e subtítulos estão bem colocados. Entretanto, as ilustrações, mesmo sendo chamativas e coloridas, não contribuem para a compreensão do texto. Como exemplo podemos citar a frase: *“Tudo isso pode parecer mágica, mas não é! Trata-se de ciência!”* (p. 15-16). No entanto, a ilustração traz um mágico tirando um coelho da cartola. Consideramos que esta ilustração confunde o leitor, pois é contraditória, ao mesmo tempo em que diz que ciência não é mágica, traz a ilustração de um mágico.

O artigo também não utiliza **analogias**, embora estas sejam um elemento essencial na linguagem de divulgação científica, pois elas “tornam concretos conceitos abstratos” (VEIRA, 1998, p. 21). Consideramos que talvez o autor não as tenha utilizado em função de ter optado por apresentar explicações bem detalhadas dos processos que envolvem a produção dos alimentos industrializados, não havendo, portanto, necessidade das mesmas.

O artigo não apresenta **abordagem histórica** e a imagem de ciência transmitida é que esta é positiva e melhora a qualidade de vida das pessoas. Entretanto, mesmo exaltando os benefícios da utilização dos aditivos, o autor toma o cuidado de informar que o melhor é ingerir produtos frescos ou pelo menos com pouca quantidade destas substâncias. Mas vale lembrar que esta informação encontra-se à parte do texto, no glossário. Na chamada do artigo, que imprime o impacto inicial no leitor e ao longo de todo o texto, a imagem de ciência transmitida é exclusivamente positiva. Um exemplo *“Hoje em dia há desde purê de batatas até sorvete em pó! Sem falar no macarrão que vem em copo e não vai para a panela: fica*

pronto com o acréscimo de água fervendo! E o café que não precisa coar? É ou não algo prático?” (p. 15).

O artigo apresenta um pequeno **glossário** onde são apresentados quatro aditivos. A crítica feita ao Ácido Sórbico é válida para as demais substâncias, ou seja, poderiam ser mais exploradas as funções dos aditivos, já que essas informações geralmente são muito atrativas para o leitor, pois faz dele um consumidor mais atento aos produtos que está ingerindo.

Com algumas ressalvas, as quais já pontuamos, consideramos que o artigo pode ser considerado um bom texto de divulgação científica.

Especificamente sobre a utilização didática do artigo analisado, consideramos que este pode ser um bom material de suporte quando se estiver trabalhando a questão das substâncias que compõem os alimentos (industrializados e não industrializados), no bloco temático Ser Humano e Saúde, no segundo ciclo do Ensino Fundamental (BRASIL, 1997).

5 Considerações Finais

O estudo realizado possibilitou pontuar questões importantes sobre a divulgação científica e o processo de transposição, bem como as inter-relações que se estabelecem entre eles.

Buscamos, neste estudo, refletir sobre a utilização de textos de divulgação científica como instrumento didático, na prática educativa do professor e como possibilitador de mediação entre o leitor e a aprendizagem do objeto de conhecimento veiculado no texto.

Consideramos importantes as reflexões que nortearam as análises dos textos presentes na revista *Ciência Hoje das Crianças*, pois a revista extrapolou suas intenções originais de instrumento de divulgação e disseminação do conhecimento, e passou a fazer parte dos instrumentos didáticos utilizados pelo professor na sua prática educativa. Também pelo fato de que os objetivos da divulgação científica pressupõem, a nosso ver, não só a transmissão de informações, mas também as necessidades e emergências colocadas pela contemporaneidade em relação à supremacia do conhecimento científico.

Enquanto processo de transposição de um saber enquanto “saber” para um “saber a ser ensinado/aprendido”, foi possível pontuar questões que propiciaram as análises frente às categorias elencadas. Como processo de divulgação científica, foi possível considerar as necessidades específicas de cada público alvo, no caso, o leitor criança e o leitor professor do Ensino Fundamental, pois cada um deles utilizará e processará as informações do texto de acordo com sua bagagem de conhecimentos e pressupostos.

Porém, o mais importante foi a possibilidade de cruzar os dois fenômenos, o de divulgação científica e o de transposição didática, que o professor deve fazer ao levar material de divulgação científica para a sala de aula. Esta possibilidade pode e deve ser intencional, pois objetiva uma única meta: a formação científica dos cidadãos.

Cabe esclarecer, porém, que as conclusões aqui apontadas voltam-se exclusivamente para a análise de textos de divulgação científica, compreendidos também como instrumentos de inserção didática e possibilidades de interação entre sujeito e objeto de conhecimento, mediados pelo próprio texto ou por um professor.

Em relação ao professor, refletimos sobre a necessidade de sua compreensão crítica ao usar a revista *Ciência Hoje das Crianças* como instrumento pedagógico. Compreendendo que o principal objetivo dessa revista é a divulgação científica e não a educação formal, o professor deve ter presente essas limitações ao usá-la em sala de aula como apoio pedagógico. Nesse processo é importante verificar os tipos de conhecimentos que deverão ser utilizados em relação às suas necessidades, quais as informações que poderão reter, em que profundidade e se estas informações já são conhecidas. O professor, ao escolher um texto de

divulgação científica, deve considerar a possibilidade de levar o aluno a abrir caixas pretas presentes nos textos, a se posicionar criticamente em relação à clareza dos conceitos e sua contextualização, como também se o mesmo é passível de uma transposição.

Consideramos importante enfatizar que a utilização de artigos de divulgação científica no ensino de ciências pode ser problemática se:

1. erros conceituais não forem identificados, pois comprometem a formação científica dos alunos enquanto interação entre sujeito e objeto de conhecimento mediados pelo texto;
2. a formação do professor do Ensino Fundamental (séries iniciais), nas áreas específicas do conhecimento, não lhe permitir a identificação desses erros conceituais, gerando obstáculos epistemológicos;
3. não for considerada a necessidade de transposição dos textos de divulgação científica, visto que concepções de como se dá o conhecimento emergem e se consolidam.

O presente estudo encaminha para a necessidade de mais pesquisa, tão necessária para a compreensão das inter-relações que se estabelecem entre os dois fenômenos e para dar conta do que emerge e se impõe para uma sociedade aprendente, ávida de conhecimentos e de formação científica, para uma atuação cidadã no mundo com possibilidades de transformação. Por fim, este estudo aponta para a possibilidade da utilização de textos de divulgação científica da revista *Ciência Hoje das Crianças* em cursos de formação de professores, inicial ou continuada, no sentido de proporcionar a estes a abertura de caixas pretas necessárias para a compreensão e/ou reformulação dos conceitos científicos que serão objetos de ensino.

Referências Bibliográficas

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Rio de Janeiro: Edições 70, 1977.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: matemática – 3º e 4º ciclo**. Brasília: MEC/CEF, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais, v. 4**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

CANDIDO, R.G. Nossos saberes não se restringem à escola: o que tem o Minuto Ecológico a ver com isso? In: SANTOS, L.H.S (Org). **Biologia dentro e fora da Escola**. Porto Alegre: Mediação, 2000. p. 41-54.

CANDOTTI, E. A ciência deve entender o público. **Jornal da Ciência**. Rio de Janeiro, n.441, p.02, 11 ago.2000.

CONTIER, L. M. Pesos e Medidas. **Ciência Hoje das Crianças** . Rio de Janeiro, nº 127, ano 15, p. 08-11, ago/2002.

ESTRADA, M. I. D. 200 Anos da Pilha. **Ciência Hoje das Crianças**. Rio de Janeiro, nº 92, ano 12, p. 18-21, jun/1999.

GIOVANI, J.R. **A conquista da matemática: teoria e aplicação**. 5ª. série. Ed. Renovada, São Paulo: FTD, 1992.

MASSARANI, L. **Este obscuro objeto do desejo: a cultura científica**. Encontro sobre pesquisa em Educação, Comunicação e Divulgação Científica em Museus, Rio de Janeiro, 2001.

MASSARANI, L.; MOREIRA, C.; BRITO, F. (Orgs). **Ciência e Público**: caminhos da divulgação científica no Brasil. Rio de Janeiro: Casa da Ciência/UFRJ, 2002.

PEREIRA, M. S. V. Os Microvilões. **Ciência Hoje das Crianças**. Rio de Janeiro, ano 15, nº 130, p. 16-19, nov/2002.

PROJETO CIÊNCIA HOJE. Instituto Ciência Hoje. Acessado em: dez/2002. Disponível em: <http://www.uol.com.br/cienciahoje/chc.htm>.

REIS, J. Professor José Reis: um divulgador da ciência. **Ciência Hoje**. Rio de Janeiro, nº 1, ano 1, p. 77-78, jul/ago 1982.

ROSA, D. C. da. **O uso de textos de Divulgação Científica para ensinar nas séries iniciais e a produção textual das crianças**. Anais da IV ANPED SUL, Florianópolis, 2002.

TRUGO, L. C. Química para matar a fome em cinco minutos. **Ciência Hoje das Crianças**. Rio de Janeiro, nº 126, ano 15, p. 14-17, jul/2002.

VIEIRA, C. L. **Pequeno manual de divulgação científica**: dicas para cientistas e divulgadores de ciência. São Paulo: CCS/USP, 1998.

WOOD-ROBINSON, C. et al. Genética e formación científica: resultados de un proyecto de investigación y sus implicaciones sobre los programas escolares y la enseñanza. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona, v.16, n.1, p. 43-61, 1998.