



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**Instituto de Física**  
**Instituto de Química**  
**Instituto de Ciências Biológicas**  
**Faculdade UnB Planaltina**  
**Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências**  
**Mestrado Profissional em Ensino de Ciências**

**DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE**  
**PROFESSORES DE QUÍMICA**

**VERENNA BARBOSA GOMES**

**Brasília**  
**2012**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**Instituto de Física**  
**Instituto de Química**  
**Instituto de Ciências Biológicas**  
**Faculdade UnB Planaltina**  
**Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências**  
**Mestrado Profissional em Ensino de Ciências**

## **DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA**

**VERENNA BARBOSA GOMES**

Dissertação realizada sob a orientação do Prof. Dr. Roberto Ribeiro da Silva e apresentada à banca examinadora como requisito parcial a obtenção do Título de **Mestre em Ensino de Ciências** - Área de Concentração “Ensino de Química”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília

2012

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de  
Brasília. Acervo 1001915.

G633d Gomes, Verenna Barbosa.  
Divulgação científica na formação inicial de professores  
de química / Verenna Barbosa Gomes. -- 2012.  
139 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília,  
Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto  
de Ciências Biológicas, Faculdade UnB Planaltina,  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, 2012.  
Inclui bibliografia.

Orientação: Roberto Ribeiro da Silva.

1. Professores - Formação. 2. Química - Estudo e ensino.  
I. Silva, Roberto Ribeiro da. II. Título.

CDU 377.8

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

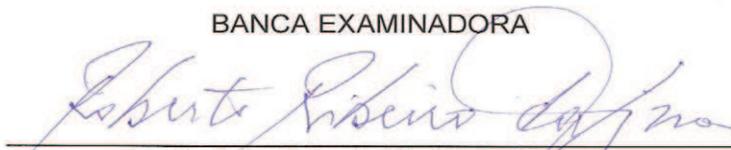
VERENNA BARBOSA GOMES

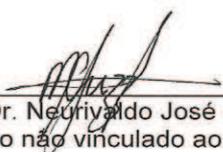
**“DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA”**

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Química”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Aprovada em 27 de julho de 2012.

BANCA EXAMINADORA

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Roberto Ribeiro da Silva  
(Presidente)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Neuryaldo José de Guzzi Filho  
(Membro externo não vinculado ao Programa – UESC/BA)

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Patrícia Fernandes Lootens Machado  
(Membro interno vinculado ao Programa – IQ/UnB)

*DEDICO ESTE TRABALHO...*

**A todos os professores de Química em formação inicial e em formação  
continuada que aceitam o desafio de refazer a educação!!!**

## **AGRADECIMENTOS**

**Aprendi que se depende sempre, de tanta muita diferente gente. Toda pessoa sempre é marca das lições diárias de outras tantas pessoas. É tão bonito quando a gente entende que a gente é tanta gente, onde quer que a gente vá. É tão bonito quando a gente sente que nunca está sozinho por muito mais que pense estar...**

**(Gonzaguinha)**

**Essa vitória não foi conquistada sozinha... Existem pessoas que contribuíram de forma singular, por isso agradeço:**

À minha mãe, pela tolerância com as ausências. Para chegar até aqui foi preciso abrir mão de sua companhia, mas sei que apesar da distância, esteve sempre presente, apoiando e não medindo esforços para que meus sonhos se realizassem. Esse momento só existe porque você aceitou viver comigo esse sonho!

Às professoras da UESC Elisa e Elvira, que compartilharam suas salas de aulas oportunizando o desenvolvimento dessa pesquisa. Após um ano de formada, obrigada pela receptividade ao meu retorno a UESC e pela confiança e credibilidade que sempre depositaram em mim. Esse agradecimento se estende, é claro, aos seus alunos que aceitaram, sem restrição, a participarem dessa pesquisa.

Aos alunos da UnB que também possibilitaram o desenvolvimento desse manuscrito;

Aos meus colegas de Mestrado; As nossas discussões sobre Ensino de Ciências contribuíram no meu amadurecimento intelectual; Em especial, à Lucy pela valiosa contribuição no fechamento desse manuscrito.

Às amigas da Drika, Eliz, Delzimar, Aline e Eleandro conquistadas no PPGEC durante este período, compartilhando momentos acadêmicos e momentos de descontração.

Aos meus amigos da Colina-Bloco k. Obrigada pela oportunidade de convivência e aprendizado.

À Carol e Diego, pela disponibilidade e cordialidade no atendimento;

À CAPES/REUNI pela bolsa concedida

## AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

**“Ah! Se o mundo inteiro me pudesse ouvir**

**Tenho muito prá contar**

**Dizer que aprendi...”.**

...E tudo o que aprendi, agradeço especialmente ao meu orientador Prof. Dr. **Roberto Ribeiro da Silva** (Carinhosamente, Bob). O meu jeito tímido talvez não deixasse transparecer a minha imensa satisfação em tê-lo como orientador e o tanto que aprendi contigo durante esses dois anos de caminhada. Espero que nessas poucas linhas e meras palavras, eu consiga expressar o meu eterno agradecimento. Sou grata principalmente pela confiança e desafio em me orientar, pela acolhida aos meus questionamentos profissionais, pelas produtivas discussões, pelas valiosas contribuições de forma precisa e segura, por me apresentar nova e significativa forma de olhar/conceber o processo de ensino-aprendizagem, pela oportunidade de vivenciar o LPEQ, pelo aprendizado acadêmico e de forma indireta, humano. Esses ensinamentos seguirão por toda a minha vida! Por tudo isso, tens a minha admiração, o meu carinho e o meu respeito.

Igualmente especial, agradeço à Prof<sup>a</sup>. Dra. **Patrícia Fernandes Lootens Machado** (Carinhosamente, Pat) que me acolheu afetosamente desde o primeiro dia em que cheguei ao Instituto de Química até meus últimos dias nesse espaço. Obrigada pelo carinho de sempre e pelas valiosas contribuições, discussões, e sugestões na minha pesquisa.

Agradeço também ao Prof. Dr.º **Neurivaldo José de Guzzi Filho** (Carinhosamente, Teco). Foi uma honra tê-lo como membro titular da minha banca, visto a Divulgação Científica ser um tema em comum entre nós a ser discutido.

O meu agradecimento especial se estende aos **Brasileiros** que financiaram toda a minha educação do Ensino Básico e do Ensino Superior, me propiciando um Universo de conhecimentos.

**Há um continuado desafio: fazermos a migração do  
esoterismo ao exoterismo.**

**(Attico Chassot)**

## RESUMO

A Divulgação Científica é um tema de grande relevância para o contexto escolar. Mais especificamente, os textos de Divulgação da Ciência (TDC) têm sido potencialmente discutidos na literatura como recurso didático complementar ao ensino formal. Pesquisas realizadas relativas a essa temática mencionam que ainda são poucos os trabalhos que relacionam a formação de professores e o uso desses textos em contextos escolares. Logo, o fato gerador da nossa pesquisa é a quase ausência de divulgação científica, especificamente na produção de textos de divulgação da Ciência na formação inicial de professores. Diante disso, esse trabalho foi motivado pela percepção da necessidade de incluir também na formação do professor um contexto de Divulgação Científica. Considerando essa questão, elaboramos, em nossa pesquisa, textos de Divulgação Científica tendo como eixos norteadores a atividade experimental, a história e a natureza da ciência e aspectos da interface CTSA. Além disso, buscamos investigar a relevância desses textos na formação inicial de professores de Química. Os textos escritos foram guiados por cinco temáticas, a saber: “O que é a Química e o que o Químico faz?”, “Alimentos”, “Metais”, “Atmosfera” e “Água”. Os textos foram aplicados em turmas de Licenciatura em Química de semestre inicial e semestre avançado da Universidade de Brasília (UnB) e da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). A partir das vozes dos participantes dessa pesquisa, relativas às variadas potencialidades dos textos de Divulgação Científica podemos inferir que esse material favorece uma eficácia na formação inicial de professores, no sentido de se repensar sobre os diversos recursos pedagógicos e suas possibilidades e estratégias de uso. Os dados dessa pesquisa também confirmam outras pesquisas apresentadas na literatura quanto às lacunas na formação inicial de professores referentes à natureza da Ciência e a experimentação no ensino.

**Palavras-chave:** Ensino de Química. Divulgação Científica. Formação de professor.

## ABSTRACT

Science Communication for the general public is a topic of great relevance to the school context. More specifically, texts of popularization of science have been discussed in the literature as a teaching resource to supplement formal education. Research conducted on this subject shows that there are few investigations of the use of these texts in teacher training in school contexts. Therefore, the origin of our research is the almost complete absence of production of texts for disseminating science in initial semesters of teacher training courses. Considering this issue, we have written science communication texts under the following guiding principles: activity experimentation, history and nature of science, and the interface aspects of Science-Technology- Society –Environment. Furthermore, we investigated the relevance of these texts in the initial training of teachers in two Chemistry courses. The texts were related to the following themes: “What is Chemistry? What does a chemist do?”, “Food”, “Metals”, “Water” and “Atmosphere”. The texts were evaluated by students taking early and advanced semesters at University of Brasilia (UnB) and at Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). The results showed that the texts are efficient in initial teacher education, since they allow future teachers to reflect on the various learning resources available and on the use of different teaching strategies. Also, it was possible to confirm what other studies reported in the literature regarding the gaps in initial teacher education concerning the understanding of the nature of science and the role of experimentation in science education

**Keywords:** Teaching of Chemistry. Science Communication. Teacher training.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Categorias presentes em um texto de Divulgação Científica	41
Tabela 2:	Frequência com que os alunos de semestre inicial da UESC acessam os meios de Divulgação Científica.....	52
Tabela 3:	Frequência com que os alunos de semestre inicial da UnB acessam os meios de Divulgação Científica.....	53
Tabela 4:	Frequência com que os alunos de semestre avançado da UESC acessam os meios de Divulgação Científica.....	53
Tabela 5:	Frequência com que os alunos de semestre avançado da UnB acessam os meios de Divulgação Científica.....	54

## LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1:	Relação entre os círculos esotérico e exotérico no contexto da divulgação científica.	24
Figura 2:	Avaliação da categoria forma do texto feita pelos alunos de semestre inicial da UESC no texto: O que é a Química e o que um Químico faz?	56
Figura 3:	Avaliação da categoria forma do texto feita pelos alunos de semestre avançado da UESC no texto: O que é a Química? O que um Químico faz?	56
Figura 4:.	Avaliação da categoria forma do texto feita pelos alunos de semestre inicial da UnB no texto: O que é a Química? O que um Químico faz?	57
Figura 5:	Avaliação da categoria forma do texto feita pelos alunos de semestre inicial da UESC no texto: O que os alimentos têm a ver com a Química?	57
Figura 6:	Avaliação da categoria forma do texto feita pelos alunos de semestre avançado da UESC no texto : “ <i>O que os alimentos tem a ver com a Química?</i> ”	58
Figura 7:	Avaliação da categoria forma do texto feita pelos alunos de semestre avançado da UnB no texto: “O que os alimentos têm a ver com a Química?”.	58
Figura 8:	Avaliação da categoria conteúdo do texto feita pelos alunos de semestre inicial da UESC no texto: O que é a Química? O que um Químico faz?	75
Figura 9:	Avaliação da categoria conteúdo do texto feito pelos alunos de semestre avançado da UESC no texto: O que é a Química? O que um Químico faz?	75
Figura 10:	Avaliação da categoria conteúdo do texto feita pelos alunos de semestre inicial da UnB no texto: O que é a Química? O que um Químico faz?	76
Figura 11:	Avaliação da categoria conteúdo do texto feita pelos alunos de semestre inicial da UESC no texto: Qual a relação da Química com os alimentos	76

Figura 12:	Avaliação da categoria conteúdo do texto, feita pelos alunos de semestre avançado I da UESC no texto: Qual a relação da Química com os alimentos?	77
Figura 13:	Avaliação da categoria conteúdo do texto feita pelos alunos de semestre avançado da UnB no texto: Qual a relação da Química com os alimentos?	77
Figura 14:	Percepção dos alunos de semestres avançados da UESC quanto ao uso de Textos de Divulgação Científica no Ensino	102
Figura 15:	Percepção dos alunos de semestres avançados da UnB quanto ao uso de Textos de Divulgação Científica no Ensino.	103

## LISTA DE SIGLAS

- DC-** Divulgação Científica
- TDC-** Texto(s) de Divulgação Científica
- HC-** História da Ciência
- NC-** Natureza da Ciência
- CTSA-** Ciência-Tecnologia-Sociedade e Ambiente
- UESC-** Universidade Estadual de Santa Cruz
- UnB-** Universidade de Brasília
- LPEQ-** Laboratório de Pesquisas em Ensino de Química
- CNC-** Concepções sobre a Natureza da Ciência
- QNEESC-** Química nova na escola
- HFC-** História e Filosofia da Ciência
- PCNEM-** Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
- PCN-** Parâmetros Curriculares Nacionais

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
<b>1 DIFUSÃO, DIVULGAÇÃO OU DISSEMINAÇÃO DA CIÊNCIA?</b> .....	<b>20</b>
1.1 Difusão Científica.....	20
1.2 Disseminação Científica .....	22
1.3 Divulgação Científica .....	22
<b>2 CONHECIMENTO CIENTÍFICO, COTIDIANO E ESCOLAR</b> .....	<b>27</b>
<b>3 DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: FUNÇÕES, FORMAS E JUSTIFICATIVAS</b> .....	<b>32</b>
3.1 Justificativas .....	32
3.2 Funções da Divulgação Científica .....	33
3.2.1 A Divulgação Científica no ensino.....	35
3.3 Formas de divulgar ciência .....	37
3.3.1 Textos de Divulgação Científica.....	38
<b>4 A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO CONTEXTO ESCOLAR</b> .....	<b>44</b>
4.1 As recomendações para o uso da História da Ciência no Ensino de Ciências	45
<b>5 PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA</b> .....	<b>48</b>
5.1 Caracterização da pesquisa .....	45
5.2 Os sujeitos da pesquisa.....	49
5.3 Os instrumentos da pesquisa .....	49
5.4 Desenho metodológico da coleta de dados .....	51
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>52</b>
6.1 Frequência com que os alunos de semestre inicial e de semestres avançados acessam os principais meios de Divulgação Científica do Brasil.....	52
6.2 Avaliação pelos alunos na categoria Forma do Texto .....	55
6.2.1 Recursos visuais e textuais adequados .....	59
6.2.2 Temática de relevância social .....	60
6.2.3 Termos científicos seguidos de uma explicação .....	62
6.2.4 Conteúdos de Química.....	64
6.2.5 Abordagem do tema em uma sequência lógica .....	65
6.2.6 Diálogo entre o autor e leitor .....	66
6.2.7 Permite esclarecer fenômenos curiosos do dia a dia .....	71
6.2.8 Linguagem acessível ao grande público .....	73
6.3 Avaliações pelos alunos na categoria conteúdo do texto .....	74
6.3.1 Aspectos da relação fenômeno-teoria.....	78
6.3.2 Aspectos da natureza do conhecimento científico .....	82

6.3.3 Aspectos das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) .....	87
6.3.4 Aspectos de História da Ciência .....	90
6.3.5 Aspectos das relações éticas de consumo e cidadania .....	95
6.3.6 Aspectos interdisciplinares .....	97
6.4 Avaliação dos alunos quanto a utilização de textos de Divulgação Científica no Ensino.....	102
6.4.1 Permitem esclarecer fenômenos do dia a dia .....	105
6.4.2 Contribuem para a compreensão da Ciência .....	105
6.4.3 Permitem análise de riscos/benefícios da aplicação dos conhecimentos científicos .....	107
6.4.4 Permitem a inserção de novas abordagens e temáticas nas aulas de Ciências .....	109
6.4.5 Desenvolvem o gosto pela leitura .....	110
6.4.6 Complementam o livro didático .....	112
6.4.7 Aumentam o interesse dos alunos pela Ciência .....	114
6.4.8 Promovem a popularização da Ciência.....	115
6.4.9 Melhor serem aplicados em sala de aula da Educação Básica/ Melhor serem aplicados em sala de aula no Ensino Superior .....	115
<b>7 CONSIDERAÇÕES PARA UM NOVO COMEÇO .....</b>	<b>119</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>122</b>

## INTRODUÇÃO

*Como fazer uma alfabetização científica? Parece que se fará uma alfabetização científica quando o ensino da ciência, em qualquer nível – e, ousadamente, incluso o ensino superior, e ainda, não sem parecer audacioso, a pós-graduação –, contribuir para a compreensão de conhecimentos, procedimentos e valores que permitam aos estudantes tomar decisões e perceber tanto as muitas utilidades da ciência e suas aplicações na melhora da qualidade de vida, quanto às limitações e consequências negativas de seu desenvolvimento.*

**(Attico Chassot)**

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio, a articulação entre conhecimentos da Química e suas aplicações tecnológicas, ambientais, sociais, políticas e econômicas pode contribuir para a promoção de uma cultura científica. Essa enculturação científica permite o exercício da participação social no julgamento, com fundamentos, dos conhecimentos difundidos pelas diversas fontes de informação e na tomada de decisões, seja individualmente ou como membro de um grupo social (BRASIL, 1999).

No entanto, o que frequentemente tem se observado é “que a seleção, a sequenciação e a profundidade dos conteúdos estão orientadas de forma estanque e acrítica, o que mantém o ensino descontextualizado, dogmático, distante e alheio às necessidades e anseios da comunidade escolar” (SILVA, 2003, p.26).

A autora ressalta que, nas aulas de Química da maioria das escolas, ainda existe a predominância de um verbalismo teórico/conceitual desvinculado do contexto histórico e social do aluno, o que contribui para a formação de ideias/conceitos essencialmente acadêmicos e sem relação entre a ciência e a sociedade.

Nesse contexto, é possível evidenciar que, para grande parte dos alunos da educação básica, a Química, muitas vezes, torna-se desinteressante, abstrata e sem sentido, ocasionando sérios problemas no processo de ensino/aprendizagem. Isso pode contribuir para desfavorecer o desenvolvimento cognitivo dos estudantes e a formação de cidadãos mais conscientes. Diante dessa realidade, são necessários

questionamentos e reflexões sobre que postura os professores devem incorporar para estimular no aluno o espírito de curiosidade e de autonomia nas aulas de Química.

Diante dessa leitura sobre as aulas de Química na educação básica, constata-se a relevância da discussão sobre a formação de professores de Química, bem como a necessidade de propor trabalhos relacionados aos saberes docentes. Nesta perspectiva, a divulgação científica é um dos temas a ser discutido no sentido de torná-la uma ferramenta importante na prática pedagógica dos professores, visando minimizar a problemática do ensino de Química. Isso porque, em um contexto escolar, ela permite uma integração dialética entre os conteúdos a serem ensinados e a realidade social em que o aluno está inserido, opondo-se, assim, ao ensino tradicional.

Temos observado, no Brasil, um interesse crescente em pesquisa sobre a formação inicial e continuada de professores (MALDANER, 2000; BARCELOS e VILLANI, 2006; AMARAL e VEIGA, 2006). Segundo Silva e Schnetzler (2000), três razões têm sido usualmente apontadas para justificar a formação continuada de professores: a necessidade de contínuo aprimoramento profissional e de reflexões críticas sobre a própria prática pedagógica, a necessidade de superação do distanciamento entre as contribuições da pesquisa educacional e a sua utilização para a melhoria da sala de aula, implicando que o professor seja também pesquisador de sua própria prática. A terceira razão está relacionada à visão simplista dos professores sobre a atividade docente, pois acreditam que, para ensinar, basta conhecer o conteúdo e utilizar algumas técnicas pedagógicas.

Em contraponto, para Gauche (2001):

A formação inicial assume relevante papel na (re)significação de contextos e práticas culturalmente definidas e defendidas, às vezes, sob a aparência libertadora e democratizante, por discurso supostamente renovadores, que se esquecem dos principais protagonistas das mudanças, os professores, e, sobretudo, de sua imprescindível autonomia (p.77).

Nessa perspectiva, entendemos a formação inicial como ponto essencial para a melhoria da qualidade da educação básica, pois possibilita ao licenciando o acesso a novas propostas metodológicas que visam uma melhor estratégia no processo ensino-aprendizagem.

Contudo, as pesquisas de Nascimento e Junior (2010) apontam que poucos estudos têm refletido sobre as possibilidades de discussão - no âmbito de formação inicial – de aspectos relacionados a textos de divulgação científica, tampouco sobre como se daria as interações discursivas entre os futuros professores e os respectivos textos.

Assim sendo, identificamos como fato gerador da nossa pesquisa a quase ausência de divulgação científica, especificamente na produção de textos de divulgação científica, na formação inicial de professores de Química. Diante disso, esse trabalho foi motivado pela percepção da necessidade de incluir, na formação do professor, também, um contexto de divulgação científica.

Buscamos, então, alguns questionamentos: qual o papel da divulgação científica na educação básica? De que forma o processo de inserção de textos de divulgação científica pode contribuir na formação inicial de professores?

Acreditamos que a utilização de textos de divulgação científica, tendo como eixos norteadores a experimentação, a história, a natureza da ciência, as abordagens Ciência- Tecnologia- Sociedade e Ambiente (CTSA) podem contribuir na melhoria da prática educativa do professor, possibilitando um ensino mais articulado.

Nessa perspectiva, o objetivo da presente pesquisa é investigar a relevância de textos de divulgação científica na formação de professores de Química. Apresentamos como objetivos específicos:

- Elaborar textos de divulgação científica tendo como eixos norteadores: a experimentação, a história, a natureza da ciência e aspectos CTSA.
- Aplicar os textos produzidos para os alunos em formação inicial;
- Avaliar a eficácia dos textos na melhoria da formação inicial;

De um modo geral, o princípio desse trabalho é a reflexão da inserção de atividades de divulgação científica na formação inicial de professores de Química, na tentativa de melhorar o cenário da realidade escolar.

Essa dissertação de mestrado se encontra dividida em seis partes. Na primeira parte, foi apresentado um aprofundamento teórico para distinguir três conceitos que convergem para o processo de veiculação de informações sobre Ciência e Tecnologia a um público geral ou específico, a saber: difusão científica, disseminação científica e divulgação científica.

Na segunda parte, compartilhamos um estudo sobre o conhecimento científico, cotidiano e escolar. Entendemos que a divulgação científica perpassa por todas estas esferas de conhecimento, por isso julgamos necessário tais abordagens.

Na terceira parte, foram problematizadas algumas questões a respeito da Divulgação Científica, tais como: quais as funções da Divulgação Científica? Por que se divulgar ciência? Quais as possíveis formas de divulgá-la? Questões essas que são vislumbradas como fundamentais para esclarecer o propósito da nossa pesquisa.

Na quarta parte, buscamos elucidar o porquê de incluir aspectos da história da Ciência no âmbito da divulgação científica. E, na quinta parte, descrevemos a trajetória metodológica da pesquisa, de modo que fossem apresentados os sujeitos e instrumentos da pesquisa, as estratégias utilizadas para a coleta de dados e a caracterização do local investigado.

Finalmente, foram tabulados e discutidos os dados coletados na perspectiva de conduzir para nossos objetivos e responder às questões de pesquisa. Como pilar para nossas discussões, buscamos dialogar com alguns autores que atuam nesse mesmo campo de investigação: Ribeiro e Kawamura (2005), Pérez e Molini (2004), Nascimento (2005a), Nascimento (2008), Silva (2004) Marandino (2001), Massarani (1998), entre outros.

Diante do exposto, apresentamos a seguir uma breve abordagem teórica que dará suporte à pesquisa em questão.

## **1 DIFUSÃO, DIVULGAÇÃO OU DISSEMINAÇÃO DA CIÊNCIA?**

O processo de veiculação de informações sobre Ciência e Tecnologia a um público geral ou específico possui várias denominações tais como: difusão da ciência, disseminação da ciência e divulgação da ciência, apresentando uma distinção conceitual entre eles.

Apesar de existirem distinções conceituais entre os termos citados acima, a partir de uma busca na literatura, percebemos uma falta de coerência quanto ao rigor conceitual. Nesse sentido, Silva (2004) afirma que essa ausência acaba dando margem de liberdade aos autores de incorporar variadas nomenclaturas para especificar formas de circular ideias ou apresentar os resultados das pesquisas ao grande público. Nessa mesma linha de pensamento, Massarani (1998) indica ser importante diferenciar esses termos, já que muitas vezes são usados inadequadamente como sinônimos.

Acreditamos ser necessário compreender essas diferenças conceituais para, assim, nos posicionarmos quanto ao termo que vamos utilizar ao longo da pesquisa.

A seguir, buscamos compreender esses conceitos vigentes reportados na literatura e embasados nos pressupostos teóricos de Bueno (2008), Pasquali (1979), Massarani (1998), Nascimento (2005) e Silva (2004), basilares para nosso processo de análise da pesquisa.

### **1.1 Difusão Científica**

O conceito de difusão científica abarca uma dimensão muito grande. De acordo com Pasquali (1979), a difusão é o envio de mensagens elaboradas em códigos ou linguagens universalmente compreensíveis para a totalidade das pessoas.

Se para Pasquali (1979) a difusão científica apresenta um alvo para um público universal, por outro lado, Bueno (2008) recusa esta limitação e incorpora a expressão da difusão científica como um caráter global, entendendo-a como um processo que circunscreve, inclusive, os demais conceitos (divulgação e

disseminação). Na visão desse autor, a proposta de Pasquali exclui a utilização do conceito de difusão para a área de ciência, tecnologia e inovação, pois ele o entende como processo caracterizado pela circulação de mensagens de inspiração universal, não especializadas. Pasquali não admite o uso do termo difusão para caracterizar a veiculação de informações cuja produção está restrita a um número reduzido de pessoas

Logo, para Bueno (2008), a difusão faz referência a todo e qualquer processo utilizando a veiculação de informações científicas e tecnológicas, e que abrange uma gama variada de processos, ações, produtos ou canais, como:

os periódicos científicos, os bancos de dados em ciência, tecnologia e inovação, os sistemas de informação acoplados aos institutos e centros de pesquisa, os serviços de alerta das bibliotecas, as reuniões científicas (congressos, simpósios, seminários, workshops), as páginas de ciência e tecnologia dos jornais e revistas, os programas de rádio e televisão dedicados à ciência e tecnologia, os portais, sites e blogs que veiculam informações nessas áreas, os livros didáticos ou acadêmicos, assim como o vídeo e o documentário científicos, mesmo os produzidos para a apresentação dos centros produtores de ciência, tecnologia e inovação, como os vídeos institucionais do INPE, da Embrapa, do Museu Emílio Goeldi etc.(BUENO, 2008, p.2).

Sendo assim, Bueno (2008) traz a difusão para ser pensada em pelo menos dois níveis – segundo o nível do discurso (ou linguagem) em que as informações são elaboradas e segundo o perfil da audiência a que elas se destinam: 1) difusão para especialistas e 2) difusão para o leigo, o cidadão comum.

Nesse contexto, esse autor reúne em um só grupo a difusão, a divulgação científica, a comunicação (ou disseminação) científica e o próprio jornalismo científico, considerando-os como suas espécies.

Da mesma forma, Massarani (1998) apresenta este conceito em uma dimensão mais ampla, ou seja, a difusão científica é o envio de quaisquer mensagens com conteúdo científico, especializadas ou não.

## 1.2 Disseminação Científica

Pasquali (1979) define a disseminação científica como o envio de mensagens elaboradas em linguagens especializadas, ou seja, transcritas em códigos especializados, a receptores selecionados e restritos, formados por especialistas.

Corroborando com a ideia de Pasquali, Bueno (2008) refere-se ao processo de comunicação (ou disseminação)<sup>1</sup> da ciência e da tecnologia como uma transferência de informações científicas, tecnológicas ou associadas às inovações, elaboradas a partir de um discurso especializado e dirigidas a um público seletivo, formado por especialistas da mesma área (comunicação intrapares) ou de áreas diferentes (comunicação extrapares). Assim:

A comunicação intrapares se caracteriza por apresentar um público especializado; conteúdo específico e código fechado. A comunicação extrapares diz respeito à circulação de informações científicas e tecnológicas para especialistas que não se situam exclusivamente, por formação ou atuação específica, na área que é o objeto da disseminação (BUENO, 2008).

Para o autor citado acima, periódicos especializados ou reuniões científicas orientadas segundo um limitado universo de interessados poderiam estar incluídos na modalidade da comunicação intrapares, e uma revista de política científica, um congresso sobre biodiversidade poderiam estar incluídos na modalidade da comunicação extrapares.

## 1.3 Divulgação Científica

Segundo Pasquali (1979), divulgação é o envio de mensagens elaboradas mediante a recodificação de linguagens críticas a linguagens omnicompreensíveis, à totalidade do público receptor disponível.

---

<sup>1</sup>Bueno utiliza-se o termo Disseminação Científica, de maneira análoga, como comunicação científica.

Já Bueno (2008) entende esse processo de divulgação científica como uma adaptação da linguagem científica para a linguagem compreensível a uma vasta audiência, dizendo que:

A divulgação científica compreende a utilização de recursos, técnicas, processos e produtos (veículos ou canais) para a veiculação de informações científicas, tecnológicas ou associadas a inovações ao leigo. É importante perceber que divulgação científica pressupõe um processo de recodificação, isto é, a transposição de uma linguagem especializada para uma linguagem não especializada, com o objetivo primordial de tornar o conteúdo acessível a uma vasta audiência (BUENO, 2008, p.4).

Quanto aos meios de divulgar, o autor afirma que, além dos jornais, revistas, rádios e TVs, os livros didáticos, as palestras de cientistas ou pesquisadores abertas ao público leigo, o uso de histórias em quadrinhos, os espetáculos de teatro com a temática de ciência e tecnologia são atividades de natureza de divulgação científica.

Nesse contexto, Gouvêa<sup>2</sup> (2000) apud Nascimento (2005b) entende que, apesar da comunicação para um público leigo também ser realizada por cientistas, percebe-se que a grande parte dos textos de divulgação tem sido elaborada por jornalistas, com colaboração ou não de especialistas.

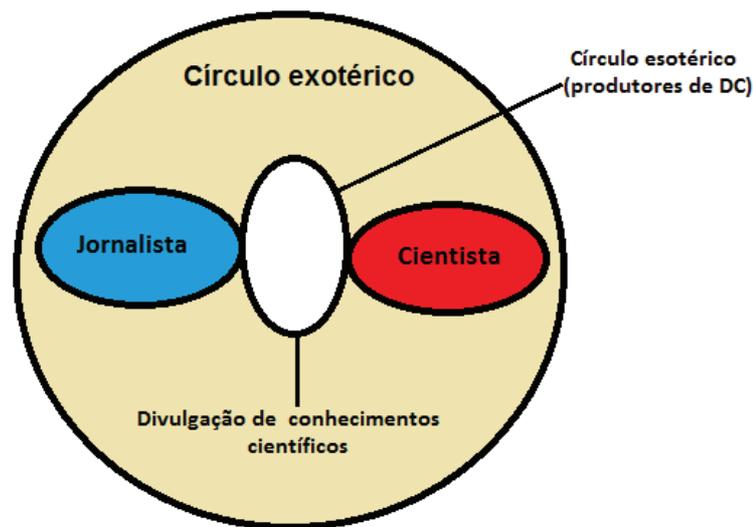
Dando uma contribuição, Hernando (2006) define a divulgação científica se referindo à tarefa de transmitir ao grande público, em linguagem acessível e decodificada, informações científicas e tecnológicas.

Diante do exposto, fica clara a consonância desses autores quanto à definição da divulgação científica. No entanto, buscamos, num estudo de cunho epistemológico, quanto à significação desse termo, visto que ela compreende a divulgação científica em termos de circulação intercoletiva de ideias. A autora se apóia nas categorias epistemológicas de Fleck<sup>3</sup> (1986), caracterizando o grupo de produtores de divulgação científica como constituindo um ciclo exotérico (Ver Figura 1).

---

<sup>2</sup> GOUVÊA de Sousa, Guaracira. A Divulgação Científica para Crianças: o caso da Ciência Hoje das Crianças. 2000. Tese (Doutorado em...) - Departamento de Bioquímica Médica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

<sup>3</sup> FLECK, Ludwik. La génesis y el desarrollo de un hecho científico. Madrid: Alianza Editorial, 1986. 200 p.



**Figura 1:** Relação entre os círculos esotérico e exotérico no contexto da divulgação científica. (Adaptado de NASCIMENTO, 2005b, p.4).

Segundo Fleck<sup>3</sup> (1986), citado por Nascimento (2005b, p.4), ao redor desse círculo esotérico existe um grande círculo exotérico composto pelo público de não especialistas. No caso específico da divulgação científica, o conhecimento científico é apresentado aos leigos por meio da mediação feita por aqueles que são iniciados numa área específica. A circulação intercoletiva de ideias (ou seja, a troca de informações existente entre os dois círculos) é compreendida como algo dinâmico, que ocorre numa via de mão dupla. Assim, “do saber especializado (esotérico) surge o popular (exotérico)”. Aquele forma a opinião pública específica e a concepção de mundo e, assim, o círculo exotérico repercute no especialista.

Além disso, existe a possibilidade de que dentro do círculo esotérico ocorra a circulação de ideias, ao que Fleck chama de circulação intracoletiva. Este epistemólogo promove, então, uma caracterização dos suportes materiais responsáveis pela veiculação de ideias científicas intra e intercoletivas a partir da distinção entre a ciência dos especialistas (saber especializado do círculo esotérico) e a ciência popular (saber popular do círculo exotérico) (NASCIMENTO, 2005b).

No âmbito formal de ensino, identificamos esses círculos esotérico e exotérico como um fator importante na articulação entre conhecimento científico e conhecimento escolar. Assim, retomaremos essa questão ao longo das análises da pesquisa.

A autora ressalta, ainda, que, aos olhos de Bueno (2008), no caso do coletivo de pensamento exclusivo dos cientistas, a circulação intracoletiva fica caracterizada

pela disseminação dos conhecimentos científicos intrapares, ou seja, uma disseminação para um público especializado e de conteúdo específico.

De forma simplificada, para Reis (1982), a divulgação científica é tornar público, em uma linguagem mais simples, o progresso, os princípios e as metodologias da ciência.

Massarani (1998) apropria-se do conceito de divulgação científica definido pela revista *Ciência Hoje*:

Os editores da publicação definiram divulgação científica como a tentativa, seja por cientistas, seja por jornalistas, de fornecer à sociedade uma descrição inteligível da atividade criadora dos cientistas e de esclarecer questões técnicas e científicas de interesse geral. A divulgação científica pressupõe a busca de uma linguagem devidamente acessível – em oposição aos jargões e às fórmulas freqüentes na linguagem científica e em geral restritos aos especialistas de determinada área de pesquisa –, sem prejuízo das correções das informações. Esta é definição que procuro adotar nas minhas atividades profissionais (p.19).

Retomando, Silva (2004), que busca abordar a diferença entre popularizar e divulgar ciência baseando-se nos estudos de Gouvêa, afirma que a popularização da ciência é considerada como um caminho de mão dupla, pois leva em consideração não só o discurso científico acessível, mas também o saber do grupo receptor desse discurso. Diferentemente, divulgar ciência significa percorrer um caminho de mão única: da comunidade científica para o povo.

Apesar de uma vasta discussão encontrada na literatura a respeito das definições desses termos, Kreinz *et alii* (2007) afirmam que uma só definição não daria conta das muitas funções que cabe ao divulgador científico e que

na proposta de José Reis a divulgação científica não se cristaliza em uma definição, pois a definição representaria a redução do próprio movimento de se divulgar ciência e tecnologia, mas exerce funções, portanto tem características ligadas aos aspectos sociais e críticos da cultura (p.15).

A partir do estudo sobre os conceitos de difusão, disseminação e divulgação científica, citados anteriormente, apontamos a divulgação científica como sendo um confronto entre o discurso científico, o conhecimento escolar e o conhecimento cotidiano. O estudo desses conceitos é de fundamental importância para que possamos situar o trabalho a ser desenvolvido. Dessa forma, sinalizamos que, ao

longo do trabalho, vamos ao encontro de uma abordagem de Divulgação Científica na perspectiva de Bueno (2008). Isso porque, pretendemos trabalhar com textos, como intermediadores no processo de transformação do conhecimento científico em conhecimento escolar, formulando um novo discurso no que tange ao conhecimento científico para a atividade educativa.

## 2 CONHECIMENTO CIENTÍFICO, COTIDIANO E ESCOLAR

Os estudos de Bachelard (1996) apontam que o conhecimento científico não atinge uma verdade absoluta ou um saber definitivo, ele fornece um conhecimento aproximado.

No entanto, o cientificismo e o dogmatismo permeiam o ensino escolar e têm sido reforçados pelo ensino tradicional. Como já mencionado, é consenso na literatura que o acesso ao conhecimento científico pode minimizar essa problemática, levando as pessoas a refletirem sobre como se dá o processo de produção da ciência, muitas vezes omitidos.

Partimos da premissa de que o acesso e o domínio do conhecimento científico são necessários para que o homem, enquanto participante da sociedade, possa compreender os avanços da ciência e se posicionar de forma crítica e autônoma.

Em tempo, expomos, nas próximas linhas, uma abordagem sobre as três instâncias do conhecimento: conhecimento científico, cotidiano e escolar para que, assim, possamos ampliar nossa compreensão acerca do sentido e significado da divulgação científica no âmbito escolar.

Alice Lopes (1999) entende que o domínio científico atua como um artefato para que o homem se defenda da retórica científica, que age ideologicamente em seu cotidiano e atue politicamente no sentido de desconstruir processos de opressão, questionando os métodos, processos ideológicos e de alienação da ciência, sem deixar de compreender os limites de suas possibilidades de atuação. Nesse contexto, para a autora:

A preocupação com os processos de ensino-aprendizagem de ciências e de divulgação científica se veem cada vez mais justificados. Não no sentido de que tenhamos uma formação enciclopédica, pretensamente capaz de nos fazer compreender todos os avanços da ciência. Mas, sim, de que estejamos formados em uma ideia contemporânea de ciência, pronta a se conceber capaz de mudanças e auto questionamentos (p.108).

A citação acima leva-nos ao pensamento de que a educação científica deve, então, se opor à ideia equivocada de que a ciência é neutra, objetiva, contínua e

linear, se distanciando assim, das rupturas e descontinuidades que fazem parte da construção da ciência.

A concepção de uma ciência continuísta é caracterizada por Bachelard como um refinamento do senso do comum. Essa visão acaba por tornar a ciência pretensamente mais simplificada, de fácil entendimento e mais acessível. Portanto, Lopes (1999, p.120) é bem enfática no seu posicionamento quanto a essa ciência continuísta:

Um dos mecanismos de se manter a ciência como um conhecimento obscuro e inacessível é, justamente, transmiti-la como um refinamento do senso comum. Dessa forma, ao fazermos com que nossos alunos tentem compreendê-la fazendo uso de sua razão cotidiana, impedimos que a compreensão ocorra. Quando muito, alcançamos um arremedo de aprendizagem, a mera capacidade de instrumentalizar-se, mas não de (re)construir criticamente o conhecimento.

Como exemplo para tal, a autora traz os átomos que são vistos como sistemas solares em miniatura, as moléculas como bolas de bilhar e as substâncias como caixas de surpresas, prontas a liberarem a energia que tem guardada. Ressaltando, então, que esse tipo de abordagem, que faz do conhecimento comum uma extensão do conhecimento científico, valoriza o senso comum e acaba por dificultar a aprendizagem da racionalidade científica, favorecendo assim, o poder da ciência. Então, para essa estudiosa a visão de uma ciência continuísta, nada mais é do que uma postura ingênua e de falsa valorização do conhecimento científico.

Para essa autora, diferentemente do continuísmo, em que a ciência tende sempre a ser o conhecimento mais adequado e mais correto, na perspectiva descontinuísta não há conhecimentos “melhores” ou “piores”, mas conhecimentos diferentes, com racionalidades distintas, aplicadas a instâncias de realidades distintas.

Bachelard concebe a construção do conhecimento na perspectiva de rupturas e descontinuidades. Segundo Lopes (1999), ele introduziu a concepção de descontinuidade na cultura científica com as noções de recorrência histórica, de racionalismos setoriais e da concepção de rupturas. Na perspectiva bachelardiana, para efetuarmos uma reflexão crítica sobre a produção de conceitos, é necessário debruçarmos sobre a história das ciências. Então, o historiador deve conhecer o presente para questionar e interpretar os valores do passado, levando em conta as

racionalidades envolvidas nas ideias de cada época, rompendo assim com o irracionalismo e demarcando uma ruptura nítida e clara da ciência.

O trabalho de Bachelard aponta que é necessário haver uma ruptura entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, em que esses se diferem na própria natureza do conhecimento, mas não cria entre os dois uma total separação. Ambos são históricos e apresentam interações mútuas. Mas, interpretar a ciência como os pressupostos da vida cotidiana é incorrer em erros, assim como é impossível, em cada ação cotidiana, tomarmos decisões científicas, ao invés de decidirmos com base na espontaneidade e no pragmatismo.

Então, para Lopes (1999), com apoio em Bachelard, o conhecimento comum acaba por se constituir em um obstáculo epistemológico, pois lida com um mundo dado, constituído por fenômenos, estruturado em fenomenotécnica. Desse modo, os processos de mediação didática voltados para a aproximação com o senso comum se fazem normalmente pelo uso de metáforas realistas, constituintes de obstáculos epistemológicos e pedagógicos (p.210).

Ainda sobre os obstáculos epistemológicos, concordamos com Lopes (1999):

Enquanto o uso da metáfora não perde de vista seu processo de construção - sua estreita ligação com a linguagem formal -, não se constitui enquanto obstáculo epistemológico. Todavia, sempre que o uso da metáfora é feito para que não enfrentemos os raciocínios formais ou, ainda mais problemático, sempre que o uso da metáfora é feito sem que a consideremos como tal, incorremos em sérios problemas epistemológicos (p.214).

Não se trata, portanto, da exclusão do uso de analogias e metáforas, mas sim da forma como essas são vistas. Nesse sentido, tais processos de mediação didática são relevantes se forem vistos como modelos e se forem considerados os seus aspectos metafóricos.

Consideramos, também, que o conhecimento comum tem uma relação importante no processo ensino-aprendizagem. Nesse sentido, o conhecimento escolar, representado pelo professor, encontra-se em continuidade com o conhecimento comum do aluno. Entendemos, ainda, que o conhecimento comum do aluno, constitui as suas ideias prévias, as quais nem sempre são falsas e são úteis tanto na sua vida prática, como na construção das ideias. Nessa perspectiva:

As concepções falsas não devem ser destruídas, até porque novos conceitos não são aprendidos de uma só vez; vão sendo

incorporados no decorrer de vários processos didáticos, escolares e não escolares. Cabe pensarmos em sua modificação e em sua adaptação, de forma a organizar um campo de validade de uma representação (LOPES, 1999, p. 204).

Segundo essa autora, há pesquisas que apontam para a necessidade de valorização de saberes populares, considerados como conhecimento cotidiano e defendem que um processo de ensino-aprendizagem significativo precisa aproximar-se do cotidiano, de forma problematizadora.

No entanto, o conhecimento escolar não se dá apenas pelo processo de desenvolvimento de ideias a partir do conhecimento comum, mas também a partir do conhecimento científico transposto para a sala de aula. Para justificar essa linha de pensamento, recorreremos a Forquim<sup>4</sup> (1993) citado por Lopes (1999), ressaltando que:

a educação escolar não se limita a fazer uma seleção entre o que há disponível da cultura num dado momento histórico, mas tem por função tornar os saberes selecionados efetivamente transmissíveis e assimiláveis. Para isso exige-se um exaustivo trabalho de reorganização, de reestruturação ou de transposição didática (p. 206).

A transposição didática é definida como “o trabalho de transformação de um objeto de saber a ensinar em um objeto de ensino” (CHEVALLARD, 1991, p.39). Assim, ele expõe a complexidade das relações estabelecidas entre o saber, aquele que ensina e aquele que aprende.

Lopes (1999), em seus estudos, questiona o termo transposição didática, no sentido de que esse pode ser associado à ideia de movimento de transportar de um lugar para outro, sem alterações. Por isso, utiliza-se do termo mediação didática, todavia,

não no sentido genérico, ação de relacionar duas ou mais coisas, de servir de intermediário ou “ponte”, de permitir a passagem de uma coisa a outra. Mas no sentido dialético: um processo de constituição de uma realidade a partir de mediações contraditórias, de relações complexas, não imediatas. Um profundo sentido de dialogia (p.208).

Esse processo de mediação didática exposto pela autora acontece por meio de analogias e metáforas, constituintes de obstáculos epistemológicos e pedagógicos, os quais foram anteriormente discutidos.

---

<sup>4</sup> FORQUIN, Jean-Claude. Escola e cultura. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993. p. 16

Contudo, salientamos que, na produção do conhecimento escolar, mediado pela transposição didática ou mediação didática, é necessário definir não apenas que saberes devem ser ensinados, mas também com que roupagem eles devem chegar à sala de aula.

Em linhas gerais, como refere Zanon e col. (2010), com apoio em Lopes (2009), a produção do conhecimento escolar precisa levar em conta necessárias relações dialéticas que requerem rupturas epistemológicas e impõem saber lidar com obstáculos epistemológicos a serem suplantados nos processos dialógicos de estabelecimento de relações entre conhecimentos científicos e cotidianos.

Além disso, como expõe Lopes (1999, p. 218), cabe à escola o papel de tornar acessível um conhecimento para que possa ser transmitido, afinal,

essa é, acima de tudo, a função da escola: outras instâncias também podem trabalhar nesse mesmo sentido, notadamente os meios de comunicação de massa, mas nenhuma o fará tão bem quanto a escola, porque a nenhuma instituição a sociedade confere tão claramente esse poder.

### **3 DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: FUNÇÕES, FORMAS E JUSTIFICATIVAS**

Nas próximas linhas, procuramos identificar o discurso de alguns referenciais teóricos que estudam as funções e as formas da divulgação científica. Buscamos, também, delinear algumas reflexões que perpassam o discurso acadêmico em favor da realização de atividades dessa natureza.

#### **3.1 Justificativas**

Porque divulgar a ciência? Julgamos necessário compreender os motivos pelos quais seja importante divulgar a ciência, uma vez que a proposta desse trabalho é nos colocarmos a serviço da divulgação científica.

Iniciamos nossas justificativas nos apoiando em Marcello Cini que, preocupado com a divulgação, comenta a necessidade de difundir o conhecimento científico para o público em geral, ressaltando a importância das pessoas adquirirem “um conhecimento sobre o que é ciência, porque se faz ciência, qual a relação entre o desenvolvimento científico e tecnológico e os problemas do seu cotidiano e da sociedade presente e futura” (CINI, 1998, p.9). Esse papel social da divulgação científica é de grande importância, pois o cidadão que tem acesso ao conhecimento científico pode entender o seu entorno em uma comunidade.

Com relação a isso, Carneiro (2009) faz referência à relevância de se divulgar a ciência em uma perspectiva social, acreditando que, com o aumento das possibilidades de acesso ao conhecimento, as desigualdades sociais são diminuídas.

Para Hernando (1997), atuante divulgador da ciência ao longo das últimas cinco décadas e um dos ícones do jornalismo científico na América Latina, é importante “levar a Ciência ao público, para atender assim a demanda social de

informação científica e para que os cientistas, jornalistas e escritores ajudem o homem comum a superar seus temores em relação à Ciência" (p.1).

Moreira (2006), por sua vez, é muito enfático na sua discussão a respeito da divulgação científica, como um elemento de inclusão social. Ele defende a ideia de que:

Para a educação de qualquer cidadão no mundo contemporâneo, é fundamental que ele tanto possua noção, no que concerne à ciência e tecnologia (CT), de seus principais resultados, de seus métodos e usos, quanto de seus riscos e limitações e também dos interesses e determinações (econômicas, políticas, militares, culturais etc.) que presidem seus processos e aplicações (p.11).

Nessa perspectiva, Moreira afirma que “como a inclusão social é uma das prioridades políticas do governo, a popularização da Ciência e Tecnologia passa a ser também uma linha de ação importante” (p.12).

Defendemos, também, ser direito do cidadão o acesso ao conhecimento científico. A popularização do saber científico deve ser compreendida como um direito dos cidadãos brasileiros, no sentido de conhecer os resultados dos investimentos aplicados em ciência e tecnologia, uma vez que grande parte do dinheiro público é investida nesses ramos. Sobretudo o direito à informação está presente, desde 1948, na declaração universal dos direitos humanos divulgados pela Organização das Nações Unidas (ONU).

Retomamos Carneiro (2009), que faz um valioso questionamento quanto à questão do direito à informação: “se a informação científica é um direito do cidadão, por que algumas revistas científicas não são disponibilizadas para o público?”

### **3.2 Funções da Divulgação Científica**

A Divulgação Científica constituiu-se tendo não apenas o propósito de levar ao grande público a notícia e a interpretação dos progressos de pesquisas científicas, mas, sobretudo, buscando familiarizar esse público com a natureza do trabalho da ciência e da vida dos cientistas (REIS, 2006, p.3).

A apropriação popular do universo cultural é outra função da Divulgação Científica pontuado por Hernando (2006). Aliado a isso, inclui-se como objetivo conscientizar a população a respeito dos benefícios e possíveis riscos da ciência.

Moreira (2006) aponta como uma das iniciativas do governo para democratizar o acesso à informação científica e tecnológica, a criação de um departamento voltado para a popularização da Ciência e Tecnologia, dentro da Secretaria de Ciência e Tecnologia para Inclusão Social (Secis) no Ministério da Ciência e Tecnologia. Entre os objetivos centrais da popularização da Ciência e Tecnologia

A Secretaria de Ciência e Tecnologia para Inclusão Social definiu linhas prioritárias de ações que visam apoiar centros e museus de ciências; ampliar a visibilidade da ciência na mídia e melhorar a qualidade das informações por ela veiculadas; colaborar na melhoria do ensino de ciências nas escolas; apoiar eventos nacionais de divulgação científica; apoiar a formação e qualificação de comunicadores em ciências; incentivar ações junto às universidades e agências de fomentos para valorização do trabalho em extensão e Popularização da Ciência e da Tecnologia, entre outras coisas.

Na concepção de Melo<sup>5</sup> (1982) citado por Nascimento (2008), a divulgação científica tem, também, como uma de suas atribuições, realizações de atividades de cunho educativo. Nessa perspectiva, a função educativa da divulgação científica principalmente como fonte de conhecimentos para a superação de situações problema do cotidiano de toda a população

deve ser uma atividade principalmente educativa. Deve ser dirigido à grande massa da nossa população e não apenas à sua elite. Deve promover a popularização do conhecimento que está sendo produzido nas nossas universidades e centros de pesquisa, de modo a contribuir para a superação dos problemas que o povo enfrenta. Deve utilizar uma linguagem capaz de permitir o entendimento das informações pelo leitor comum (p.25).

Pérez e Molini (2004) atribuem algumas funções básicas da divulgação científica tais como: função informativa, educativa, social, cultural, econômica e político-ideológica. No entanto, direcionaremos o nosso olhar para os estudos sobre a divulgação científica como função educativa no espaço escolar, pois, hoje, é

---

<sup>5</sup> MELO, José Marques de. Impasses do Jornalismo Científico. Comunicação e Sociedade, n. 7, p. 19-24, 1982.

notável o desinteresse, principalmente dos jovens, pelos assuntos relacionados às ciências.

### **3.2.1 A Divulgação Científica no ensino**

No contexto atual, é perceptível o quanto os avanços tecnológicos tem sido marcantes nas diversas áreas do conhecimento. Esses avanços têm relação direta entre o desenvolvimento científico-tecnológico e a melhoria na qualidade de vida das populações. Por outro lado, muitas pessoas criaram uma falsa imagem de que a ciência é capaz de resolver todos os problemas do mundo e, muitas vezes, ignoram como a ciência funciona, seus obstáculos, seus possíveis riscos à sociedade e que acertos e erros constituem o processo da ciência produzida.

Na escola, essa visão de uma ciência dogmática é bem perceptível no discurso dos alunos e professores. Visões de ciência e cientistas é um tema discutido em trabalhos reportados na literatura (KOSMINSKY; GIORDAN, 2002). Vários desses trabalhos têm incorporado a ideia que o estudante tem do cientista, sendo a visão mais comum a de um indivíduo do sexo masculino, solitário e que interage somente com seu mundo. Uma visão de cientista do tipo “trabalhador”, que pensa na sua ciência desde o acordar até o dormir ou, talvez, até no sonhar.

Nesse sentido, um dos papéis da divulgação científica no ensino seria contribuir para desmistificação do cientificismo, de forma que possa influenciar as concepções de alunos a respeito da prática científica. Sobre isso, os autores defendem que: “as visões de mundo dos estudantes também devem ser influenciadas pelo pensamento científico e pelas expressões de sua cultura, cujos traços são parcialmente divulgados na mídia” (p.2).

No entanto, Reis (2002) chama a atenção para a forma como, muitas vezes, a ciência é divulgada. Para esse divulgador científico, 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”.

Nesse contexto, Cini (1998) faz uma crítica ao tipo de divulgação da ciência que se limita apenas ao lado positivo da ciência. Para ele, esse modo de divulgar a ciência

parte do mercado do espetáculo e, portanto, não transmite a ideia da ciência como uma forma de conhecimento do mundo, associada com a vida diária das pessoas, além disso, transmite, uma imagem da ciência como algo espetacular que descobre coisas estranhas e, sobretudo, como uma atividade que produz verdades absolutas. Dessa forma, essa imagem da ciência leva a pensar que se uma coisa é científica, ela deve ser aceita sem discussões, que é inevitável e que é também necessariamente, um bem para humanidade (p.10).

Para este autor, esse tipo de divulgação é errônea e não contribui para a compreensão das pessoas quanto às atividades da ciência, para onde ela vai, quais os problemas debatidos internamente, como as ideias se confrontam dentro das várias disciplinas científicas e também como ela se insere no contexto tecnológico e econômico.

Outra função da Divulgação Científica no ensino está relacionada ao apoio da educação científica na escola. Sobre isso, Kreinz, Pavan e Filho (2007,) afirmam que, na perspectiva de José Reis um dos papéis da divulgação científica está relacionado à educação formal: "a divulgação científica realiza duas funções que se completam: em primeiro lugar, a função de ensinar, suprimindo ou ampliando a função da própria escola; em segundo lugar, a função de fomentar o ensino" (p.15).

Da mesma forma, para Carneiro (2009), a divulgação científica pode contribuir na melhoria do ensino de ciências no ambiente escolar formal: "a divulgação científica assume novo papel social: apoiar a educação científica ministrada na escola" (p.33).

Por fim, uma das recomendações dos PCN para o ensino é o estímulo aos alunos em acompanhar as notícias sobre ciência publicadas em jornais e revistas. Dessa forma, o aluno poderá desenvolver habilidades de leitura e interpretação sobre assuntos científicos (BRASIL, 1998).

Com base nas reflexões anteriores, acreditamos na importância da divulgação científica para a sociedade, particularmente no ensino, favorecendo ao aluno uma intervenção crítica na realidade que o cerca. Considerando que, a cidadania se refere à participação dos indivíduos na sociedade, torna-se evidente que, para o cidadão efetivar a sua participação comunitária, é necessário que ele disponha de informações (SCHNETZLER e SANTOS, 2003). Portanto, acreditamos na divulgação científica como atividade educativa no âmbito escolar para promover a

compreensão da ciência pelos alunos e possibilitar a utilização de seus conceitos em situações cotidianas.

### **3.3 Formas de divulgar ciência**

Vários trabalhos reportados na literatura têm admitido diferentes formas de divulgar a ciência. Ela está presente, nas sociedades modernas, em diversos espaços sociais e em múltiplos meios de comunicação como jornais, televisão, cinema, museus, exposições, livros e revistas.

Hoje em dia, a multiplicidade de revistas de divulgação científica (impressa e eletrônica) é muito grande, possibilitando ao educador, e a diversos outros tipos de público, escolher a revista com que mais se identifica ou a mais acessível. Dentre as publicações que podem ser utilizadas no ensino de ciências, as que mais se destacam são: Ciência Hoje (CH); Ciência Hoje das Crianças (CHC); série de livros paradidáticos Ciência Hoje na Escola (CHE); o site CH OnLine; Galileu; Scientific American Brasil; Mente e cérebro; Com ciência; Globo ciência e Casa da ciência. No entanto, trazemos alguns questionamentos em relação ao acesso a algumas dessas revistas.

O hábito de leitura não faz parte da cultura brasileira, são poucos os que fazem da leitura uma atividade rotineira. Se, para ter acesso a uma revista de divulgação científica é necessária uma disposição financeira, seria apenas, essa minoria, que se interessaria em comprar revistas de divulgação científica?

Nesse contexto, Silva (2004) traz alguns questionamentos em relação a revista Scientific American: “Quem tem acesso a ela? Não serão os mesmos privilegiados? Os mesmos intelectuais? A classe de maior poder aquisitivo?”. Isso nos remete a refletirmos sobre a acessibilidade dos materiais de divulgação científica que são produzidos.

Outra forma de se divulgar ciências são os museus. Maradinno (2001) acredita que os diferentes espaços sociais estabelecem uma relação própria com o conhecimento científico, sendo, para isso, necessário algum nível de tradução ou transposição deste saber. Assim sendo, a autora identifica o museu como uma forma de divulgar ciência.

Nessa perspectiva, para Oliveira *et alii* (2003), o museu tem como objetivo básico a divulgação científica, baseado em dois aspectos: o conteúdo que deseja expor e transmitir a seu visitante; e o tipo de interação que consegue construir com o visitante. No entanto, o autor ressalta que:

[...] um museu de ciências não pode ser visto nem como laboratório de demonstrações, nem como nova perspectiva de ensino. Deve assumir um caráter de divulgação científica, tornando-se um espaço de apoio com a perspectiva de incentivar a curiosidade dos alunos. Possui um caráter educacional, que tem objetivo despertar a curiosidade e senso crítico (p.1).

Assim, o aprendizado nesses espaços não tem relação com um conteúdo específico de forma controlada e imediata. A perspectiva de aprendizado nos museus está ligada ao desenvolvimento da capacidade de questionar fenômenos em exposição e ao estímulo da curiosidade, aliando, então, tanto a aproximação do conhecimento científico quanto o caráter afetivo do indivíduo.

Há, também, quem identifique o cordel como uma forma de divulgar ciência. Moreira *et alii* (2005) apontam o cordel e outras formas de expressão populares como pontos de partida para análise de determinados aspectos da relação entre ciência e sociedade. Para esses autores, o cordel pode ser utilizado como um instrumento adicional de divulgação científica especialmente junto aos setores populares.

Outros veículos de informação científica para o público em geral é o jornalismo científico (BUENO, 2008), a ficção científica (PIASSI; PIETROCOLA, 2009) e os textos de divulgação científica com potencial educacional (RIBEIRO e KAWAMURA, 2005).

Dentre as diversas formas de como praticar a divulgação científica, aprofundaremos um estudo teórico em relação aos textos de divulgação científica, pois parte do nosso trabalho se voltará para produção de textos dessa natureza.

### **3.3.1 Textos de Divulgação Científica**

Para Nascimento (2005 a), o uso dos textos de divulgação científica nas aulas de ciências pode ser visto como uma possibilidade de articulação entre o ensino

formal e a divulgação de conhecimentos científicos pelos meios de comunicação, promovendo assim, a inserção de temas atuais naquela primeira instância.

De acordo com Ferreira e Queiroz (2011), os textos de divulgação científica, (TDC) nas suas mais diversas formas (artigos de revista, livros etc.), têm sido apontados por pesquisadores em educação em ciências como bons artifícios no auxílio ao ensino formal, principalmente, quando se deseja estender o ensino de conteúdos à preparação dos estudantes para a cidadania.

Apoiamo-nos em Nascimento (2008) para definir como TDC aqueles textos que materializam o discurso da divulgação científica e que, por sua vez, veiculam conhecimentos científicos em diferentes suportes para pessoas que possuem formações e graus de instrução diversos.

Para Nascimento (2008), esses textos devem dar conta de um público geralmente eclético e, de acordo com o meio ao qual estão relacionados, possuirão uma determinada linguagem que pode se aproximar mais ou menos daquela utilizada por especialistas e uma organização estilística própria.

Nesse sentido, esta autora considera como TDC textos de reportagens jornalísticas, documentários televisivos, programas de rádio, jornais, boletins e revistas impressas, sítios da Internet, livros (não didáticos), filmes, folhetos, histórias em quadrinhos, que versam sobre ciência e tecnologia e que têm como alvo um público de não especialistas, podendo ser utilizados em aulas de Ciência.

Os estudos de Ribeiro e Kawamura (2005) apontam que a utilização de textos de divulgação em ambientes de educação formal pode favorecer a introdução de novos sentidos para o ensino-aprendizagem de ciências, proporcionando ao aluno o contato com diferentes linguagens e discursos. Esse tipo de texto pode, também, propiciar o desenvolvimento na habilidade de leitura, favorecendo a formação de leitores críticos; pode, ainda, ser um meio de explicitar as diferentes contribuições da ciência, inserindo novas abordagens e temáticas nas aulas de ciências etc.

Nessa mesma linha, alguns autores focalizam seus estudos no processo de inserção dos textos de divulgação científica no ensino formal. O desenvolvimento de habilidades de leitura, o acesso às informações de ciência e tecnologia atualizadas, a formação de espírito crítico e reflexivo sobre o meio que o cerca e a motivação e o estímulo à participação dos alunos nas aulas, são os principais argumentos pontuados para essa iniciativa (CHAVES *et alli.*; 2001 ;RIBEIRO;KAWAMURA,2005; SILVA e ALMEIDA,1999).

Dialogando como os autores citados, a formação do espírito crítico na nossa perspectiva volta-se para os olhares dos alunos quanto à produção do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no meio social, e para a formação da imagem da ciência como detentora não apenas de acertos, mas de erros também. No que diz respeito ao acesso às informações atualizadas, relacionamos a transformação rápida e versátil da ciência devido aos avanços da tecnologia que os livros didáticos não conseguem acompanhá-la por serem produzidos para um contexto escolar serial. Ainda que contenham textos contemporâneos, não detém informações atualizadas no contexto em que a realidade local do aluno esteja inserida.

Nessa mesma linha, Nascimento (2008) acredita que o texto de divulgação científica pode, ainda, assumir a finalidade de auxiliar a prática escolar em contexto de insatisfação com o livro didático, devido à ausência de uma abordagem da ciência contemporânea das questões sócio-científicas ou sobre a natureza da ciência. No entanto, ressaltamos que esses textos não substituem os livros didáticos. Esta autora acredita ainda que

os textos de divulgação científica por circularem em diferentes meios de comunicação e terem como função central informar as questões relacionadas à ciência e à tecnologia ao leitor/ouvinte/expectador, compõem o gênero textual que cria as melhores condições para que os alunos reconheçam ao seu redor fenômenos naturais estudados em sala de aula, de modo a estabelecerem relações entre eles e questões políticas e econômicas presentes na sociedade em que eles estão inseridos (NASCIMENTO, 2008, p.30).

Assis e Teixeira (2003) apoiam o uso de textos de divulgação científica na educação formal na perspectiva de possibilitar o acesso do aluno a informações atualizadas sobre ciência e tecnologia e, assim, tornar o conhecimento científico mais significativo para ele, formando-o para a ação social responsável.

Sendo assim, entendemos que os TDC podem levar a discussões ausentes do currículo escolar e dos livros didáticos. Além disso, podem assumir um papel de prática pedagógica alternativa para suprir as carências escolares e a relação professor - aluno - divulgação científica pode possibilitar transformações para melhoria da educação. Contudo, salientamos que o texto de divulgação científica como recurso didático, deve, portanto, ser um texto bem escrito e de fácil

compreensão, não pertencer a nenhuma disciplina específica e conter recursos visuais e textuais, além de outros.

Sobre isso, Ribeiro e Kawamura (2005) criam categorias que caracterizam um texto de divulgação científica, tendo em vista seu potencial didático. Essas categorias abrangem duas perspectivas principais: conteúdo e forma.

A dimensão conteúdo compreende a temática, os elementos que evidenciam a dinâmica interna da ciência, o funcionamento da ciência como instituição social, a contextualização dos fatos noticiados e suas abordagens etc. Já a dimensão forma compreende a estrutura do texto, o uso de recursos visuais e textuais, a linguagem e os gêneros discursivos empregados (como explicação, descrição, exposição, argumentação e narração), o uso de metáforas e analogias. O quadro abaixo representa essas categorias e o foco de cada uma delas:

**Tabela 1:** Categorias presentes nos textos de divulgação científica: conteúdo e forma.

<b>CONTEÚDO</b>	<b>FORMA</b>
<p><b>Temática</b> O foco dessa categoria é olhar para as questões que atualmente permeiam as preocupações da ciência. Dessa forma, essa dimensão é composta pelos enfoques dados ao tema escolhido para análise e pelos conhecimentos tácitos necessários para a compreensão desse tema nos textos de divulgação.</p>	<p><b>Estrutura</b> Como os diferentes textos são construídos? Qual a relação entre aprofundamento e extensão que estes textos apresentam quanto aos conteúdos expostos? De que forma as ênfases dadas ao conteúdo apresentam semelhanças ou diferenças de acordo com o veículo no qual o texto é publicado? Como as informações estão encadeadas e distribuídas nos textos dos diferentes veículos analisados (de maneira fragmentada ou integrada)?</p>
<p><b>Procedimentos internos da ciência</b> A elaboração e adequação de modelos, as formas pela quais são feitas as tomadas de dados e de que modo estas interferem nos resultados obtidos, o papel da experimentação na ciência, os processos de análise de dados e interpretação dos resultados etc.</p>	<p><b>Linguagens:</b> O foco aqui é a clareza do texto, a forma com a qual o autor do texto de divulgação faz uso de termos e conceitos científicos e, também, como os explica, quando necessário. Também a utilização de metáforas e analogias e o modo como estas podem facilitar ou dificultar a</p>

	compreensão do texto pelo leitor.
<p><b>Funcionamento institucional da ciência</b></p> <p>As controvérsias científicas, a diversidade de ideias e a necessidade de debate público sobre descobertas ou aplicações tecnológicas integram essa terceira dimensão. As relações entre os processos da ciência e seus produtos também estão incorporados</p>	<p><b>Recursos visuais e textuais</b></p> <p>Essa categoria está relacionada à distribuição espacial das informações, uma vez que esta opera no sentido de atrair o leitor para o texto. Esta distribuição engloba a utilização de recursos visuais, tais como ilustrações e fotografias, e textuais, como os boxes, as notas de margens, as pequenas inserções de textos no texto principal etc.</p>
<p><b>Abordagens e Contexto:</b></p> <p>Nessa dimensão, interessa-nos observar como o fato noticiado encontra-se inserido em um contexto social, político e econômico.</p>	

Apesar dos textos de divulgação científica serem usados como recursos didáticos, o professor deve ter a clareza quanto à intenção e a forma de utilização dos textos, pois, "além dos conteúdos, esses materiais apresentam linguagens, abordagens, discursos e estruturação diferentes daqueles que caracterizam os livros didáticos" (RIBEIRO;KAWAMURA 2005, p.12). Portanto, os textos de divulgação científica na sala de aula devem ser introduzidos de maneira diferenciada dos conteúdos tradicionais. Isso implica em uma formação adequada por parte do professor, para que os textos não se transformem meramente em linhas em que os alunos leiam, memorizem e reproduzam em avaliações. Isso nos leva a crer que a formação inicial é importante na escolha das estratégias de como se trabalhar com esses textos.

Nesse sentido, buscamos em nossa pesquisa remeter a DC, enquanto função educativa, em uma dimensão que abarque a formação do professor já que essa se dá no processo ensino-aprendizagem. Sinalizamos assim que, uma boa formação dos professores repercute diretamente na formação e re-estruturação do pensamento do aluno. Nesse contexto, Maldaner (2000) faz menção à pesquisa educacional, a qual deve ser realizada com a participação do próprio professor, tanto na sua formação inicial quanto na continuada.

O estudo sobre formação de professores por si só é demasiadamente extenso, o que faz com que venha a ser uma decisão de bom senso não efetuar uma discussão densa, e sim ressaltar a importância dela para que haja uma compreensão subsequente do processo de relação entre a utilização dos textos de divulgação e o professor.

Sendo assim, tomamos emprestado de Schnetzler (2002), o conceito de formação continuada: “a FC é um processo de aprendizagem e de socialização, de natureza voluntária, informal e pouco previsível, que está centrado na interação entre colegas e nos problemas que trazem de suas práticas docentes” (p.16).

Além disso, as orientações curriculares afirmam que, “é preciso pensar a formação docente (inicial e continuada) como momentos de um processo contínuo de construção de uma prática docente qualificada e de afirmação da identidade, da profissionalidade e da profissionalização do professor” (BRASIL, 2005).

Assim, acreditamos que os problemas e dificuldades que o professor encontra em sua prática docente, bem como a diminuição de práticas tradicionais, podem ser superados a partir de debates concernentes ao ensino de Química, realizados nos cursos de formação de professores.

Acreditamos, também, que os cursos de formação de professor, tanto formação inicial, quanto continuada, na perspectiva de melhorias no ensino, podem propor novas metodologias, como por exemplo, sugerir que o professor deixe de ser um executor, para tornar-se investigador na sala de aula.

Nesse sentido, trabalhos como o de Maldaner (2000) têm incorporado a ideia do professor-reflexivo/pesquisador, que seja capaz de refletir a respeito de sua prática de forma crítica, de ver a realidade em sala de aula para além do conhecimento na ação e de responder, reflexivamente, aos problemas do dia-a-dia nas aulas. Contudo, entendemos que a formação do professor se torna mais eficiente em parceria com a pesquisa acadêmica, por isso a proposta da presente pesquisa em se trabalhar com divulgação científica na formação de professores, auxiliando-os no processo de abordagem do conhecimento escolar.

## **4 A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO CONTEXTO ESCOLAR**

Como mencionado na introdução desse trabalho, a História da Ciência é um dos eixos que nortearam a escrita dos nossos textos de Divulgação Científica. Acreditamos que inserção da História da Ciência (HC) no processo formativo do professor traz grandes repercussões para o ensino. Para entender as relações e os reflexos dessa temática, dentro do ambiente escolar, faz-se necessário entender o porquê do seu uso no contexto de sala de aula.

A História da Ciência como ferramenta no ensino de ciência tem uma discussão muito vasta e densa, portanto, não é nosso objetivo fazer uma revisão bibliográfica aprofundada dessa temática. Dedicaremos as próximas linhas à tentativa de elucidar, brevemente, alguns pontos sobre os potenciais da utilização da História da Ciência na sala de aula, compartilhando das ideias de Pereira e Silva (2008), Porto (2010) e Matthew (1995). Essa abordagem se justifica por ser, como já mencionado, um dos eixos norteadores da nossa pesquisa ser a História da Ciência.

### **4.1 As recomendações para o uso da História da Ciência no Ensino de Ciências**

A História e a Filosofia da Ciência foram bem reconhecidas no processo educacional a partir dos anos de 1980, quando o ensino de Ciências Naturais se aproximou das Ciências Humanas, reforçando a ideia da Ciência como construção humana. A inserção da História da Ciência no Ensino de Ciências é uma das recomendações explícitas nos documentos oficiais:

A história da Química, como parte do conhecimento socialmente produzido, deve permear todo o ensino de Química, possibilitando ao aluno a compreensão do processo de elaboração desse conhecimento, com seus avanços, erros e conflitos (BRASIL, 1999, p. 240).

A reflexão acima deixa clara a ideia de que a História da Ciência permite o entendimento de que o conhecimento químico não é um conjunto de conhecimentos isolados, prontos e acabados, mas sim, um processo de constantes transformações.

Nessa mesma linha de pensamento, Pereira e Silva (2008), argumentam que “a história contradiz o cientificismo e o dogmatismo presentes nos textos escolares” (p.9). A ideia de que a ciência é detentora de todo conhecimento e de todas as soluções para os problemas da humanidade tem sido reforçada pelo ensino tradicional de ciências. Nesse contexto:

Não podemos ver na ciência apenas a fada benfazeja que nos proporciona o conforto no vestir e na habitação... Ela pode ser- ou é- também uma bruxa malvada que programa grãos e animais que são fontes de alimentares da humanidade para se tornarem estéreis numa segunda reprodução. Essas duas figuras devem-se fazer presentes quando ensinamos ciências (CHASSOT, 1998, p. 85).

No contexto escolar, o uso da História da Ciência pode contribuir para a superação dessa ideologia, demonstrando que o pensamento científico, que permeia a Ciência contemporânea, está sujeito a transformações e que, nem sempre, a ciência proporciona a solução de todos os problemas.

Além disso, a história pode também promover uma melhor compreensão dos conceitos e métodos científicos:

De um lado, a História da Ciência pode enriquecer a apresentação do conhecimento científico. Os elementos ligados à História da Ciência podem fornecer dados que ajudem a justificar determinados conceitos, leis ou teorias. Por outro, estes mesmo elementos podem ajudar a compreender os conceitos como sendo produto de um processo, e não apenas um produto que surge de forma acabada (PEREIRA e SILVA, 2009, p.2).

No contexto atual, sabemos que a compartimentalização do conhecimento em disciplinas isoladas ainda está presente, o que leva o aluno a visão fragmentada do conhecimento. O favorecimento da interdisciplinaridade pode ser dado a partir da história da ciência. Um exemplo apresentado pelos autores é o estudo das pilhas, que teve origem nos trabalhos de Galvani a respeito dos corpos dos animais. Outro exemplo é o estudo da radioatividade do casal Currie, em que Marie Currie testou a radioatividade de uma série de minerais de tório e de urânio com base em métodos vindos da Física, usando uma aparelhagem especialmente construída por seu marido Pierre Curie.

Adicionalmente, os autores ancoram-se em Chassot para justificar o uso da História da Ciência no ensino, pois ele vê na História da Ciência um instrumento eficiente na oposição ao presenteísmo. Os jovens não têm o conhecimento de sua

genealogia e nem sobre a realidade em que viviam os seus avôs. Acreditam que a realidade vivida hoje é semelhante àquela da época de seus avós, e então acabam por acreditar que o presente é uma mera continuação do passado. Em geral, não consideram os avanços tecnológicos como criações recentes e que modificam nosso modo de vida em relação ao de nossos antepassados. Nesse contexto, a História da Ciência pode ser considerada uma forte contribuição para superar esta percepção distorcida da realidade, ao mostrar não só o contexto social em que viviam os cientistas, mas também as dificuldades técnicas que enfrentavam.

Segundo Pereira e Silva (2010), o uso das armas nucleares durante a Segunda Grande Guerra, o descobrimento da pólvora pelos chineses, a invenção do papiro pelos egípcios e as grandes navegações do período quinhentista são episódios da história da ciência e da cultura que envolveram, de algum modo, conhecimentos com os quais lida a ciência. Então, os mesmos argumentam que a História da Ciência é intrinsecamente motivadora.

A necessidade de o aluno conhecer aspectos da História da Ciência, também está vinculada, na sua compreensão, às relações entre os fenômenos que se observa e os modelos que os explicam. Nesse sentido, Mortimer (1995) faz menção às dificuldades evidenciadas a respeito do entendimento dos alunos sobre modelos atômicos:

A eliminação, em sala de aula, de algumas dificuldades para a aceitação do atomismo, que envolve a superação de obstáculos como a descrença no vazio entre as partículas, não é questão a ser decidida pelas evidências empíricas, mas pela negociação, baseadas em argumentos racionais e no uso de exemplos da história das ciências (p. 25).

A visão deformada a respeito da Ciência encontra-se com frequência no meio de alunos e professores. Segundo Porto (2010), as ideias difundidas entre educandos, educadores e na sociedade em geral não convergem para o pensamento atual a respeito da natureza do conhecimento científico. No entanto, a História da Ciência pode ter um papel importante no processo de superação dessa visão inadequada: a História e a Filosofia da Ciência podem dar as idealizações em ciência uma dimensão mais humana e compreensível e podem explicá-las como artefatos dignos de serem apreciados por si mesmos (MATTHEWS, 1995, p. 184).

Para Matthews, a abordagem histórica da ciência, ao apresentar períodos de controvérsias, pode contribuir para que alunos compreendam que a ciência

trabalha com idealizações do mundo real. Os argumentos de Porto (2010) convergem para essa mesma linha de pensamento afirmando que o estudo e a discussão de episódios da História da Ciência “podem propiciar aos estudantes reflexões a respeito de como os cientistas trabalham, suas motivações, suas interações com a comunidade científica e com a sociedade em geral”. Nesse sentido, buscamos em Lopes (1997) o fechamento sobre o uso da história da ciência no ensino de ciências:

A história das ciências não só fornece elementos que permitem compreender mais claramente os conceitos científicos, como também permite questionar a visão do senso comum acerca do conhecimento científico enquanto um conhecimento derivado da experiência e da observação imediata. Além de desconstruir a ideia de ciência como um conhecimento acabado, definitivo, restrito aos iluminados (p.3).

A história da ciência pode também contribuir para a análise da diversidade cultural. Nesse aspecto, Brito e colaboradores (2004) entendem que, por diversas vezes, a origem do conhecimento científico esteve ligada à religião ou à mitologia mas, no ensino atual, outras formas de conhecimento, como a religião e os saberes populares, são tomados como errados. Assim, o uso da História da Ciência nas aulas valoriza a ciência como elemento da cultura e como um saber necessário à formação de cidadãos atuantes. (PEREIRA e SILVA, 2010).

Esses autores chamam a atenção para a dimensão fenomenológica dos processos químicos que não pode ser deixada de lado, portanto, acreditam que uma abordagem que envolva História da Ciência necessite estar associada ao uso da experimentação.

Diante das considerações tecidas até agora sobre a Divulgação Científica no contexto escolar, percebemos, de forma clara, as potencialidades do seu uso em sala de aula. Mas, que contribuições efetivas a DC têm dado ao campo de Ensino de Química? E que estratégias podem utilizar-se para mensurar às suas potencialidades? Os caminhos percorridos para esses questionamentos serão explicitados no próximo capítulo, através da metodologia de investigação utilizada.

## **5 PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA**

O objetivo aqui é caracterizar a pesquisa, bem como apresentar o método que utilizamos na investigação e a forma que ele foi construído. Explicitaremos, ainda, os sujeitos da pesquisa e as estratégias utilizadas para a coleta de informações.

### **5.1 Caracterização da pesquisa**

A pesquisa em questão está estruturada no referencial metodológico com ênfase na abordagem qualitativa. Segundo Lüdke e André (1986), a pesquisa qualitativa supõe o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo investigada, via de regra, por meio do trabalho intensivo de campo. Além disso, tem como objetivo principal interpretar o fenômeno que se observa e os meios para isso são: a observação, a compreensão, a descrição e o significado.

Adicionado a isso, a rigor, qualquer investigação social deveria contemplar uma característica básica do seu objeto: o aspecto qualitativo. Isso implica considerar os sujeitos de estudo: pessoas, em determinada condição social, pertencentes a um grupo social ou classe com suas crenças, valores e significados. Isso implica, também, considerar que o objeto das Ciências Sociais é complexo, contraditório, inacabado e em permanente transformação (MINAYO, 1999, p.22).

No entanto, apesar da pesquisa ter a predominância do seu caráter qualitativo, ressaltamos que, para quantificar opiniões a partir da coleta de dados, foi necessário utilizarmos de técnicas da estatística. Portanto, devido a essa complementaridade dos métodos quantitativos, a abordagem quantitativa também se insere no universo da presente pesquisa.

## 5.2 Os sujeitos da pesquisa

Participaram, como sujeitos da pesquisa, alunos ingressantes e alunos de semestre avançado do curso de Licenciatura em Química da Universidade de Brasília (UnB) e da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). O número de alunos total da UESC foram 23, sendo 7 alunos de semestre inicial e 16 alunos de semestre avançado ( Ler desenho metodológico da coleta de dados). O número de alunos total da UnB foram 42, sendo 23 alunos de semestre inicial e 19 alunos de semestre avançado.

No curso de Licenciatura em Química da UnB, os alunos ingressantes são da disciplina de Fundamentos de Química ofertada no primeiro semestre e os alunos de semestre avançado são da disciplina de Experimentação no Ensino de Química ofertada no último semestre. Já no curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Santa Cruz, os alunos ingressantes são da disciplina de Química Inorgânica, disciplina esta ofertada no segundo semestre do fluxograma do curso e os alunos de semestre avançado são da disciplina de Estágio Supervisionado 2, disciplina esta ofertada no sexto semestre.

## 5.3 Os instrumentos da pesquisa

Para o desenvolvimento da pesquisa, foram elaborados sete textos de divulgação científica como material de apoio ao ensino formal da Educação Básica. As temáticas escolhidas foram: O que é a Química e o que o químico faz. Alimentos, Metais, Atmosfera e Água. Ressaltamos que a escolha dos temas foi baseada na relevância social, bem como na relação deles com o conhecimento químico e com as aplicações do cotidiano.

Como base para a construção desses textos, recorreremos aos pesquisadores Ribeiro e Kawamura (2005). Em seus estudos, a caracterização do discurso da divulgação científica tem base nos três elementos essenciais: o tema, o estilo e a composição, como já mencionados anteriormente.

A escrita dos textos foi conduzida pelas palestras de divulgação científica, realizadas no Laboratório de Pesquisas em Ensino de Química (LPEQ), através do projeto UnB-Tur. Este projeto é desenvolvido pela Universidade de Brasília e um dos seus objetivos é favorecer a integração dos diferentes segmentos da comunidade acadêmica e da comunidade externa, viabilizando a difusão do conhecimento. A apresentação das palestras temáticas de divulgação científica tem a experimentação como eixo condutor. Adicionalmente, enfoca-se também a natureza e a História da Ciência.

Buscamos escrever os textos em uma linguagem que se aproxime de uma interação dialógico-problematizadora para que, quando conduzidos na sala de aula, possam contemplar as vozes dos alunos, visto que “as interações discursivas são consideradas como constituintes do processo de construção de significados” (MORTIMER; SCOTT, 2002, p. 283).

A dialocidade é apresentada por Bakhtin em três dimensões diferentes: todo dizer não pode deixar de se orientar pelo já dito, todo dizer é orientado para a resposta e todo dizer é internamente dialogizado. Para Bakhtin, "cada esfera na qual a linguagem é usada desenvolve seus tipos relativamente estáveis de enunciados. A isso nós podemos chamar de gêneros de discurso" (Bakhtin, 2003, p. 60).

Na perspectiva bakhtiniana, existem três elementos interligados da atividade real de linguagem, a saber: composição, conteúdo temático e estilo.

As ferramentas para analisar a forma como os professores podem agir para guiar as interações que resultam em construção de significados em salas de aula encontram-se nos estudos de Mortimer e Scott (2002), os quais citamos ao longo da análise de dados.

A estratégia utilizada para investigar a potencialidade do uso dos textos de divulgação científica na formação do professor foram os questionários semi-estruturados<sup>6</sup>.

Um ponto muito importante considerado nesta pesquisa diz respeito à prática docente, em que, a partir das respostas analisadas, julgaremos a relevância dos textos de Divulgação Científica como parte da formação do professor.

---

<sup>6</sup> O questionário semi-estruturado envolve perguntas fechadas e abertas, apresenta-se vantajoso ao pesquisador, pois pode identificar diferentes opiniões a respeito de um mesmo fato ou fenômeno para então categorizar.

#### 5.4 Desenho metodológico da coleta de dados

Os questionários foram aplicados para alunos ingressantes e alunos de semestre avançado, do curso de Licenciatura em Química da Universidade de Brasília (UnB) e da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC).

Para que os alunos respondessem ao questionário, foi solicitada, primeiramente, uma leitura prévia dos textos a serem analisados. Selecionamos dois textos para serem avaliados pelos alunos, a saber: “O que é a Química e o que o Químico faz” e “Qual a relação da Química com os alimentos.” Optamos por esses dois textos, pois os outros ainda estavam em processo de finalização. Além disso, entendemos que, se conseguimos contemplar, nesses textos, as categorias que caracterizam um TDC, logo, os outros textos também os são contemplados, visto que o material foi produzido seguindo um mesmo parâmetro.

Na UESC, tanto os alunos de semestres avançados quanto os alunos de semestre inicial avaliaram os textos em questão. Em um primeiro momento o texto avaliado foi “O que é a Química e o que o Químico faz” Uma semana depois, pedimos que os alunos avaliassem o texto “Qual a relação da Química com os alimentos”. No entanto, os participantes de semestre avançado que avaliaram o texto “O que é a Química e o que o Químico faz” foram 14 alunos. Já os participantes de semestre avançado que avaliaram o texto “Qual a relação da Química com os alimentos”, foram 16 alunos. A diferença é justificada pela ausência de 2 alunos na primeira semana da coleta de dados.

Já na UnB, optamos por selecionar apenas o texto “O que é a Química e o que o Químico faz” para ser avaliado pelos alunos de semestre inicial e apenas o texto “Qual a relação da Química com os alimentos” para ser avaliado pelos alunos de semestre avançado.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse capítulo, apresentaremos e discutiremos os dados obtidos através da metodologia discutida anteriormente.

### 6.1 Frequência com que os alunos de semestre inicial e de semestres avançados acessam os principais meios de Divulgação Científica do Brasil

A primeira parte do questionário objetivou fazer um levantamento estatístico quanto ao interesse dos alunos em acessar os diferentes meios de divulgação científica. A frequência com que os alunos acessam os principais meios de divulgação científica do Brasil será aqui apresentada da mesma forma em que foi organizado o questionário destinado aos estudantes.

As Tabelas 2 e 3 são os resultados referentes à avaliação dos alunos de semestre inicial da UESC e UnB respectivamente. Já nas Tabelas 4 e 5 estão expressos os resultados da avaliação dos alunos de semestres avançados dessas Universidades.

**Tabela 2:** Frequência com que os alunos de semestre inicial da UESC acessam os meios de divulgação científica

Meios de divulgação científica	Nunca %	Raramente %	Às vezes %	Frequentemente %
Revista Galileu	57 (4) <sup>7</sup>	28 (2)	14 (1)	- (0)
Revista Ciência Hoje	42 (3)	14 (1)	42 (3)	- (0)
Revista Super Interessante	71 (5)	14 (1)	- (0)	14 (1)
Revista Scientific American	100 (7)	- (0)	- (0)	- (0)
Revista QNEsc ( Química nova na escola)	- (0)	28 (2)	14 (1)	57 (4)
Revistas semanais ( Época, Isto é, Veja)	- (0)	14 (1)	57 (4)	28 (2)
Jornal Impresso	- (0)	28 (2)	28 (2)	42 (3)
Internet	- (0)	- (0)	- (0)	100 (7)
Televisão	- (0)	- (0)	28 (2)	71 (5)

<sup>7</sup> Todos os números entre parênteses representam a quantidade de alunos

**Tabela 3:** Frequência com que os alunos de semestre inicial da UnB acessam os meios de divulgação científica

<b>Meios de divulgação científica</b>	<b>Nunca</b>		<b>Raramente</b>		<b>Às vezes</b>		<b>Frequentemente</b>	
	<b>%</b>		<b>%</b>		<b>%</b>		<b>%</b>	
Revista Galileu	60	(14)	40	(9)	-	(0)	-	(0)
Revista Ciência Hoje	65	(15)	21	(5)	13	(3)	-	(0)
Revista Super Interessante	34	(8)	26	(6)	30	(7)	8	(2)
Revista Scientific American	82	(18)	21	(5)	-	(0)	-	(0)
Revista QNEsc( Química nova na escola)	82	(18)	21	(5)	-	(0)	-	(0)
Revistas semanais ( Época, Isto é, Veja)	17	(4)	26	(6)	26	(6)	30	(7)
Jornal Impresso	-	(0)	43	(10)	21	(5)	34	(8)
Internet	-	(0)	-	(0)	8	(2)	91	(21)
Televisão	-	(0)	-	(0)	13	(3)	86	(20)

**Tabela 4:** Frequência com que os alunos de semestre avançado da UESC acessam os meios de divulgação científica

<b>Meios de divulgação científica</b>	<b>Nunca</b>		<b>Raramente</b>		<b>Às vezes</b>		<b>Frequentemente</b>	
	<b>%</b>		<b>%</b>		<b>%</b>		<b>%</b>	
Revista Galileu	56	(9)	37	(6)	6	(1)	-	(0)
Revista Ciência Hoje	50	(8)	37	(6)	12	(2)	-	(0)
Revista Super Interessante	-	(0)	6	(1)	25	(4)	68	(11)
Revista Scientific American	43	(7)	31	(5)	25	(4)	-	(0)
Revista QNEsc ( Química nova na escola)	50	(8)	18	(3)	31	(5)	-	(0)
Revistas semanais (Época, Isto é, Veja).	12	(2)	12	(2)	62	(10)	12	(2)
Jornal Impresso	25	(4)	37	(6)	31	(5)	6	(1)
Internet	-	(0)	-	(0)	6	(1)	93	(15)
Televisão	-	(0)	18	(3)	12	(2)	68	(11)

**Tabela 5:** Frequência com que os alunos de semestre avançado da UnB acessam os meios de divulgação científica

<b>Meios de divulgação científica</b>	<b>Nunca %</b>	<b>Raramente %</b>	<b>Às vezes</b>	<b>Frequente mente %</b>
Revista Galileu	68 (13)	15 (3)	15 (3)	- (0)
Revista Ciência Hoje	68 (13)	31 (6)	- (0)	- (0)
Revista Super Interessante	26 (5)	42 (8)	26 (5)	5,2 (1)
Revista Scientific American	68 (13)	21 (4)	10 (2)	- (0)
Revista QNEsc ( Química nova na escola)	21 (4)	21 (4)	36 (7)	21 (4)
Revistas semanais ( Época, Isto é, Veja)	15 (3)	21 (4)	31 (6)	31 (6)
Jornal Impresso	5 (1)	42 (8)	36 (7)	15 (3)
Internet	- (0)	- (0)	- (0)	100 (19)
Televisão	- (0)	- (0)	- (0)	100 (19)

De acordo com as Tabelas 2 e 3, podemos inferir que os meios de Divulgação Científica mais acessados pelos alunos de semestre inicial da UESC e da UnB são a internet e a televisão. Não nos surpreendemos com o baixo ou quase nulo percentual dos alunos da UnB que acessam as revistas de divulgação científica de cunho acadêmico. A nossa hipótese é que, como são alunos com apenas duas semanas de convivência na atmosfera acadêmica, ainda não tiveram tempo suficiente para incorporar a ideia da necessidade de leituras dessas revistas para formação profissional. Curiosamente, os estudantes da UESC de semestre inicial acessam com frequência a Revista Qnesc, sendo esta um meio de divulgação científica de cunho acadêmico. Uma explicação para isso é que, diferentemente dos alunos da UnB, esses já não são recém-ingressantes na Universidade, são alunos do 2º semestre e que, provavelmente, já tiveram acesso a essas revistas para o desenvolvimento de atividades de alguma disciplina.

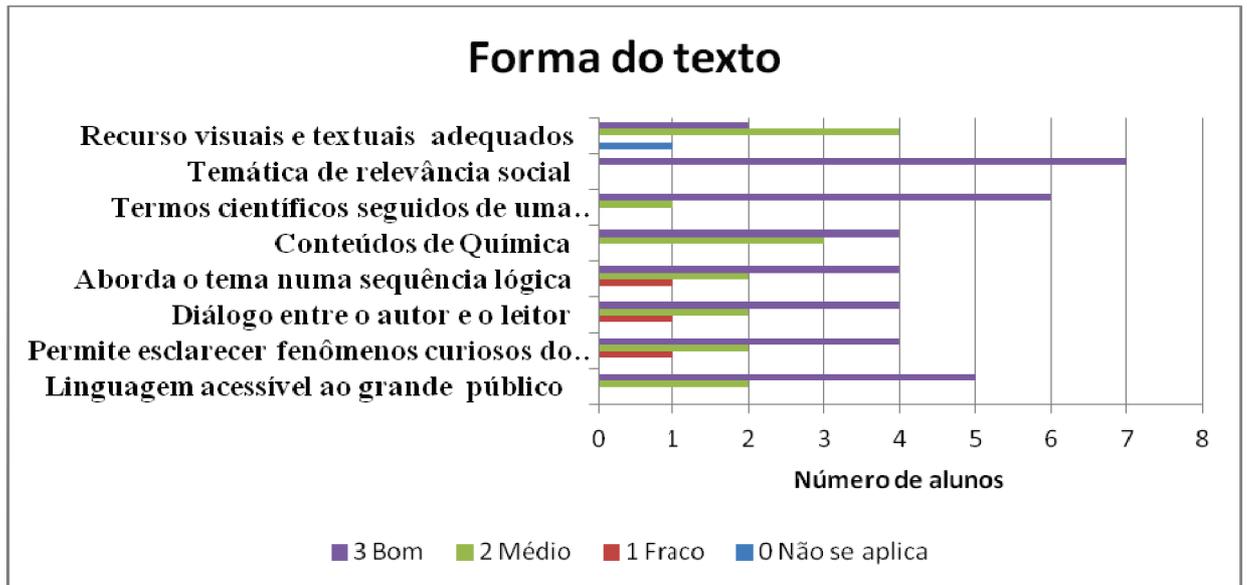
O resultado que nos causou uma preocupação inicial foi em relação às respostas dos alunos de semestres avançados. As Tabelas 4 e 5 nos mostram que, tanto os alunos da UnB, quanto os alunos da UESC, parecem não terem o hábito de

ler revistas de divulgação científica que são bem aceitas no meio acadêmico, a saber: QNEsc, Ciência Hoje e Scientific American. Sabe-se que esse tipo de material apresenta elementos desejáveis para uma formação de qualidade dos alunos que estão se graduando. Por isso, é recomendável que, durante o curso, os alunos incorporem o hábito de leitura dessas revistas, estimulados pelos professores.

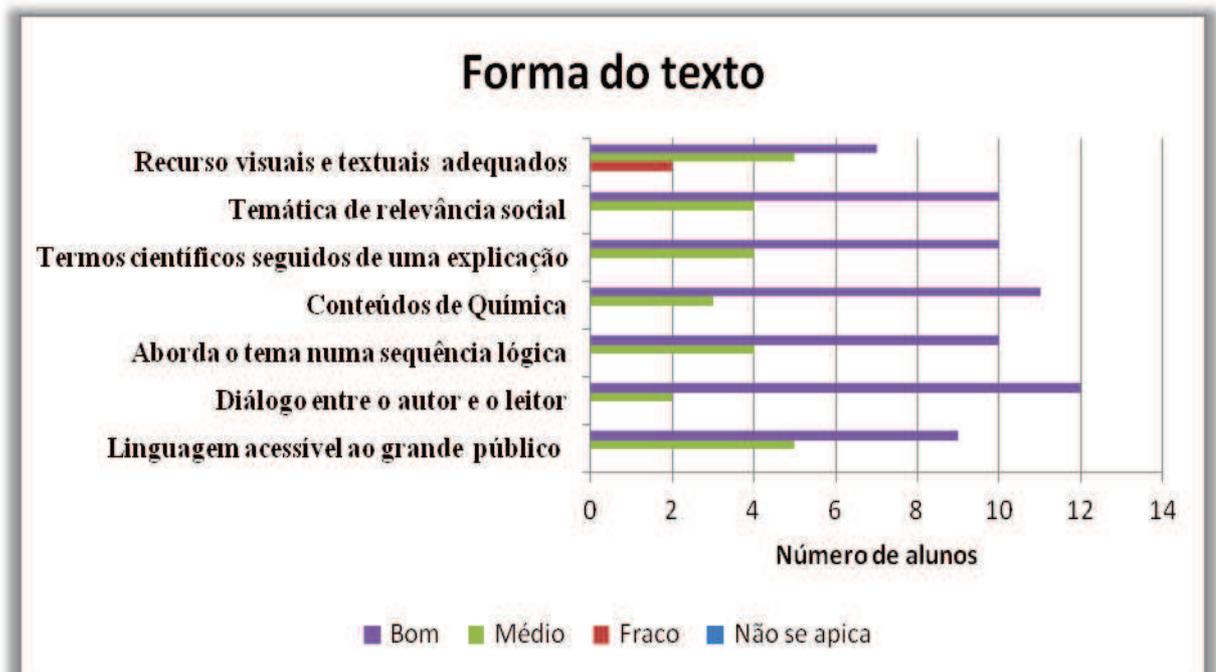
De um modo geral, podemos dizer que, com frequências variáveis, os alunos em formação inicial não costumam acessar os principais meios de divulgação científica do Brasil. Esses resultados indicam a necessidade de ampliação do uso das revistas de divulgação científica no curso de graduação.

## **6.2 Avaliação pelos alunos na categoria Forma do Texto**

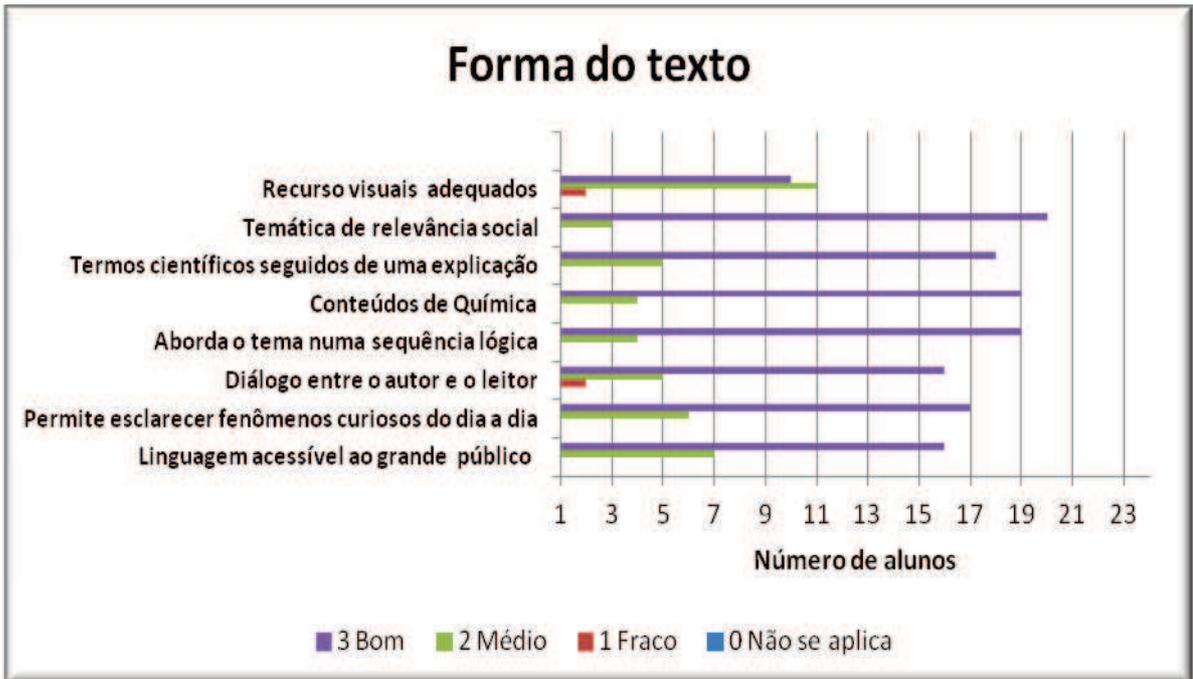
Para que os alunos pudessem avaliar os textos quanto à forma, criamos subitens objetivando uma avaliação mais detalhada. Tais quais foram guiados à luz de Ribeiro e Kawamura (2005) e agrupados em 8 categorias expressas nas figuras de 2 a 7. As figuras 2, 3 e 4, são referentes ao texto **O que é a Química e o que um químico faz?** e as figuras 5, 6 e 7 são referentes ao texto **Qual a relação da Química com os alimentos?** Para facilitar a leitura, chamaremos respectivamente de texto 1 e texto 2.



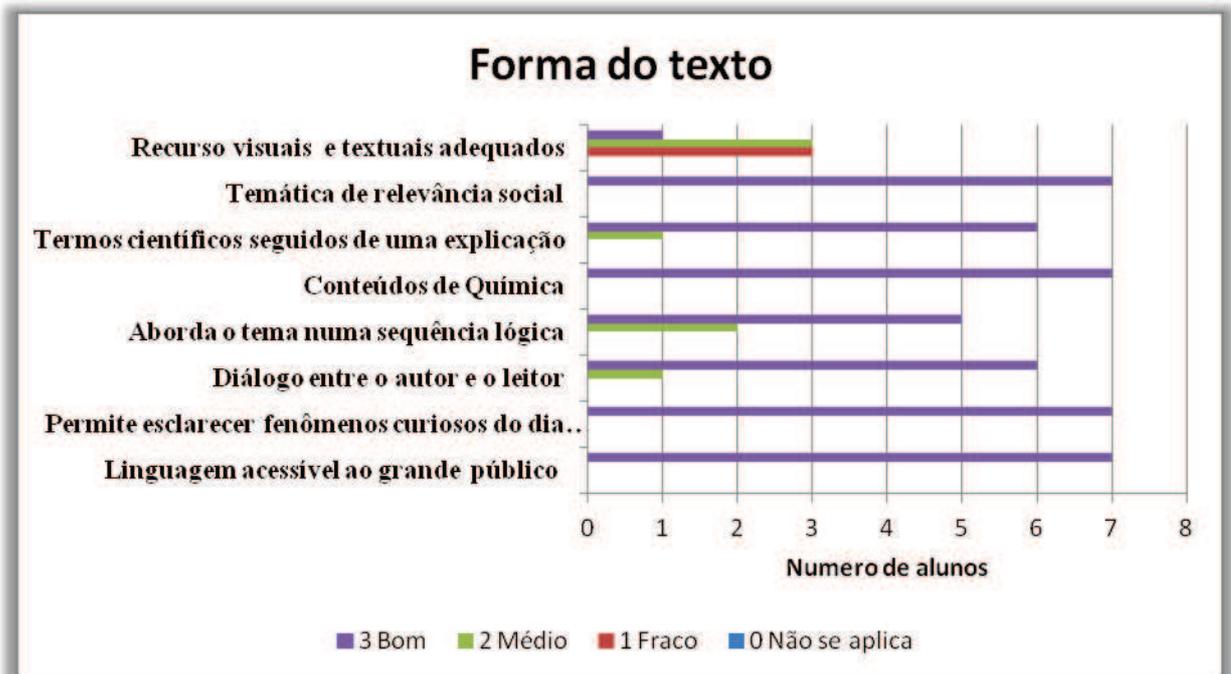
**Figura 2:** Avaliação da categoria forma do texto feita pelos alunos de semestre inicial da UESC no texto: O que é a Química e o que um Químico faz?



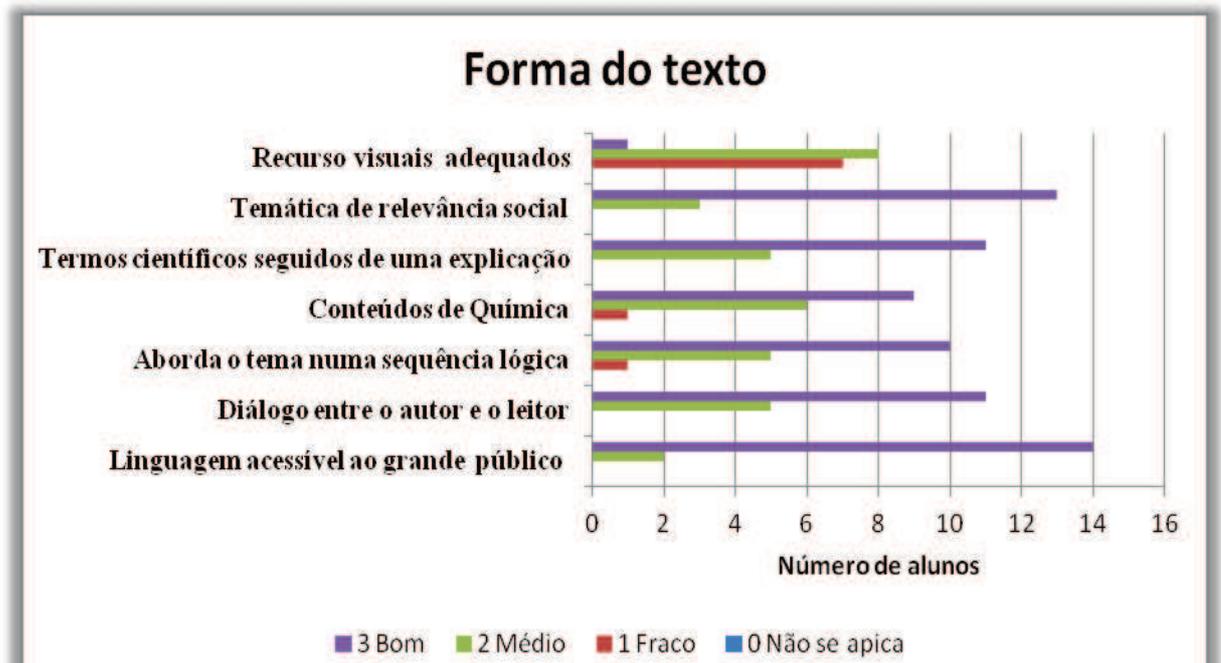
**Figura 3-:** Avaliação da categoria forma do texto feita pelos alunos de semestre avançado da UESC no texto: O que é a Química e o que um Químico faz?



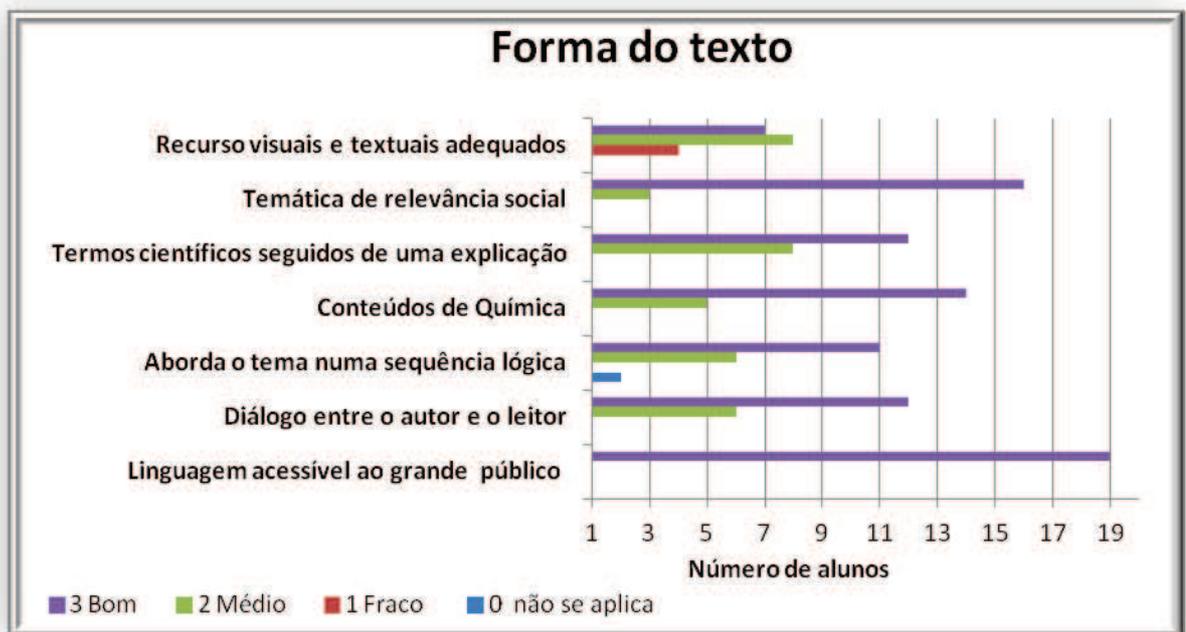
**Figura 4-**Avaliação da categoria forma do texto feita pelos alunos de semestre inicial da UnB no texto: O que é a Química e o que um Químico faz?



**Figura 5** Avaliação da categoria forma do texto feita pelos alunos de semestre inicial da UESC no texto: Qual a relação da Química com os alimentos?



**Figura 6:** Avaliação da categoria forma do texto feita pelos alunos de semestre avançado da UESC no texto: Qual a relação da Química com os alimentos?



**Figura 7:** Avaliação da categoria forma do texto feita pelos alunos de semestre avançado da UnB no texto: Qual a relação da Química com os alimentos?

### 6.2.1 Recursos visuais e textuais adequados

A categoria de recursos visuais e textuais, proposta por Ribeiro e Kawamura (2005), diz respeito à distribuição espacial das informações. Para as autoras, esta distribuição opera no sentido de atrair o leitor para o texto. Elas atribuem, como exemplos de recursos visuais, as ilustrações e fotografias e, de recursos textuais, os boxes, as notas de margens, as pequenas inserções de textos no texto principal etc. Nos textos que escrevemos, buscamos explorar mais o uso de tabelas, ilustrações e os boxes articulados ao conteúdo explorado.

O uso de imagens no Ensino de Ciências pode impactar efeitos positivos no processo de aprendizagem. A relevância da exploração deste recurso não-verbal destaca-se pelo importante papel na visualização do que se pretende explicar e de como isso poderia contribuir para a apropriação dos conceitos científicos. Sobre isso, Martins e colaboradores (2005) afirmam que:

Imagens são importantes recursos para a comunicação de ideias científicas. No entanto, além da indiscutível importância como recursos para a visualização, contribuindo para a inteligibilidade de diversos textos científicos, as imagens também desempenham um papel fundamental na constituição das ideias científicas e na sua conceitualização (MARTINS et al., 2005,p.1).

Acreditamos que os recursos visuais explorados em textos são elementos que facilitam, ao leitor, a compreensão do que está sendo dito. No entanto, entendemos ser necessária a intervenção do professor no tocante ao uso de imagens, pois elas podem proporcionar ao leitor diferentes interpretações. Como os textos de divulgação científica foram escritos na perspectiva de torná-los recursos de apoio didático ao professor, ou seja, na utilização de sua prática pedagógica, entendemos ser adequado o uso de imagens, não comprometendo os seus significados. Isso porque, mesmo as figuras apresentando diferentes sentidos, o professor, na função de orientador, pode promover discussões e momentos de interação entre professor/aluno e aluno/aluno.

De acordo com os gráficos que representam a avaliação dos alunos da UESC, para o texto 1, cinco alunos de semestre inicial avaliaram os recursos visuais como médio e não se aplica, totalizando 71,4%, o que indica que apenas 28,6% atribuíram o conceito de bom. Já os respondentes de semestre avançado, 7 deles

avaliaram entre médio e fraco, totalizando em 50%. Para o texto 2, seis alunos de semestre inicial avaliaram esse subitem como médio ou fraco, totalizando 85,7%, o que indica que apenas 14,3% consideram os recursos visuais bons. Dos alunos de semestre avançado, 15 deles atribuíram os conceitos fraco ou médio, totalizando 93,7 %, o que indica que apenas 6,3 consideram bons os recursos visuais do texto. Já os gráficos que representam os alunos da UnB mostram que 47,8% dos ingressantes consideram médio os recursos visuais e textuais do texto 1 e que de 42% dos alunos de semestre avançado também consideram médio estes recursos no texto 2.

Observamos que um grande percentual de alunos atribuiu os conceitos fraco e médio. Estes resultados já eram esperados, pois os textos foram aplicados sem a edição final, ou seja, as figuras, as tabelas e os boxes estavam em um formato muito pequeno e em cor preta e branca. Alguns licenciados comentaram a respeito das figuras e boxes expressos nos textos:

*“apesar das figuras estarem conectadas com o que o texto tá dizendo, elas estão ruins de ser visualizadas. Sugiro que aumente o tamanho e deixe o texto mais colorido”*

*“(...) a qualidade das imagens é um pouco ruim”.*

De acordo com os comentários acima, entendemos que conseguimos estabelecer um diálogo entre o verbal e o visual. Entretanto, a falta da edição final dos textos comprometeu o interesse do leitor em explorar mais os recursos expressivos presentes no texto, o que explica a grande quantidade de alunos que atribuíram notas 1 e 2 para esse categoria. Assim, buscamos investir mais na qualidade das imagens para a versão final dos textos.

## **6.2.2 Temática de relevância social**

A escolha de temas para os textos acontece à luz de algumas concepções e questionamentos freireanos. Por que não estabelecer uma necessária "intimidade" entre os saberes curriculares fundamentais dos alunos e a experiência social que eles têm como indivíduos? Nas palavras de Paulo Freire, o ensino deve estar

articulado com os temas geradores, os quais devem fazer parte da realidade do educando. Esse autor acredita ser necessário:

Propor ao povo, através de certas contradições básicas, sua situação existencial, concreta, presente, como problema que, por sua vez, o desafia e, assim, lhe exige resposta, não só no nível intelectual, mas no nível da ação (FREIRE, 2005, p. 100).

No âmbito do ensino de Química, os PCNEM sugerem:

[...] utilizando-se a vivência dos alunos e os fatos do dia-a-dia, a tradição cultural, a mídia e a vida escolar, busca-se construir os conhecimentos químicos que permitam refazer essas leituras de mundo, agora com fundamentação também na ciência. (BRASIL, 1999, p. 242).

Nessa perspectiva, na escolha das temáticas, tivemos uma preocupação em abordar temas de interesse social e contemplar aspectos relativos à cidadania que possam ser explorados em sala de aula. A intencionalidade dos nossos temas foi de articular o saber científico em um contexto de vida do leitor. Dessa forma, não o dissociamos do contexto social onde está inserido. Além disso, acreditamos que uma boa escolha do tema pode tornar a leitura mais prazerosa, curiosa e de interesse dos alunos-leitores.

Os resultados mostram que 100% dos alunos de semestre inicial da UESC, avaliaram o texto 1 com nota máxima, que corresponde ao conceito bom, e que 71,4 % dos alunos de semestre avançado atribuíram conceito bom para esse mesmo texto. A tendência dos alunos gostarem das temáticas dos textos foi a mesma na UnB, em que 86,9% dos alunos ingressantes avaliaram como bom o texto 1 e 84,2% dos alunos mais adiantados no curso avaliaram como bom o texto 2. Na avaliação de um dos alunos, o tema referente ao texto 1 é relevante porque:

*“Esclarece o papel do Químico, abordou questões como sustentabilidade e preservação que é de extrema importância nesses últimos tempos”.*

Na perspectiva bakhtiniana, “o tema é um sistema de signos dinâmico e complexo, que procura adaptar-se adequadamente às condições de um dado momento da evolução” (BAKHTIN, 2006). Aproximando essa definição da prática de

divulgação científica, já que ela é constituída pelo gênero de discurso, o tema deve estar associado a assuntos de relevância social da época em que está sendo escrito. O comentário acima do aluno é um indicativo de que o tema que escolhemos para desenvolver o texto converge com a proposta de Bakhtin no que tange ao conteúdo temático como um gênero discursivo.

Esses resultados evidenciam que as abordagens dos temas dos TDC escolhidas foram bastante pertinentes, sendo avaliadas de forma satisfatória. Pretendemos que essas temáticas possam propiciar leituras críticas das relações entre ciência, tecnologia e sociedade em sala de aula.

### **6.2.3 Termos científicos seguidos de uma explicação**

A forma como os autores de textos de divulgação científica fazem uso de termos e conceitos científicos é mais uma dimensão atribuída por Ribeiro e Kawamura (2005) para caracterizar os TDCs.

É certo que, no texto de divulgação científica, se deve evitar o uso de uma linguagem esotérica, uma vez que a análise muito exaustiva desses termos tornaria a leitura cansativa, fugindo da perspectiva de um TDC. No entanto, sabemos que em alguns casos é impossível evitar a utilização de termos científicos. Em nossos textos, quando tivemos que recorrer ao uso desses termos, priorizamos, também, fazer passagens explicativas. Por exemplo, no texto 1, para explicar o impacto do uso inadequado dos detergentes, consideramos necessário falar sobre tensão superficial, como descrito a seguir:

*O detergente reduz a tensão superficial da água, formando uma espuma branca na superfície dos rios e impedindo assim a oxigenação dos ambientes aquáticos.*

Em seguida, buscamos fazer uma breve explicação desse conceito científico:

*A tensão superficial é uma camada na superfície da água que se comporta como uma membrana elástica, devido as moléculas de água que interagem entre si.*

No texto 2, para explicarmos o fenômeno de uma lata de refrigerante normal que afunda em uma recipiente de água e de outra lata de refrigerante zero açúcar que flutua no mesmo recipiente, foi impossível evitar o uso do termo científico densidade:

*Observando a Figura 4, note que a lata de refrigerante normal afunda e a lata de refrigerante zero açúcar flutua. Por que isso acontece? Devo dizer que a lata que flutua tem densidade menor do que a da água. Já a lata que afunda tem densidade maior que a da água. Supondo que elas têm o mesmo volume de líquido (350mL) e são fabricadas de um mesmo metal (alumínio) então, a diferença nas densidades pode ser atribuída às massas distintas dos líquidos.*

A partir da explicação sobre esse fenômeno, julgamos necessária a explicação conceitual do termo densidade:

*Densidade é uma grandeza que expressa quanto há de massa por unidade de volume de um dado material.*

Sobre isso Zamboni (2001) afirma que “a preocupação com a explicação de termos científicos embora promova uma quebra na sequência de exposição das informações novas, também estimula o leitor a dar continuidade à leitura”.

Os gráficos que representam a avaliação dos alunos da UESC mostram que 85,7% dos alunos de semestre inicial e 71,4% dos alunos de semestre avançado tiveram a percepção de que no texto 1 havia abordagem de conceitos científicos seguida de uma explicação. Para o texto 2, observamos um percentual de 85,7% e 68,7% respectivamente.

Os gráficos que representam a avaliação dos alunos da UnB mostram que, para o texto 1, o conceito de bom foi atribuído por 78% dos alunos ingressantes e que, para o texto 2, o total de alunos de semestre avançado que atribuíram o conceito bom foi de 63% .

As avaliações dos alunos nos mostram que conseguimos contemplar o uso de estratégias discursivas, como exemplificações e explicações ao longo da escrita dos textos, a fim de tornar claros os termos que julgamos não ser de uma linguagem familiar ou cotidiana.

#### 6.2.4 Conteúdos de Química

O uso de textos de divulgação, segundo Salém e Kawamura (1996), pode contribuir para enriquecer a aula

"trazendo novas questões, abrindo a visão de ciência e de mundo do aluno e professor, criando novas metodologias e recursos de ensino, localizando o conteúdo ensinado em contexto mais abrangente, motivando e mesmo aprofundando determinados assuntos" (p.596).

Nesse contexto, podemos dizer que os textos de divulgação científica, quando são escritos no âmbito da educação formal, configuram-se como uma estratégia de levar o conhecimento acadêmico para a sala de aula. Por isso, julgamos importante que esses textos, com finalidades educacionais, contemplem abordagens de conteúdo acadêmico, de fato, articulados ao contexto social dos alunos. Tal articulação é necessária no sentido de atribuir significados aos conceitos prévios dos alunos, criando uma ponte entre o conhecimento cotidiano do aluno e o conhecimento científico.

Sendo assim, os textos foram escritos na intenção de contemplar alguns conteúdos de Química. Vale ressaltar que não é objetivo do texto torná-lo meramente conteudista e sim abordar alguns aspectos de conteúdo científico de maneira simples e didática. A exemplo, no texto 1, temos:

*Do ponto de vista da Química, a matéria se apresenta na natureza na forma de materiais. Mas, o que podemos definir como materiais? Os materiais são porções da matéria que contém duas ou mais substâncias. Um bom exemplo disso é a água, que vem da torneira de nossas casas. Ela é um material que contém principalmente a substância água, mas também têm sais minerais e gases dissolvidos (oxigênio e gás carbônico principalmente). E o que são as substâncias? Para o químico, uma substância é aquilo que dá individualidade à matéria.*

No texto 2 temos, por exemplo,:

*Pois bem, no procedimento realizado, o álcool solubilizou algumas das substâncias presentes na canela em pau. Uma dessas substâncias é conhecida como aldeído cinâmico, que tem cheiro e sabor característico da canela. Esse processo é chamado pelos químicos de extração por solvente, ou seja, o álcool (solvente) extraiu a substância aldeído cinâmico, obtendo-se assim, a essência natural de canela.*

Os gráficos mostram que a avaliação dos alunos da UESC, para o texto 1, 57% dos estudantes de semestre inicial e de 78% dos estudantes de semestre avançado atribuiu conceito bom para a categoria conteúdos de Química. Para o texto 2, observamos que 100% e 56% dos alunos dos respectivos semestres avaliaram com nota máxima a essa categoria.

A avaliação dos alunos da UnB nos mostra que 82,6% dos alunos ingressantes atribuíram conceito bom para o texto 1 e que 73,6% dos alunos de semestre avançado atribuíram esse mesmo conceito para o texto 2.

Satisfatoriamente, os resultados evidenciam que os textos que escrevemos contemplam esta categoria proposta. Pretendemos que o uso desses textos de divulgação, na constituição do discurso científico escolar, e sua inserção nas aulas de ciências seja um facilitador da incorporação de alguns conceitos científicos.

### **6.2.5 Abordagem do tema em uma sequência lógica**

Estruturar ideias em uma sequência lógica foi mais uma preocupação nossa durante a produção dos textos. Mas o que é a lógica? Qual a sua definição?

Na ótica da filosofia, a lógica não é considerada empírica já que não retrata de fato como as pessoas realmente pensam. De acordo com Murcho (1998) a lógica, a priori, estabelece as normas que as pessoas têm de cumprir se desejam realmente alcançar o raciocínio correto ou válido. Além disso:

Se a lógica fosse uma disciplina empírica acerca da maneira como as pessoas pensam de fato, teria de admitir como corretos ou válidos aqueles raciocínios que a maioria das pessoas realizam supondo serem corretos ou válidos. Mas a verdade é que os raciocínios incorretos ou logicamente inválidos não se tornam válidos mesmo que todas as pessoas os tomem como válidos (p.2).

A lógica constitui um sistema de conhecimentos considerados certos, baseados em princípios universais.

Recorrendo ao dicionário Aurélio, encontramos a definição de lógica, entre outras, como sendo:

1. Ciência do raciocínio em si mesmo, abstração feita da matéria à qual se aplica, e de todo processo psicológico;
2. Sistema de raciocínio: a lógica aristotélica;
3. Coerência;
4. Raciocínio ou argumento correto; indução ou dedução válida;

Visto a complexidade do tema, não é nosso objetivo enveredar a fundo o detalhamento sobre o termo lógica, o qual tem suas raízes ligadas à filosofia. É por isto que, para nós, as definições citadas anteriormente são suficientes para nos apoiarmos quanto ao sentido que estamos dando quando falamos que “o texto apresenta uma sequência lógica”.

Sendo assim, ao longo da escrita dos textos os nossos argumentos foram conduzidos por intermédio de evidências científicas que as sustentam, na intenção de torná-la lógica. Além disso, procuramos causar uma percepção ao leitor de um texto coerente, de modo que a leitura não esteja limitada à decifração de palavras e frases, mas que possibilite a compreensão e reflexão do texto como um todo.

Parece que conseguimos alcançar esse objetivo, pois o número de estudantes da UESC que avaliaram a sequência lógica do texto 1 com o conceito bom correspondeu a 57% ( para estudantes de semestre inicial) e 71% ( para estudantes de semestre avançado).

Podemos inferir também que para o texto 2, o percentual de alunos que atribui este mesmo conceito foi de 71% e 62,5 % dos respectivos semestres. Esses resultados não variaram muito para os alunos da UnB, pois o conceito bom foi atribuído por 83% dos alunos ingressantes para o texto 1 e por 58% dos alunos de semestre avançado para o texto 2.

## 6.2.6 Diálogo entre o autor e leitor

*A palavra é uma espécie de ponte lançada entre mim e os outros.  
Se ela se apóia sobre mim numa extremidade, na outra apóia-se sobre o meu interlocutor. A palavra é o território comum do locutor e do interlocutor*  
**Mikhail Bakhtin**

A linguagem dialógica foi outro quesito que guiou a escrita dos textos, pois concordamos com Freire quando diz “ensinar exige disponibilidade para o dialogo” (FREIRE, 2007, p.135). Primeiramente, o que inspirou para a criação dessa categoria foram os questionamentos de Freitas (1996):

O que é o aluno para mim? Objeto que observo e sobre o qual derrubo o “meu saber” ou um sujeito com o qual compartilho experiências? Alguém a quem não concedo o direito de se expressar, o direito de autoria? Ou quem sabe, apenas reconheço sua voz quando ela é um espelho da minha? Aceito o seu discurso apenas quando reproduz o meu? O que acontece em minha sala de aula? Ela é um espaço para monólogos ou o lugar onde muitas vozes diferentes intercruzam? Que tipo de interações aí transcorrem? Falo para um aluno abstrato ou ele existe para mim marcado pelo tempo e espaço em que vive? Conheço o seu contexto, os seus valores culturais? O conteúdo das disciplinas tem a ver com esse meio cultural, com a vida dos alunos? Minha sala de aula é um espaço de vida ou apenas um espaço assepticamente pedagógico? (Freitas, 1996, p. 172).

Encontramos apoio para sustentar a relevância de escrevermos os TDC em uma perspectiva dialógica nas posições teóricas de Mortimer e Scott (2002), Bakhtin (2003) e Zamboni (2001).

A interlocução direta com leitor, segundo esse último autor (2002):

Provoca uma suspensão no desenvolvimento do texto, uma ruptura de organização seqüencial de tópicos e constituem, ao meu ver, uma forma de buscar a participação ativa do leitor, aproximando-o do processo de produção do texto e fazendo-o compartilhar das mesmas “apreciações” que o autor do texto experimenta ao informar-se sobre os “avanços da ciência” (p.111).

Na perspectiva dialógica de Bakhtin (1993, p.291), “assim como nos diálogos, os textos pressupõem uma atitude responsiva ativa do leitor, implica assim, que todo enunciado tem um caráter de resposta a algo dito, seja naquele momento ou anteriormente”. Para esse autor, “a vida é dialógica por natureza, viver significa participar de um diálogo: interrogar, escutar, responder, concordar etc.” Entretanto, a atitude responsiva pode também aparecer de maneira silenciosa:

A resposta pode não aparecer logo após o enunciado nem logo depois de pronunciada. A compreensão ativa pode ser realizada

imediatamente à ação, mas pode permanecer silenciosa. Ele complementa esta reflexão quando sugere que “cedo ou tarde, o que foi ouvido e ativamente entendido responde nos discursos subseqüentes ou no comportamento do ouvinte” (BAKHTIN, 2003, p. 272).

A nossa intenção é que o uso do material produzido possa contemplar esse diálogo, ou seja, que a leitura perpassasse por diferentes vozes, tanto pela voz do autor quanto pela voz do professor, estudante ou de quem mais se interesse por ele. Para atender a essa prerrogativa, a utilização de aspectos problematizadores (elemento chaves no ensino progressista de Paulo Freire) que permitem criar possibilidades de discussão foi também valorizada na escrita dos textos.

A problematização de uma Situação de Estudo deve ocorrer a partir de situações de negociação de significados aos conceitos introduzidos, de modo a permitir o entendimento e a ação no contexto em novos níveis. Ao professor cabe fazer perguntas desafiadoras para perceber os sentidos que os alunos atribuem aos conceitos quando de suas falas e pode recolocá-las em outro nível de significação. Isto deve tornar possível aos alunos refletir crítica e conceitualmente sobre o meio social para que possam recriá-lo, modificá-lo, à medida que aprendem e modificam-se a si próprio. (AUTH, 2002, p.140).

Buscamos, então, em algumas passagens dos textos, a relação que existe entre a problematização e o diálogo:

*“A glicose é produto do metabolismo da substância sacarose (açúcar). Você já parou para pensar o que causa o acúmulo de glicose no sangue?”*

*O olhar do químico sobre a matéria é o que a diferencia das outras ciências. Do ponto de vista da Química, a matéria se apresenta na natureza na forma de materiais. Mas, o que podemos definir como materiais?*

Pretendemos, por exemplo, com os questionamentos acima, que o discurso dos alunos, do professor e do texto se entrecruzem e que promovam a reflexão, a articulação de ideias e a (re) construção de significados pelos alunos sobre o tema e conceitos explorados ao longo do texto. Esse tipo de discurso é considerado por Mortimer e Scott (2002) como uma abordagem comunicativa interativa/ dialógica. A esse respeito os autores afirmam que:

Quando um professor interage com os estudantes numa sala de aula de ciências, a natureza das intervenções pode ser caracterizada em termos de dois extremos. No primeiro deles, o professor considera o que o estudante tem a dizer do ponto de vista do próprio estudante; mais de uma 'voz' é considerada e há uma inter-animação de ideias. Este primeiro tipo de interação constitui uma abordagem comunicativa dialógica (p.5).

Assim, o uso de textos com abordagem dialógica pode favorecer uma atmosfera em que há excelentes oportunidades de troca de informações e experiências entre os alunos.

Além disso, pretendemos que todas as passagens das abordagens comunicativas contemplem, também, o que os autores acima chamam de abordagem comunicativa interativa de autoridade, ou seja, abordagem na qual apenas uma 'voz' é ouvida e não há inter-animação de ideias. No texto sobre alimentos, iniciamos questionando ao leitor de que forma a Química se faz presente no nosso dia a dia. Essa pergunta inicial foi se entrelaçando com as abordagens e conceitos presentes no texto, possibilitando discussões a esse respeito, sendo possível valorizar a voz dos estudantes. Contudo, o texto é finalizado com uma abordagem comunicativa de autoridade:

*“Podemos finalizar afirmando que a Química é a ciência que estuda as substâncias e que, elas estão presentes nos diferentes tipos de alimentos.”*

Dessa forma, desejamos que o professor utilize o material de forma a guiar as abordagens comunicativas, bem como os padrões de interação entre professores e alunos. Sobre esses padrões de interação:

O mais comum são as tríades I-R-A (Iniciação do professor, Resposta do aluno, Avaliação do professor), mas outros padrões também podem ser observados. Por exemplos, em algumas interações o professor apenas sustenta a elaboração de um enunciado pelo aluno, por meio de intervenções curtas que muitas vezes repetem parte do que o aluno acabou de falar, ou fornecem um feedback para que o estudantes elaborem um pouco essa fala. Essas interações geram cadeias de turnos não triádicas do tipo I-R-P-R-P... ou I-RF-R-F.... Onde P significa uma ação discursiva de permitir o prosseguimento da fala do aluno e F um feedback para que o aluno elabore um pouco mais sua fala ( MORTIMER e SCOTT, 2002, p. 288).

Acreditamos que utilização dos TDC possibilita o desenvolvimento de atividades argumentativas em sala de aula. Todavia, ressaltamos que caberá ao professor compreender que o processo de ensino argumentativo depende de como ele vai conduzir a leitura dos textos, visto que o uso desse material sem um planejamento poderá torná-lo monólogo.

De uma maneira geral, a escrita dos TDC foi conduzida de modo que, ao serem lidas, as ideias não fiquem no interior dos estudantes de forma isolada, mas que a interação dialógica entre eles resultem na (re)construção de significados das concepções, internalizando-os. Nesse contexto, acreditamos que a linguagem social como mediadora da ação (VYGOTSKY, 1987), a forma e os argumentos como os alunos explicam os fenômenos mencionados nos textos resultam em um compartilhamento coletivo de ideias e, conseqüentemente, na apropriação de novos conceitos científicos. Tudo isso aliado às intervenções do professor na sala de aula.

Os resultados para essa categoria foram satisfatórios, pois na avaliação dos alunos da UESC para o texto 1, o total de alunos de semestre inicial que atribuíram conceito bom foi de 57% e de alunos do semestre avançado foi de 85,7 %. Para o texto 2, o total de alunos representou 85,7% e 68,7 % dos respectivos semestres. Da mesma forma, é possível observar nos gráficos que o conceito bom para os textos 1 e 2 , foi atribuído por mais da metade dos alunos da UnB.

Se conseguimos contemplar uma relação dialógica entre o texto e o aluno, certamente também conseguimos contemplar aspectos problematizadores, já que uma não está dissociada da outra.

As avaliações da categoria aspectos problematizadores abrindo possibilidades de discussão estão expressas nos gráficos de 8 a 13 e vêm concordar com esta afirmação, pois na avaliação dos alunos da UESC para o texto 1, o total de alunos de semestre inicial que atribuíram conceito bom foi de 71% e de alunos do semestre avançado foi também de 71%. Para o texto 2, o total de alunos representou 71% e 68 % dos respectivos semestres. Da mesma forma, é possível observar nos gráficos que o conceito bom para os textos 1 e 2 , foi atribuído por mais de 50% dos alunos da UnB.

### 6.2.7 Permite esclarecer fenômenos curiosos do dia a dia

*“O que se aprende na escola deve aparecer na vida”*  
Pedro Demo

Segundo os PCNEM é recomendável que ensino de Química deva relacionar o conhecimento químico com o cotidiano dos alunos, e assim possibilitá-los usar esse conhecimento para compreender melhor o mundo que os cerca. É necessário oferecer aos estudantes uma formação mais significativa e coerente com as necessidades do seu dia a dia, tendo em vista a formação de um sujeito crítico e consciente de sua condição participante no meio social. Sobre isso os PCNEM apontam que

partindo de estudos preliminares do cotidiano, o aluno pode construir e reconstruir conhecimentos que permitam uma leitura mais crítica do mundo físico e possibilitem tomar decisões fundamentadas em conhecimentos científicos, favorecendo o exercício da cidadania (BRASIL, 1999).

Como citado em linhas anteriores, entendemos que a divulgação científica no âmbito do espaço escolar, pode atuar como uma interface entre o conhecimento científico, escolar e cotidiano. Levando em consideração este pressuposto, os textos de divulgação científica, destinados aos alunos das escolas de Ensino Médio, foram produzidos na pretensão de abarcar a esta interface, fornecendo esclarecimentos sobre alguns fenômenos do dia a dia deste público. No texto 2 fazemos alguns questionamentos ao leitor, como por exemplo:

*Quando você degusta uma bala de canela, é possível identificar dois sabores: o sabor doce e o sabor de canela. Mas afinal, como esses sabores foram parar na bala?*

Ao longo do texto procuramos responder a esse questionamento utilizando de fenômenos, explicações e figuras.

Da mesma forma, no texto 1 falamos, por exemplo, sobre o uso dos detergentes, pois ao contrário do que muitos pensam a eficiência dos detergentes não está associada a grande quantidade de espuma formada:

*O detergente tem uma função doméstica muito importante, que é a de remover as sujeiras. Mas, será que a eficiência de um detergente está relacionada com a quantidade de espuma que o mesmo provoca? O princípio básico da atuação dos detergentes é quebrar a tensão superficial da água para que possa ter um maior contato com a sujeira e removê-la e, portanto, não está associado à grande quantidade de espuma.*

A categoria “permite esclarecer fenômenos do dia a dia” está inclusa apenas no questionário para os alunos de semestre inicial, visto que, o quesito “ O uso dos textos de Divulgação Científica” que se encontra no questionário elaborado para os alunos de semestre avançado já contempla a esta categoria.

Analisando os gráficos que representam a avaliação dos alunos da UESC, observamos que o conceito bom foi atribuído por 57% dos alunos para o texto 1 e por 100% destes mesmos alunos para o texto 2. De acordo com o gráfico que representa a avaliação dos alunos da UnB, temos que 73% dos alunos atribuíram o conceito bom para essa categoria.

As falas a seguir são indicativas de que o material produzido contemplou bem a esta categoria:

*“Além de explicar algumas funções do químico, o texto apresentou vários fatos curiosos que são explicados de maneira simples com alguns conceitos da ciência”.*

*“(...) Ele mostra coisas que usamos no dia-a-dia e que não sabemos como é feito”.*

*“O texto é muito bom por aproximar da realidade do leitor”*

Assim, a partir desses resultados, entendemos que conseguimos trazer nos textos uma abordagem contextualizada sobre a Química, onde são realizadas simples descrição de fatos ou situações do cotidiano na intenção de discutir alguns conceitos dessa área, conceitos esses que devem fazer sentido ao aluno.

### 6.2.8 Linguagem acessível ao grande público

Quando saímos de um círculo esotérico para um exotérico, estamos propondo uma veiculação de conhecimentos científicos com características de gêneros de discurso bem específicas, como por exemplo, o tema, o estilo e a composição, elementos estes propostos por Bakhtin (2003). Para essa categoria, cabe aqui apenas o entendimento sobre o estilo. No que concerne a esse elemento, Zambonni (2001) afirma que:

o discurso da divulgação científica deve dispensar a linguagem esotérica exigida pelo discurso científico preparado por e para especialistas e abrir-se para o emprego de analogias, aproximações, comparações. Simplificações – recursos que contribuem para corporificar um estilo que vai se constituir como marca da atividade de vulgarização discursiva (ZAMBONI, 2001, p.89).

Nesse contexto, os textos por nós produzidos objetivou favorecer ao leitor o contanto com o universo científico através de uma linguagem acessível.

Os gráficos mostram que avaliação dos alunos da UESC para o texto 1 o conceito bom foi atribuído por 71,4% dos alunos de semestre inicial e por 64,2% dos alunos de semestre avançado. Já para o texto 2, o percentual desses alunos que atribuíram este conceito foi de 100% e 87,5%.

O conceito bom foi atribuído por 69,6% dos alunos de semestre inicial da UnB para o texto 1 e por 100% dos alunos de semestre avançado para o texto 2 dessa universidade.

O comentário colocado por dois licenciandos de semestre inicial nos chamaram a atenção:

*“De forma geral o texto foi bem descritivo, porem ainda falta algumas informações importantes ( p.ex. linhas 1-4: o que tem de tão importante em descobrir o rádio e polônio”.*

*“algumas partes do texto é fácil de compreender e outras não”*

*“É um texto bastante simples com uma linguagem acessível, porém em alguns aspectos a mudança de assunto é bem repentina, tornando em alguns casos uma compreensão difícil”.*

. Os comentários supracitados acima evidenciam que, para este aluno há passagens no texto que não são de fácil compreensão. No entanto, vale ressaltar que a proposta dos textos é voltada para o uso em sala de aula e a leitura deve ser conduzida pelo professor, por isso utilizamos, também, em algumas passagens do texto uma linguagem em diferentes níveis de conhecimento.

Mesmo trazendo ao longo do texto algumas passagens que exigem um pouco mais de atenção e certo nível de conhecimento prévio, isso não nos impossibilitou de equilibrá-las com uma linguagem de fácil compreensão. O comentário de outro licenciando é um indicativo disso:

*“(...) O texto consegue abordar a Química de uma maneira rápida, acessível e com certo grau de conteúdo científico”.*

Apesar do número de alunos que consideraram os textos com uma linguagem acessível, reconhecemos que a pergunta do questionário “linguagem acessível ao grande público” foi equivocada no que tange ao objetivo dos textos. Isso pode explicar o porquê de alguns alunos, ainda que a minoria, ter atribuído notas 1 e 2. Salientamos que antes da aplicação do trabalho, foi deixando bem claro que o material tinha como um dos seus objetivos o apoio didático ao professor, o que pode explicar o baixo índice dos alunos que atribuíram conceito fraco/médio nessa categoria.

De um modo geral, o que percebemos nestas avaliações foi que conseguimos produzir os textos respeitando os critérios estabelecidos que contemplem a categoria forma. O que não nos exime de posteriores correções e de possíveis mudanças visando o aperfeiçoamento do material.

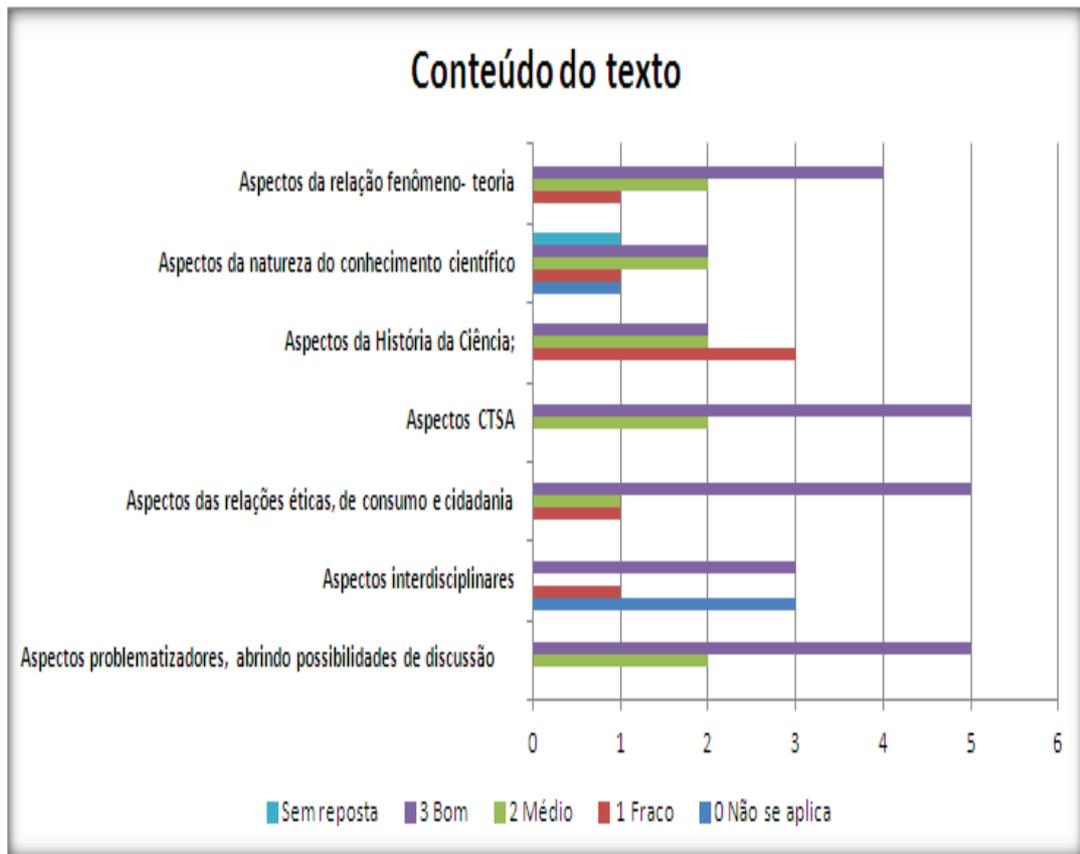
### **6.3 Avaliações pelos alunos na categoria conteúdo do texto**

Para que os alunos pudessem avaliar quanto ao conteúdo dos textos, criamos 7 categorias expressas nas figuras de 8 a 13. O critério basilar para a criação das categorias foi o instrumento de análise proposto por Ribeiro e Kawamura (2005), discutido no referencial teórico dessa dissertação. No entanto, ressaltamos que foram feitas algumas adaptações desse instrumento na intenção complementar e de ampliar os elementos que caracterizam um TDC. Adicionalmente, a categoria

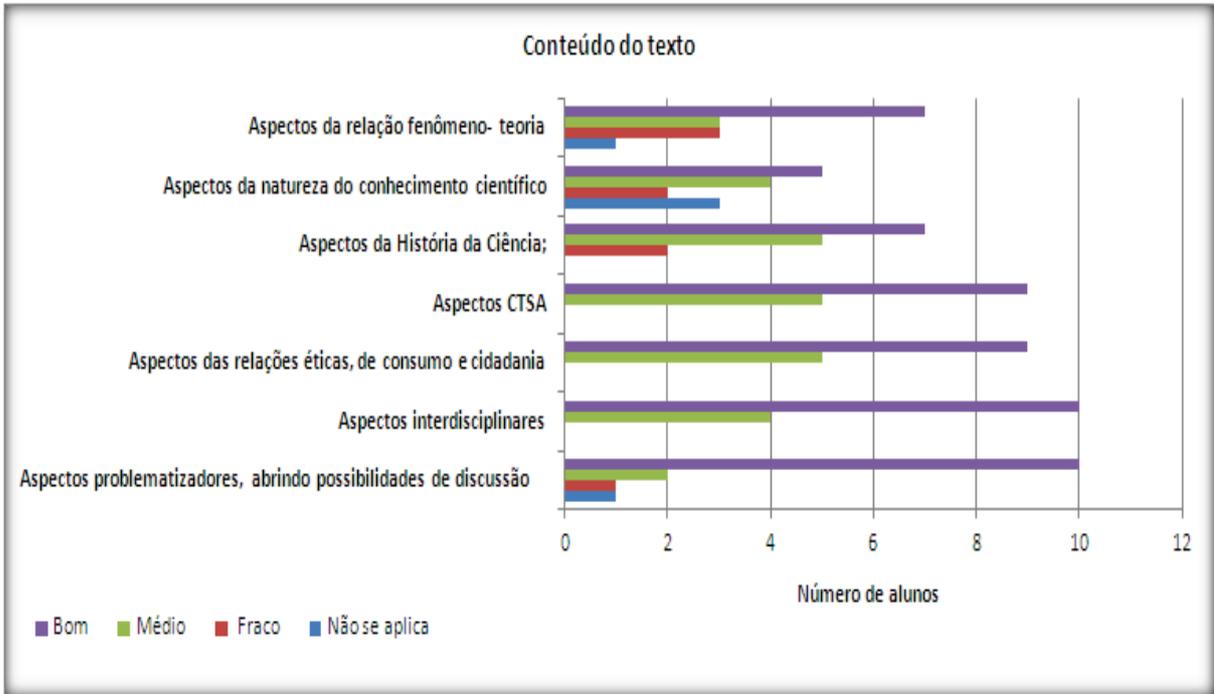
aspectos da História da Ciência foi incluso com base nos estudos de Pereira e Silva (2009).

As respostas foram computadas atribuindo-se notas em uma escala de zero a três, correspondendo aos conceitos não se aplica, fraco, médio e bom. Posteriormente os alunos tiveram que identificar nos textos as linhas equivalentes a cada categoria estabelecida.

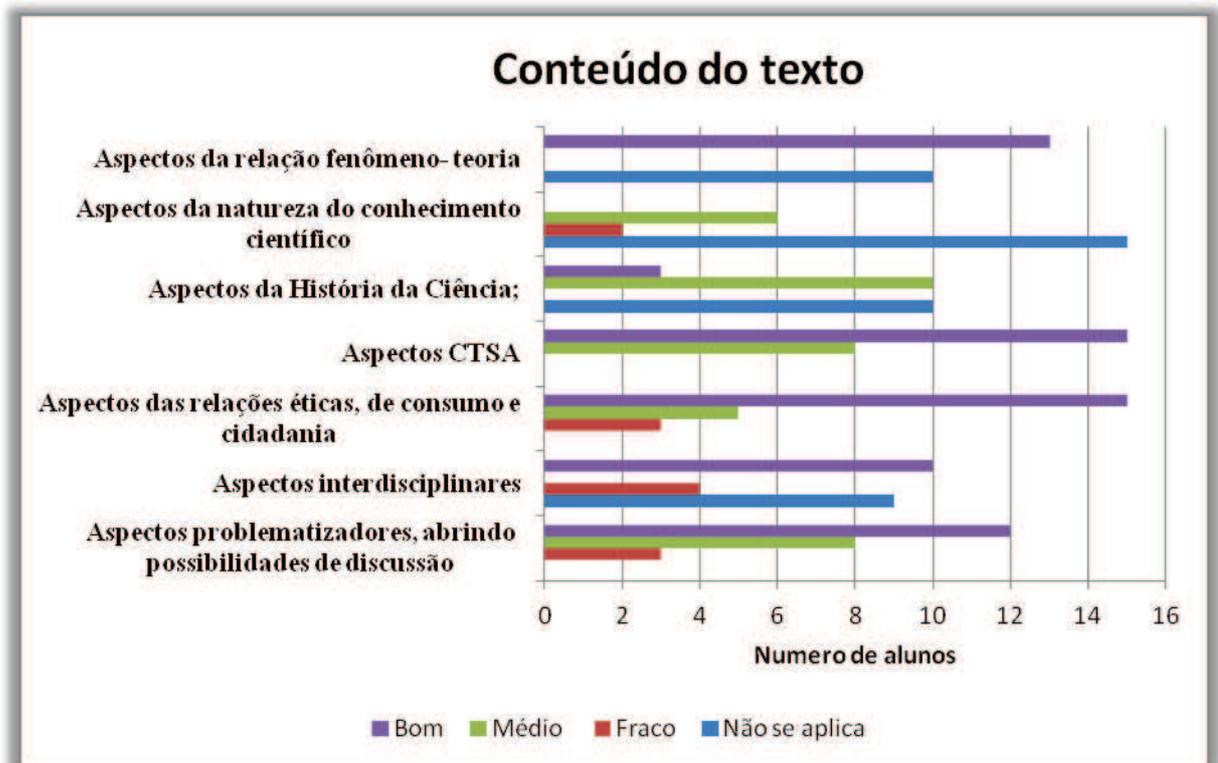
Os gráficos 8, 9 e 10 são referentes ao texto **O que é a Química e o que um Químico faz?** e os gráficos 11, 12 e 13 são referentes ao texto **Qual a relação da Química com os alimentos?** Para facilitar a leitura, chamaremos respectivamente de texto 1 e texto 2.



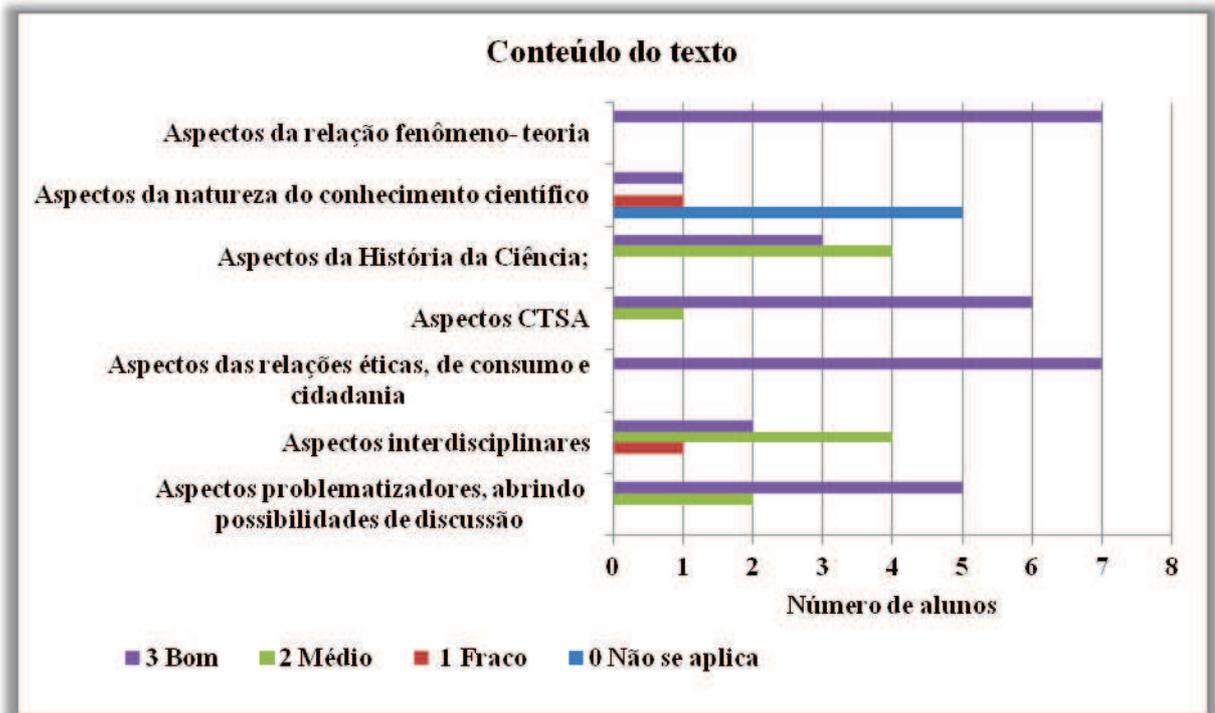
**Figura 8:** Avaliação da categoria conteúdo do texto feita pelos alunos de semestre inicial da UESC no texto: O que é a Química e o que um Químico faz?



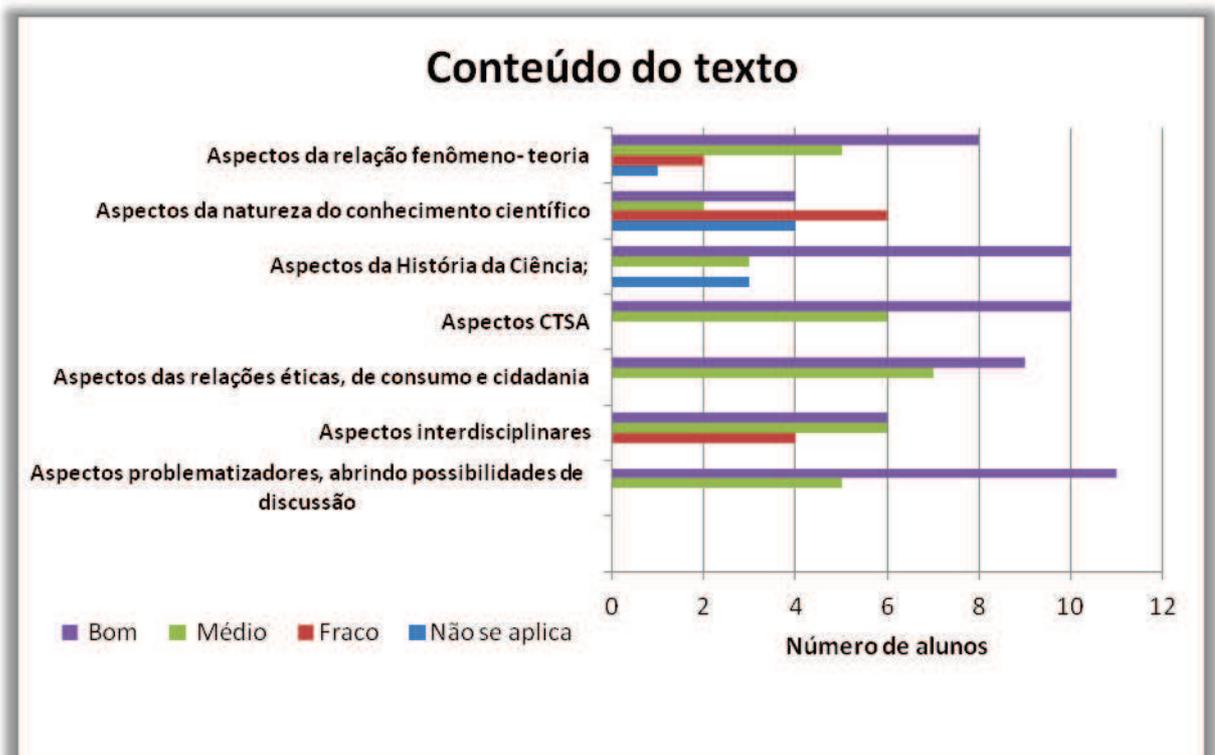
**Figura 9:** Avaliação da categoria conteúdo do texto feito pelos alunos de semestre avançado da UESC no texto: O que é a Química e o que um Químico faz?



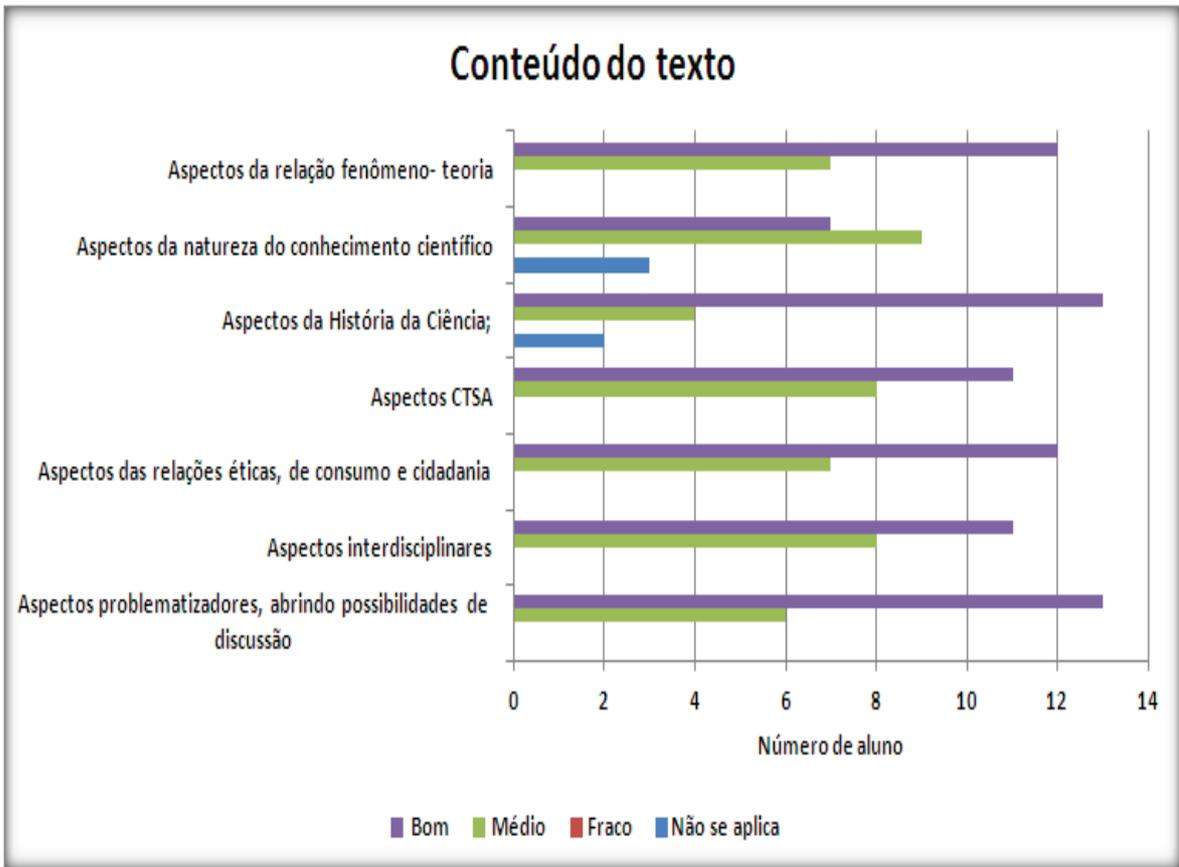
**Figura 10:** Avaliação da categoria conteúdo do texto feita pelos alunos de semestre inicial da UnB no texto: O que é a Química e o que um Químico faz?



**Figura 11-:** Avaliação da categoria conteúdo do texto feito pelos alunos de semestre inicial da UESC no texto: Qual a relação da Química com os alimentos?



**Figura 12-** Avaliação da categoria conteúdo do texto, feita pelos alunos de semestre avançado I da UESC no texto: Qual a relação da Química com os alimentos?



**Figura 13:** Avaliação da categoria conteúdo do texto feita pelos alunos de semestre avançado da UnB no texto: Qual a relação da Química com os alimentos?

### 6.3.1 Aspectos da relação fenômeno-teoria

Como as teorias científicas são formuladas? Qual seria a percepção dos alunos em relação a isso? Esses foram alguns questionamentos que nos estimulou a refletir sobre a questão da experimentação no Ensino de Ciências para a divulgação científica no espaço escolar e, então, criar esta categoria.

Não é incomum a ideia equivocada, no meio educacional, de que o experimento comprova teoria. Segundo Silva e Zanon 2000:

Essa crença pode criar nos alunos a ideia de que as teorias foram elaboradas por mentes brilhantes, com base na intuição e independente dos fenômenos que visam a entender e explicar. Dessa forma, a teoria ganha um status de maior relevância e o fenômeno passa a ser uma mera demonstração empírica de uma verdade oculta na natureza.

Sendo assim, no foco dessa categoria, encontra-se o olhar da experimentação como um dos procedimentos internos da ciência, sobretudo, a relação constante entre os fenômenos reais e as teorias formuladas.

O uso de fenômenos reais foi um dos eixos condutores na produção dos textos e aconteceu à luz das propostas de experimentação no Ensino de Ciências de Silva *et alli* (2010). Para esses autores, a experimentação no ensino pode ser entendida como “uma atividade que permite a articulação entre fenômenos e teorias. Dessa forma, o aprender Ciências deve ser sempre uma relação constante entre o fazer e o pensar”.

Nessa perspectiva, tratamos de alguns assuntos, ao longo dos textos, contemplando a relação que existe entre o fenômeno e a teoria. Por exemplo, no texto1, para falarmos a respeito da síntese da substância salicilato de metila, abordamos sobre o fenômeno de desprendimento de gás e pela adição de pequenas porções de bicarbonato de sódio, visando neutralizar o ácido presente no meio reacional, de modo facilitar a evaporação do salicilato de metila.

*(...) Veja que está ocorrendo desprendimento de gás. Vamos adicionar pequenas porções de bicarbonato de sódio até cessar esse desprendimento gasoso. Você consegue sentir um odor familiar?. Esse é o cheiro característico da pomada para contusões musculares: o famoso Gelol. Acabamos de sintetizar a substância salicilato de metila, que confere o cheiro característico dessa pomada(...)*

No texto 2, temos, como um dos exemplos, a abordagem sobre dos métodos de separação, a extração por solvente, a partir de fenômenos reais:

*(...) Após alguns minutos, observe que, aos poucos a cor do etanol vai se alterando. Depois de uma semana, você verá a cor do álcool, antes incolor, passou para uma cor amarronzada. Agora passe um pouco dessa solução amarronzada sobre sua mão, sobre até o álcool evaporar e, em seguida, cheire o local. Que cheiro tem essa região de sua mão? Pois bem, no procedimento realizado, o álcool solubilizou algumas das substâncias presentes na canela em pau. Uma dessas substâncias é conhecida como aldeído cinâmico, que tem cheiro e sabor característico da canela. Esse processo é chamado pelos químicos de extração por solvente, ou seja, o álcool (solvente) extraiu a substância aldeído cinâmico, obtendo-se assim, a essência natural de canela (...).*

Buscamos, com essas passagens, conduzir, primeiramente, uma observação macroscópica e, posteriormente, uma interpretação microscópica. Na ótica de Silva *et alii* (2010), a primeira consiste em descrever aquilo que é visualizado durante a realização do experimento e na passagem para a interpretação microscópica deve-se recorrer a teorias científicas disponíveis que expliquem o (s) fenômeno (s) estudado (s). Os autores ainda afirmam que:

Após a observação macroscópica feita pelos alunos, o professor pode solicitar-lhes que formulem possíveis explicações para o fenômeno observado. Nesse momento é possível identificar as concepções prévias dos estudantes, permitindo ao professor introduzir a interpretação microscópica, levando em consideração as ideias prévias dos alunos (p.247).

Os resultados das avaliações permitem a afirmação que, para o texto 1, o percentual de alunos que atribuíram conceito bom foi 57% para os alunos de semestre inicial da UESC; e de 50% dos alunos semestre avançado dessa mesma instituição. Já o percentual do número de alunos da UnB que atribuíram a esse mesmo conceito foi de 56,2% dos alunos de semestre inicial.

Para o texto 2, a avaliações dos alunos da UESC mostram que para 100% dos alunos de semestre inicial e 50% dos estudantes de semestre avançado, a relação fenômeno teoria é contemplada de forma satisfatória, o que os levou a atribuir conceito bom para essa categoria. Já na avaliação dos alunos de semestre avançado da UnB, o percentual que atribuíram o conceito bom foi de 63%.

O que nos chama a atenção é que, apesar desse resultado quantitativo ter sido satisfatório, esses mesmos alunos identificaram nos textos aspectos da relação fenômeno- teoria de forma equivocada:

*“Esse processo é chamado pelos químicos de extração por solvente, ou seja, o álcool (solvente) extraiu a substância aldeído cinâmico, obtendo-se assim, a essência natural de canela”*

*“a diferença nas densidades pode ser atribuída às massas distintas dos líquidos”*

*“A tensão superficial é uma camada na superfície da água que se comporta como uma membrana elástica, devido as moléculas de água que interagem entre si.”*

Os trechos acima foram os mais citados pelos alunos, tanto de semestres iniciais quanto de semestres avançados, quando pedimos para que exemplificassem

alguma passagem no texto que contemplasse a categoria fenômeno-teoria. Adotamos, como critério satisfatório, as respostas em que o fenômeno e a teoria fossem representados concomitantemente, por isso consideramos equivocadas as respostas dos alunos, pois eles representaram apenas a teoria, esquecendo-se da parte experimental. Por exemplo, esperávamos que os alunos explicitassem o fenômeno de flutuação e o de submersão das latas de refrigerante e em seguida explicitassem a interpretação microscópica. No entanto, como observado no trecho acima, apenas a teoria foi explicitada, indicando assim a dissociabilidade da relação fenômeno-teoria representada pelos alunos.

Com estes resultados, podemos inferir que os saberes práticos e teóricos ainda estão dissociados nesses alunos. A nossa hipótese para justificar a ausência da inter-relação entre esses saberes está associada à natureza pedagógica da experimentação de muitos professores e que se refletem em suas salas de aulas. As características de atividades experimentais marcantes nos cursos de licenciatura em Química ainda é de um ensino simplista, em que se nota uma visão empirista do observar, em que a simples observação de um fenômeno conduz a uma teorização sobre o mesmo. Normalmente, os alunos têm uma aula teórica e depois vão para o laboratório, e o discurso do professor que prevalece na aula experimental é a comprovação do que foi dito na aula teórica. Assim, os alunos são impregnados, ao longo de sua formação, com a ideia de que o papel da experimentação é o de comprovar as teorias já estabelecidas nas Ciências.

Esse pensamento de cunho simplista, empirista e positivista da Ciência está comumente presentes nos professores e são reproduzidos em suas aulas experimentais. Sobre isso Silva e Zanon (2000) afirmam que “a relação teoria-prática é usualmente vista e tratada nas salas de aula como uma via de mão única, em que a prática comprova a teoria, ou vice versa” (p.120).

Dessa maneira, como evidenciado nas respostas dos alunos, a desarticulação teoria-experimento acaba por abrir lacunas na formação inicial desses alunos, podendo assim refletir nas suas futuras práticas docentes. Nesse contexto, Silva e Fireman (2011) afirmam ser necessário que

os professores das universidades compreendam que a experimentação que simplesmente comprova a teoria não é suficiente para preparar os licenciandos para o desenvolvimento de experimentos nas escolas, já que a experimentação na Educação

Básica visa, além da compreensão do conteúdo, a compreensão dos fenômenos naturais, do cotidiano, das questões políticas, sociais e ambientais, demonstrando a evolução do conhecimento científico como algo dentro de uma realidade sócio-histórica em constante transformação(p.10).

Os resultados da nossa pesquisa para essa categoria apontam a necessidade de propostas que busquem romper com visões simplistas, as quais pontuam as atividades experimentais como validação e comprovação da teoria, ou seja, a experimentação como um método verificacionista. Essas propostas podem, por exemplo, serem trabalhadas nas disciplinas pedagógicas do curso de licenciatura e aplicadas nas turmas de estágio supervisionado.

Silva et alii (2010) sinaliza como uma alternativa possível às aulas experimentais que contemplem a relação teoria-fenômeno a inserção de atividades demonstrativas- investigativas. Segundo os autores:

Um aspecto positivo da utilização das atividades demonstrativas-investigativas é que elas podem ser inseridas as aulas teóricas, à medida que o professor desenvolve o programa de ensino de uma determina série. Essa estratégia pode minimizar a desarticulação entre as aulas teóricas e aulas de laboratório, realizadas em horários distintos e sem um planejamento comum (p.246).

No âmbito da divulgação científica no espaço escolar, acreditamos que a utilização dos TDC produzidos pode contribuir também para a superação da visão dogmática de ciência de que a teoria que explica o fenômeno, já que a experimentação foi um dos eixos norteadores para a produção desse material.

### **6.3.2 Aspectos da natureza do conhecimento científico**

Pesquisas na área de Ensino de Ciências têm defendido a importância da inserção de aspectos da natureza da ciência (NC) na educação básica e na formação de professores. A contextualização sociocultural do conhecimento científico é uma das recomendações dos PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) e dos PCN. Segundo Vázquez e colaboradores (2007), o conceito de NdC engloba:

Uma variedade de aspectos sobre o que é a ciência, seu funcionamento interno e externo, como constrói e desenvolve o conhecimento que produz, os métodos que usa para validar esse conhecimento, os valores envolvidos nas atividades científicas, a natureza da comunidade científica, os vínculos com a tecnologia, as relações da sociedade com o sistema tecnocientífico e vice-versa, as contribuições desta para a cultura e o progresso da sociedade (p.34).

McComas (2008, p. 513) pontua algumas considerações consensuais entre muitos pesquisadores a respeito da natureza do conhecimento científico:

- O conhecimento científico, enquanto durável, tem um caráter provisório;
- O conhecimento científico baseia-se fortemente, mas não totalmente, na observação, em evidências experimentais, em argumentos racionais e no ceticismo;
- Não existe uma única maneira de se fazer Ciência (portanto, não existe um método científico universal);
- A Ciência é uma tentativa de explicar os fenômenos naturais;
- Leis e teorias desempenham diferentes papéis na Ciência, portanto os estudantes devem notar que as teorias não se tornam leis mesmo com evidências adicionais;
- Pessoas de todas as culturas contribuem para a Ciência;
- O novo conhecimento deve ser informado clara e abertamente;
- Os cientistas necessitam da preservação de registros precisos, revisão e replicabilidade;
- As observações são dependentes da teoria;
- Os cientistas são criativos;
- A História da Ciência revela tanto um caráter evolucionário quanto revolucionário;
- A Ciência é parte de tradições culturais e sociais;
- A Ciência e a Tecnologia se influenciam;
- As ideias científicas são afetadas pelo ambiente histórico e social.

Em concordância com os tópicos listados acima, a natureza da ciência foi outro eixo norteador da nossa pesquisa, de modo que conduziu a escrita dos textos. No texto 1, por exemplo, abordamos sobre as atividades do químico e os procedimentos internos da ciência:

A Química é uma ciência de extrema importância para a sustentabilidade e as atividades do químico podem proporcionar uma melhor qualidade de vida para a humanidade, como por exemplo, a síntese de medicamentos para a cura de doenças, a produção de energia, a conservação dos alimentos etc. Mas afinal, o que é a Química? E o que um químico faz?

Apesar dos grandes benefícios que a Química proporciona à sociedade, ela também apresenta aspectos negativos, pois, quando usada de forma inadequada e, as vezes até irresponsável, causa sérios problemas ambientais

De acordo com as figuras 8, 9 e 10 observamos que, para o texto 1, o percentual de alunos da UESC que avaliaram como bom a categoria em questão foi de 29% dos estudantes de semestres iniciais e 36% dos estudantes de semestres avançados. Além disso, para 65,% dos alunos de semestres iniciais da UnB, os aspectos da natureza do conhecimento científico não são contemplados no texto, levando-os a atribuírem o conceito “não se aplica”. Os gráficos 11, 12 e 13 indicam que para as avaliações do texto 2, os resultados não foram tão diferentes. Temos um percentual de 14% de alunos de semestre iniciais da UESC que avaliaram como bom e de 71% desses alunos que atribuíram o conceito não se aplica. Na avaliação dos alunos de semestres avançados dessa instituição, o percentual foi 25% que avaliaram como bom. Temos ainda um percentual de 37% de alunos de semestre avançado da UnB que atribuíram o conceito bom.

Percebemos, assim, que o percentual de alunos que atribuíram conceito bom foi menor que 50% e que, para muitos deles, os aspectos da NdC não se aplica nos textos. Isso é um indicativo de que, tanto os alunos de semestre iniciais, como os de semestre avançados, não têm a percepção do que seja NdC. .

O que nos deu respaldo para afirmar a ausência do entendimento e da percepção da NC nos alunos foi o grande número de respostas deixadas em branco quando pedimos para que identificassem nos textos as linhas que correspondem a aspectos da Ciência e a sua natureza. Foram muito frequentes as seguintes respostas:

*“Não sei o que é isso”*

*“Não consigo identificar”*

*“Não aprendi sobre isso”*

Esses resultados fornecem importantes subsídios para a discussão a respeito das concepções dos alunos de Ensino Médio e de Ensino Superior sobre a Natureza da Ciência.

Não nos surpreendemos com os resultados das avaliações dos alunos recém-ingressantes, pois, sendo alunos que acabaram de sair do Ensino Médio, as lacunas de uma formação desejável em relação às percepções da NC são refletidas quando se chega à universidade. Segundo Soares e Xavier (2008), alunos ingressantes do curso de química, geralmente, têm uma má formação em termos de ensino médio, seja no que se refere à própria Química, seja no que refere à sua visão de ciências.

As constatações dessas lacunas podem ser reforçadas nos estudos de Silva (2010). Resultados de sua pesquisa apontam para as discrepâncias entre as visões de natureza da ciência ditas como mais corretas e consensuais pela literatura da área e as apresentadas pelos estudantes do Ensino Médio. .

Essa realidade dos alunos do Ensino Médio, possivelmente, decorre da ausência de uma formação epistemológica adequada do professor. Os estudos de Becker (1994) apontam que professores do Ensino Médio ainda não conseguem superar a epistemologia empirista.

Vários trabalhos reportados na literatura (Ledermann, 1992; Porlán e Rivero, 1998, Harres, 1999) têm apontado sobre a falta de preparação do professor no que concerne à sua prática associada a aspectos da ciência e de sua natureza.

Os dados de pesquisa de Carvalho (2001) mostram que professores, durante suas experiências nos cursos de formação inicial, não tiveram oportunidade de elaborar conceitos relacionados com a natureza do conhecimento científico à luz de uma nova filosofia da ciência. Uma revisão de pesquisa sobre quais são as concepções dos professores sobre a natureza da ciência e sua implicação para o Ensino, realizada por Harres (1999) identifica, de modo geral:

uma aproximação das CNC dos professores a uma imagem empirista da ciência, apoiada fortemente no papel da observação e na produção do conhecimento através de um método único: o método científico. Assim, hoje, não se pode afirmar que os professores, de modo geral, tenham já superado as concepções tradicionais da ciência. (p.205).

No âmbito das preocupações atuais, na área de Ensino de Ciências, espera-se que os cursos de licenciatura possam contribuir para fornecer aos alunos em formação uma visão mais adequada da natureza da ciência e das discussões epistemológicas pertinentes. Os atuais licenciandos que se preparam para atuar como professores no Ensino Médio precisam ter um entendimento significativo sobre o que é natureza da ciência, quais são os seus potenciais e as suas limitações.

Entretanto, parece que isso não tem acontecido, pois a análise das avaliações dos alunos que estão no final do curso mostram a incompreensão desses alunos sobre a NdC.

Esses resultados vêm corroborar com os dados de outras pesquisas sobre concepção de natureza da ciência e a educação científica na formação inicial. Os estudos de Scheid *et alii* (2007) mostram que há, entre os estudantes da licenciatura, “a presença de concepções inadequadas em relação às concepções de natureza da ciência, às origens e finalidades do conhecimento científico e às características do conhecimento científico”. A inferência dos autores a respeito dessa problemática está relacionada ao ensino de ciências que:

na maioria das vezes se restringe unicamente aos conteúdos científicos, desenvolvendo, nos estudantes, a concepção de que a ciência é apenas um corpo organizado de conhecimentos, ignorando que por detrás dos conhecimentos existe um processo dinâmico de construção que é influenciado por vários fatores (p.168).

De um modo geral, as análises das avaliações nos mostram que a visão dos alunos ingressantes e formandos não são diferentes. Ambos afirmam não saber o que é a Natureza da Ciência, prejudicando a avaliação dos textos para esse quesito. Assim, não podemos inferir se conseguimos ou não contemplar aspectos da NdC nos textos produzidos. Por outro lado, sinalizamos que o atual modelo de formação inicial precisa ainda ser repensado de modo a estabelecer reflexões sobre como e porque utilizar abordagens NdC.

Assim, tomando como relevante as considerações tecidas até agora, afirmamos que uma formação adequada do professor de ciências é, cada vez mais, necessária e urgente. Então, deixamos aqui a proposta para a criação de um projeto político-pedagógico de uma formação continuada para os professores repensarem suas práticas pedagógicas de modo a valorizar uma ciência impregnada de valores sociais e culturais. Detectamos, também, a necessidade por uma formação inicial que aborde, de forma mais completa, a importância da valorização epistemológica do Ensino de Ciências.

### 6.3.3 Aspectos das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)

*“preciso preparar meus alunos para a vida”*

(Attico Chassot)

Na medida em que um dos objetivos do Ensino de Ciências está voltado para a cidadania, pautamos o nosso trabalho também como uma proposta para favorecer o Ensino de Química com uma abordagem das relações entre Ciência, Tecnologia Sociedade e Ambiente, na perspectiva de torná-la uma possível forma de desenvolver, junto aos alunos, o pensamento crítico sobre essas relações. Essa proposta está alicerçada no propósito da inserção da CTSA no Ensino de Ciências discutida por Santos e Schnetzler (2007):

uma perspectiva de CTS/CTSA crítica tem como propósito a problematização de temas sociais, de modo a assegurar um comprometimento social dos educandos. Assim, propostas curriculares com essa visão precisam levar em consideração o contexto da sociedade tecnológica atual, caracterizado de forma geral por um processo de dominação dos sistemas tecnológicos que impõem valores culturais e oferecem riscos para a vida humana

Além disso, Marcondes e colaboradores (2009) complementam dizendo que:

a introdução desses aspectos nas aulas de ciência possibilitaria romper com a imagem neutra da ciência, podendo promover o interesse pela Ciência, melhorar o nível de criticidade, ajudando na resolução de problemas de ordem pessoal e social, permitindo maior consciência das interações entre ciência, tecnologia e sociedade contribuindo para o envolvimento mais atuante do aluno nas questões de ordem, social, políticas, econômicas, ambientais etc ( p.282)

Sendo desejável a educação na perspectiva CTSA, educadores da área de Ensino de Ciências têm desenvolvido propostas de trabalhos que envolvam essa abordagem. No entanto, uma pesquisa de caráter documental realizada por Kurzmann e colaboradores (2009) mostra que ainda existem várias lacunas a serem preenchidas no âmbito da perspectiva CTS/CTSA em relação às atividades

planejadas e/ou desenvolvidas. Uma possível resposta para esse problema pode estar em um dos estudos de Schnetzler (2002), em que se evidencia que os cursos de formação inicial e os estágios curriculares pouco abordam o ensino nessa perspectiva ou questionamentos que envolvam discussões CTSA e, também, poucos discutem as dificuldades e possibilidades da prática docente.

Na tentativa de abarcar as perspectivas educacionais discutidas por Santos e Schnetzler (2007), buscamos fazer uma abordagem nos textos de divulgação científica não somente conceitual, mas também de aspectos que possibilitem estabelecer relações de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, de modo a integrar a aprendizagem. Nesse contexto, Santos (1999, p. 25) destaca que:

A concepção de CTS de ensino de Ciências aponta para um ensino que ultrapasse a meta de uma aprendizagem de conceitos e de teorias centrados em conteúdos canônicos. Um ensino que tenha uma validade cultural, para além da validade científica, e como meta ensinar a cada cidadão o essencial para chegar a sê-lo de fato aproveitando os contributos de uma educação científica e tecnológica (p.25).

Como pilar para a construção dos textos de divulgação científica articulados a aspectos CTSA, recorreremos aos estudos de Ribeiro e Kawamura (2005). Para as autoras, observar como o fato noticiado encontra-se inserido em um contexto social, político e econômico é um dos pontos que visam ser contemplados nos textos de Divulgação Científica. Assim, um dos elementos característicos do discurso da divulgação científica é a abordagem CTSA.

De acordo com as figuras 8, 9 e 10 podemos inferir que, para o texto 1, o percentual de alunos da UESC que avaliaram como bom os aspectos CTSA inseridos no texto foi de 71% dos estudantes de semestres iniciais e 64% dos estudantes de semestres avançados. Além disso, o percentual de alunos de semestres iniciais da UnB foi de 65%. Sem muitas discrepâncias, os gráficos 11, 12 e 13 indicam que, para as avaliações do texto 2, temos um percentual de 86% de alunos de semestre iniciais e 62% de alunos de semestres avançados, ambos da UESC, que avaliaram como bom. Temos, ainda, um percentual de 58% de alunos de semestres avançados da UnB que atribuíram também esse mesmo conceito.

Esses resultados são evidências de que conseguimos contemplar o conhecimento científico articulado com alguns aspectos social, tecnológico e ambiental. Outras evidências que nos permitem tecer considerações, foram os

trechos extraídos pelos alunos em que esses aspectos são expressos nos textos. Por exemplo, no texto 1, os trechos destacados com maior frequência foram :

*“Apesar dos grandes benefícios que a Química proporciona à sociedade, ela também apresenta aspectos negativos, pois, quando usada de forma inadequada e, as vezes até irresponsável, causa sérios problemas ambientais. O detergente, por exemplo, mesmo sendo muito útil, também causa impactos catastróficos ao meio ambiente. Um desses impactos está relacionado à vida aquática. O detergente reduz a tensão superficial da água, formando uma espuma branca na superfície dos rios e impedindo assim a oxigenação dos ambientes aquáticos.”*

*“A Química é uma ciência de extrema importância para a sustentabilidade e as atividades do químico podem proporcionar uma melhor qualidade de vida para a humanidade, como por exemplo, a síntese de medicamentos para a cura de doenças, a produção de energia, a conservação dos alimentos etc”*

*“Química é a ciência que estuda as substâncias e que é de grande contribuição no desenvolvimento econômico e tecnológico e na melhoria da nossa qualidade de vida.”*

No texto 2, os trechos que apareceram com maior frequência foram:

*a função da Química também está relacionada a qualidade dos alimentos que consumimos, pois a investigação em Química de Alimentos pretende estabelecer critérios quanto à composição, valor nutritivo etc. Sendo assim, as atividades que os químicos de alimentos desenvolvem influenciam no bem estar e saúde da população.*

*Pensando nos impactos ambientais que podem ser causados pela exploração excessiva das caneleiras, os químicos passaram a sintetizar o aldeído cinâmico em laboratório, possibilitando assim o uso da essência sintética de canela. Com isso, podemos dizer que outra atividade importante do químico é produzir em laboratório substâncias que já existem na natureza, mas em quantidades insuficientes para atender a demanda.*

De um modo geral, consideramos satisfatórios os resultados das avaliações para a categoria em questão. O conceito bom, atribuído pela grande maioria dos estudantes, mostra que os nossos textos de divulgação científica não estão desvinculados dos aspectos sociais. Já que conseguimos contemplar abordagens de aspectos que possibilitem desenvolver valores e atitudes comprometidos com a cidadania, pretendemos que o material produzido, no âmbito da divulgação científica em espaços formais, possa contribuir na formação dos alunos como cidadãos

atuantes na sociedade, capazes de perceberem, questionarem e posicionarem frente às situações cotidianas.

Ressaltamos que, para a proposta da utilização dos textos terem resultados positivos no que tange à sala de aula do Ensino Médio, é imprescindível, e acima de tudo inerente ao Ensino de Ciências voltado para dimensões CTSA, que os professores conscientizem que o papel do educador é, também, o de construir e expressar as relações CTSA no processo de ensino. Nesse sentido, os espaços de formação inicial e continuada de professores devem favorecer questionamentos que envolvam discussões sobre esse tema.

Ressaltamos ainda que Silva (2009) nos chama a atenção de que uma proposta de Ciência, Tecnologia e Sociedade se conjuga com uma abordagem HFC no Ensino de Ciências ambas se convergem para um Ensino que favoreça a alfabetização científica. Por isso, utilizamos também aspectos de história da ciência nos textos, como será discutido no próximo subitem.

#### **6.3.4 Aspectos de História da Ciência**

No item anterior, deixamos clara a relevância de que os aspectos da Natureza da Ciência sejam incorporados nos currículos de ciências. Moura (2008) afirma que, uma das maneiras de se ensinar NC, é a discussão de fatos da História da Ciência. Assim, tratamos em nossos textos algumas passagens da história científica.

Conforme já mencionado, a aproximação entre a História da Ciência e o ensino das ciências tem se tornado cada vez mais relevante no âmbito escolar. Um dos maiores defensores da inclusão da história das ciências e epistemologia no ensino das ciências é Michael Matthews (1995), que defende veemente as vantagens para o uso da história das ciências e epistemologia no ensino de ciências. Para esse autor, a inserção desses aspectos pode contribuir para a humanização da ciência, tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitir o desenvolvimento do pensamento crítico etc.

Corroborando com esse autor, Pereira e Silva (2009) defendem que o uso da HC no Ensino de Ciências pode ser motivador, contradiz o cientificismo e o dogmatismo presente nos textos escolares, favorece a interdisciplinaridade, é um

instrumento eficiente na oposição ao presenteísmo muito comum entre os jovens de hoje etc.

Entendemos ser desejável um Ensino de Ciências que possa despertar uma visão mais humanista e dinâmica da natureza do conhecimento científico, contrapondo assim o que se tem observado nos livros didáticos e nas salas de aula do Ensino Médio. Contudo, a necessidade do licenciado ter conhecimento sobre aspectos da História da Ciência é um ponto primordial para esse ensino ideal.

Gil-Pérez e Carvalho (1995) apontam a necessidade de, nos cursos de formação de professores de ciências, trabalhar com a História da Ciência como forma de associar os conhecimentos científicos com os problemas que originaram sua construção e, assim, viabilizar uma visão dinâmica da ciência, enfatizando os aspectos históricos e sociais que marcam o desenvolvimento científico.

Na perspectiva da formação inicial de professores e, também, de romper a ideia de uma ciência pronta e acabada, pautada na autoridade sobre as verdades científicas, a História da Ciência foi outro eixo norteador da escrita dos textos.

Encontramos respaldo para contemplar fatos ligados à história sob a ótica dos autores citados anteriormente e também na perspectiva de abarcar os critérios que caracterizam um texto de divulgação científica. Em relação a esse segundo aspecto:

em TDC encontramos discussões sobre os processos de produção dos conhecimentos científicos, o que pode auxiliar o leitor a formar imagens/ideias mais adequadas do que seja o “fazer científico”, diminuindo o grau de mistificação ou de exaltação ou ainda de recusa que costuma permear a imagem pública da Ciência (TERRAZZAN e GABANA 2003, p.2).

Ao analisar os gráficos, observamos que, para o texto 1, 29% dos alunos de semestre inicial e 50% de semestre avançado da UES, avaliaram os aspectos da História da Ciência no texto como bom. Já os alunos de semestre inicial da UnB, o percentual foi de 13% que atribuíram conceito bom. Os gráficos ainda indicam que 43% desses alunos os aspectos de HC não se aplica no texto e para os outros 43% esses aspectos foram avaliados como médio.

Quanto a avaliação do texto 2, o percentual de alunos da UESC que avaliaram como bom foi de 42% dos alunos de semestre inicial e de 62% dos alunos de semestre avançado. Não muito diferente, 68% dos alunos de semestre avançado atribuíram esse mesmo conceito.

Esses resultados nos permite tecer algumas considerações importantes. O percentual de alunos de semestre inicial, tanto da UESC quanto da UnB, que atribuíram conceito bom foi menos de 50%. Além disso, um número significativo desses alunos, atribuíram nota 0 a essa categoria, correspondendo ao conceito “não se aplica”. Isso é um indicativo de que eles não conseguiram visualizar as passagens que retrataram um pouco da História da Ciência nos textos.

Outro indicativo de que os estudantes de semestres iniciais não possuem uma clareza a respeito de uma abordagem contextualizada sobre fatos históricos no Ensino de Ciências, foi quando pedimos que identificassem no texto aspectos da HC e o trecho que prevaleceu com frequência em quase todas as respostas foi uma passagem que relatava data e nome de cientistas:

*“Neste ano de 2011 comemora-se o Ano Internacional da Química, em homenagem ao 100º aniversário do Prêmio Nobel de Marrie Curie, pela sua descoberta dos elementos radioativos rádio e polônio e ao 100º aniversário da Fundação da Associação Internacional das Sociedades Químicas”.*

Isso pode ser justificado pelo fato de serem alunos que acabaram de sair do Ensino Médio e que chegam à universidade sem uma percepção a respeito do tema História da Ciência. A nossa hipótese é que esses estudantes vieram de uma formação, tanto do Ensino Fundamental quanto do Ensino Médio, em que os aspectos da História da Ciência ainda são poucos adequadamente contemplados e por isso sentem dificuldades em reconhecê-los quando foram abordados nos textos.

A nossa hipótese é sustentada pelos estudos de Filho et *alii* (2005). Os autores apontam como resultado de pesquisa sobre a abordagem da História da Química no Ensino Médio que os relatos dos livros didáticos analisados são, muitas vezes, lembretes de nomes de famosos cientistas e a época do experimento, não se caracterizando como uma abordagem histórica. Além disso, nas abordagens não ocorrem contextualizações dos fatos, sendo muitas vezes distribuído pelo texto sem uma ligação histórica.

Concomitante, os resultados da pesquisa de Flôr (2005), que investiga as leituras dos professores de ciências do Ensino Fundamental sobre as histórias da ciência, indicam que há uma suposta separação entre história da ciência e ciência, onde esta última é mais valorizada. “Este sentido construído pelos professores

acaba sendo um dos empecilhos à utilização de abordagens históricas no ensino de ciências”. A autora ainda conclui que:

[...] Há evidências no discurso dos professores, que estes têm a sensação de que estariam dando ‘aulas de história’ e isto poderia atrasar o andamento do programa proposto (...). É como se a ênfase numa abordagem histórica fosse algo descartável, perda de tempo, que no máximo deve ser utilizada como dever de casa, num tempinho que resta no final de uma aula ou mesmo uma curiosidade pontual. É como se ensinar ciência não fosse ensinar sobre ciência (p.101-102).

Diante dos resultados obtidos e do respaldo teórico que os justificaram, podemos inferir que ainda é ausente o olhar crítico de muitos professores dentro de um contexto sócio-histórico no Ensino de Ciências e que isso tem refletido na formação de seus alunos.

No que concerne à avaliação dos alunos de semestres avançados, observamos que o percentual desses alunos que atribuíram a nota máxima para a categoria em questão variou entre 60% e 68%. Isso é um indicativo de que os mesmos conseguiram visualizar aspectos da história da ciência nos textos. O que nos dá suporte para essa afirmação são, também, os trechos destacados pelos alunos que mais prevaleceram. Para o texto 1, prevaleceu o seguinte trecho:

*Essa doença no final da Idade Média se tornou epidêmica no norte da Europa. A incidência foi diminuída a partir do século XVII, com a introdução da batata como fonte de vitamina C na dieta alimentar européia.*

Para o texto 2, prevaleceram os seguintes trechos:

*Na antiguidade, o cravo-da-índia, a pimenta do reino, o gengibre, bem como a canela, eram consideradas especiarias de grande valor comercial. Na época das grandes navegações eram utilizadas como moedas de troca, dotes, heranças, reserva de capital, divisas de um reino, pagavam serviços, impostos, dívidas, acordos e obrigações religiosas.*

*Ele era considerado um artigo exótico e tinha o mesmo valor das especiarias sendo um produto de luxo e caro. Nessa época, era muito utilizado na medicina para disfarçar o gosto amargo e nauseante dos remédios. Nos séculos seguintes, o açúcar passou a ser utilizado como adoçante de massas, como conservante de frutas (compotas e geléias) e no preparo de guloseimas adocicadas. Logo,*

*devido a hábitos desenvolvidos através dos tempos, passou de luxo para um artigo de necessidade, aumentando seu consumo.*

Uma possível justificativa para a discrepância entre a avaliação dos alunos de semestres iniciais e de semestres avançados está relacionada à inserção das disciplinas intituladas Evolução dos Conceitos da Química e História da Química nos cursos de Licenciatura em Química da UnB e da UESC respectivamente. Como são alunos que já estão em final de curso e já passaram por tais disciplinas, acreditamos que eles possuem uma percepção sobre HC diferenciada dos alunos que são recém-ingressantes, o que refletiram nos resultados dessa categoria.

No entanto, ressaltamos que, apesar de esses alunos terem percebido quais são os aspectos da HC inseridos nos textos, não podemos elucidar sobre as suas concepções em relação a esse tema, nem sequer lucubrar se ao assumirem aulas de Química incorporarão HC em suas práxis.

As considerações tecidas mostram que alunos chegam à Universidade com reflexos de uma formação do Ensino Médio deficiente de relações entre a Ciência e a sua história, o que nos alerta para o fato da necessidade dos cursos de licenciatura em Química estabelecerem reflexões sobre como e porque utilizar abordagens históricas. Assim, as reflexões nos cursos de licenciatura no que se refere à inserção da História da Ciência no currículo podem despertar a percepção desses futuros docentes sobre a importância de abordagens sócio históricas no contexto da Química.

O encaminhamento destas questões passa por uma perspectiva positiva no tocante ao uso dos textos da ciência e sua divulgação. A utilização de TDC nos parece ser um dos caminhos possíveis para que a abordagem de aspectos históricos seja ampliada nos cursos de formação inicial, e por isso, buscamos contemplá-los ao longo dos textos.

As avaliações corresponderam às nossas perspectivas, pois os alunos de semestre avançado identificaram de forma não equivocada os trechos que correlacionam com aspectos históricos, indicando assim que os textos contemplam de forma clara a esses aspectos. Esperamos que os textos produzidos sejam utilizados de forma a criar oportunidades para se discutir com os alunos a inserção e o papel da história da ciência para uma visão mais ampla e reflexiva da ciência.

### 6.3.5 Aspectos das relações éticas de consumo e cidadania

A formação do cidadão implica a educação para conhecimento e para o exercício dos direitos, mediante o desenvolvimento da capacidade de julgar, de tomar decisão, sobretudo em uma sociedade democrática.

Entendemos que, para o indivíduo exercer a cidadania, ou seja, para que possa posicionar-se criticamente frente às questões sociais, é imprescindível que ele tenha conhecimento e acesso as informações.

Nesse contexto, “criar oportunidades para discutir questões éticas da ciência, riscos e as próprias limitações da ciência é, também, fundamental para que os jovens se tornem cidadãos mais conscientes e aptos a tomar decisões” (MASSARANI, 1998).

Sendo uma das funções da divulgação científica complementar o ensino formal, a sua articulação com o discurso pedagógico pode contribuir para a formação científica e de cidadania dos estudantes. Assim sendo, a divulgação científica juntamente com a escola, assume um papel ainda mais importante e fundamental, já que:

“A educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para **o exercício da cidadania** e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho” (BRASIL, 1996).

O Ensino de Química enquadra-se na formação para cidadania, à medida que o conhecimento dessa ciência permite um posicionamento inerente à vida diária sociocultural dos estudantes. Sobre isso, Santos e Schnetzler (1996) afirmam que “a função do ensino de química deve ser a de desenvolver a capacidade de tomada de decisão, o que implica a necessidade de vinculação do conteúdo trabalhado com o contexto social em que o aluno está inserido”.

Além disso:

Com o avanço tecnológico da sociedade, há tempos existe uma dependência muito grande com relação à química. Essa dependência vai, desde a utilização diária de produtos químicos, até às inúmeras influências e impactos no desenvolvimento dos países, nos problemas gerais referentes à qualidade de vida das pessoas, nos efeitos ambientais das aplicações tecnológicas e nas decisões solicitadas aos indivíduos quanto ao emprego de tecnologias (SANTOS e SCHNETZLER, 2007, p.47).

Pautando-se nos pressupostos teóricos citados, buscamos contextualizar os textos de divulgação científica quanto às relações éticas de consumo e cidadania de forma clara e objetiva. Pretendemos com isso, no âmbito da divulgação científica na educação formal, favorecer um ensino de Química voltado ao exercício da cidadania aos alunos do ensino médio.

Pretendemos, também, que abordagens dessa natureza possam favorecer aos alunos uma percepção de que o conhecimento da ciência é necessário para atuar de forma crítica no mundo em que vivem, transformando-o num mundo melhor. Por exemplo, um dos pontos que chamamos a atenção dos alunos é quanto ao uso das sacolas de plástico, pois no mundo atual a problemática desse material está inserida em dois contextos, a saber: poluição e hiper-consumo. Ambos estão vinculados. Se pararmos para pensar qualquer coisa que compramos, até mesmo uma cartela solta de comprimidos, vem embalada em uma grande sacola de plástico. A grande quantidade de sacolas que consumimos aumenta o número de suas produções, acarretando assim sérios problemas ambientais.

Diante da necessidade e urgência de um consumo e tomada de decisões mais conscientes do indivíduo enquanto cidadão, entendemos ser relevante esse tipo de abordagem no material produzido

As Figuras 8, 9 e 10 mostram que, para as avaliações do texto 1, o percentual de alunos de semestres iniciais que atribuíram conceito bom foi de 71% dos alunos da UESC e de 65% dos alunos da UnB. Além disso, o percentual de alunos de semestres avançados da UESC foi de 64%. Os trechos que esses alunos identificaram como sendo abordagens das relações éticas de consumo e cidadania foram:

*“Utilizar apenas a quantidade necessária de detergente ajuda na diminuição desses impactos, por isso, use e abuse dessa informação para agir de forma mais consciente e ajudar na preservação de nosso planeta.”*

*“A indústria do plástico, por meio de um Programa de Qualidade e Consumo Responsável das sacolas plásticas, tem produzido sacolas mais resistentes. Enquanto isso, nós usuários podemos exercer o consumo consciente dessas sacolas, evitando desperdícios e exigindo do comércio sacolas mais resistentes”.*

*“Por fim, quero usar este momento para sensibilizar a você, caro leitor, de que para nos mantermos vivos é preciso, primeiramente, mantermos a natureza viva, por isso, adote o consumo sustentável e contribua na preservação do meio ambiente. Ademais, diria tal qual João Bosco da Silva: “A responsabilidade social e a preservação ambiental significa um compromisso com a vida”.*

As Figuras 11, 12 e 13 mostram que, para as avaliações do texto 2, o percentual de alunos que atribuíram o conceito bom foi de 100% dos alunos de semestres iniciais da UESC. Esse mesmo conceito foi também atribuído por 63% e 56% dos alunos de semestre avançado da UnB e da UESC respectivamente. Os trechos que esses alunos identificaram como sendo abordagens das relações éticas de consumo e cidadania desse texto, foram:

*“Sabemos que nem todos podem degustar uma bala de canela o qualquer alimento adocicado com açúcar, devido à doença diabetes”.*

*“Por isso, não devemos abusar de doces, salgadinhos, bebidas alcoólicas e precisamos praticar atividades físicas regularmente”.*

Esses resultados indicam que os alunos identificaram aspectos das relações éticas de consumo e cidadania nos textos produzidos. Essa percepção é um forte indicativo de que conseguimos contemplar com clareza e objetividade esse aspecto. Assim, esperamos agora que os professores, ao fazerem uso dos textos, possam oportunizar discussões em sala para despertar em seus alunos a crítica à sociedade sobre os assuntos em questão.

### **6.3.6 Aspectos interdisciplinares**

*“os professores devem ser os protagonistas na implementação de práticas interdisciplinares na escola.”*

(Thais Gimenez)

O interesse em valorizar os textos de divulgação científica pautados em aspectos interdisciplinares, foi motivado pela percepção das problemáticas do

Ensino de Ciências fragmentado, expostas por Fazenda (1993), Morin (2000) e Zanon e Palharini (1995).

A organização disciplinar é ainda uma das características marcantes da prática pedagógica dos professores de ciências, acarretado na fragmentação do conhecimento na formação de ciências. Sobre isso, Fazenda (2003) afirma que:

Os currículos organizado pelas disciplinas tradicionais conduzem o aluno apenas a um acúmulo de informações que de pouco ou nada valerão na sua vida profissional, principalmente porque o desenvolvimento tecnológico atual é de ordem tão variada que fica impossível processar-se com a velocidade adequada a esperada sistematização que a escola requer (p.40).

Nesse contexto, “o parcelamento e a compartimentação dos saberes impedem apreender o que está tecido junto” (MORIN 2000, p.45). Além disso, os conteúdos que são apresentados de forma fragmentada e sem cotextualização “se tornam distantes assépticos e difíceis, não despertando o interesse e a motivação dos alunos” (ZANON e PALHARINI, 1995, p. 15).

Frente a essa problemática, Fazenda (1993) afirma ser necessário “a reflexão de uma ação conjunta, integrada e interdisciplinar para a melhoria da qualidade do trabalho educativo na escola”. Corroborando com a autora, vários outros estudos (MALDANER e ZANON, 2004; MORTIMER *et alii*, 2000; SILVA, 2003) apontam a necessidade de implantar práticas interdisciplinares, para que os alunos possam ter uma compreensão mais integrada do mundo e mais próxima de sua realidade.

Atualmente, as propostas de práticas interdisciplinares para o Ensino de Ciências mais citadas na literatura são a construção de unidades didáticas, e a execução de projetos e as oficinas temáticas.

Tendo em vista o potencial didático de textos de divulgação científico já discutido em linhas anteriores, a nossa proposta de prática interdisciplinar é a produção de textos dessa natureza para uso na sala de aula. Assim, escrevemos os textos de modo que as temáticas escolhidas fossem compreendidas como um elo entre as diferentes áreas, opondo-se ao conhecimento fragmentado trabalhado nas escolas.

Nessa perspectiva, durante a escrita dos textos, “buscamos dar significado ao conhecimento escolar, mediante a contextualização; evitar a compartimentalização,

mediante a interdisciplinaridade; e incentivar o raciocínio e a capacidade de aprender” (BRASIL, 2002, p.13).

Sobre a interdisciplinaridade, cabe ressaltar que ela:

não dilui as disciplinas, ao contrário, mantém sua individualidade. Mas integra as disciplinas a partir da compreensão das múltiplas causas ou fatores que intervêm sobre a realidade e trabalha todas as linguagens necessárias para a constituição de conhecimentos, comunicação e negociação de significados e registro sistemático dos resultados (BRASIL, 1999, p. 89).

O conceito de interdisciplinaridade ainda é muito discutido, aparecendo “sob vários enfoques, desde uma abordagem epistemológica até uma visão metodológica relacional entre as várias áreas do conhecimento” (RICARDO, 2005, p. 204). Para nós, o conceito mais adequado, e que guiou a produção dos textos, foi o de Japiassu: “A interdisciplinaridade caracteriza-se pela intensidade das trocas entre os especialistas e pelo grau de interação real das disciplinas no interior de um mesmo projeto de pesquisa” (JAPIASSU, 1976, p.74). Além disso, o nosso olhar também se direcionou para os estudos de Fazenda (2003). Um dos pontos que a autora traz sobre esse termo é que “a interdisciplinaridade perpassa todos os elementos do conhecimento, pressupondo a integração entre eles”.

Assim, a perspectiva interdisciplinar presente nos textos foi aquela que “compreende troca e cooperação, uma verdadeira integração entre as disciplinas de modo que as fronteiras entre elas tornem-se invisíveis para que a complexidade do objeto de estudo se destaque” (AUGUSTO *et alii*. 2004).

As figuras 8, 9 e 10 mostram que, para as avaliações do texto 1 o percentual de alunos de semestres iniciais que atribuíram conceito bom foi de apenas 43% dos alunos da UESC e de 44% dos alunos da UnB. Além disso, outros 43% desses alunos da UESC e 39% da UnB atribuíram conceito não se aplica. O percentual de alunos de semestres avançados da UESC que atribuíram conceito bom foi de 71%

O trecho mais frequente que os alunos de semestres iniciais identificaram como sendo de abordagem interdisciplinar foi:

“Muitos dizem que a Química é a ciência que estuda a matéria. No entanto, essa é uma afirmação muito geral, pois a Biologia, a Física, a Geologia também estudam a matéria.”

Os trechos destacados com maior frequência pelos alunos de semestres avançados foram:

*“No procedimento da inseminação artificial, deposita-se o sêmen do macho no útero da fêmea, utilizando meios artificiais em substituição a cópula natural. Nesse processo, o nitrogênio líquido tem um importante papel que é o de conservação do sêmen”.*

*“Ressaltamos, que o processo de inseminação artificial é bem reconhecido na agropecuária, uma vez que favorece o melhoramento genético dos animais, permite o controle de doenças, aumenta o número de descendentes de um reprodutor etc”.*

*“Outro exemplo de substâncias produzidas no laboratório que já existem na natureza é o ácido ascórbico, conhecida popularmente como vitamina C, encontrada em diversas frutas e vegetais. A vitamina C é uma substância de grande valor medicinal, ela atua como antioxidante protegendo as células e tecidos dos radicais livres, na manutenção da resistência a doenças bacterianas e virais, favorece a absorção do ferro (essencial para a saúde dos glóbulos vermelhos do sangue), entre outras. A deficiência dessa vitamina causa uma doença chamada escorbuto”.*

As Figuras 11, 12 e 13, mostram que, para as avaliações do texto 2, o percentual de alunos que atribuíram o conceito bom foi de 28% dos alunos de semestres iniciais e de 37% dos alunos de semestres avançados da UESC e de 58% dos alunos de semestres avançados da UnB.

O trecho destacado pelos alunos de semestres iniciais mais presente foi:

*“Você já deve ter escutado falar da Química da saúde, Química do Meio Ambiente, Química dos materiais, Química dos sentidos, Química dos alimentos etc.”*

Já os trechos destacados com maior frequência pelos alunos de semestres avançados foram:

*“A diabetes se caracteriza como uma doença ocasionada pelo acúmulo de glicose no sangue. A glicose é produto do metabolismo da substância sacarose (açúcar). Você já parou para pensar o que causa o acúmulo de glicose no sangue? Esse acúmulo pode ser causado de duas maneiras:*

*1. Devido ao consumo excessivo de alimentos ricos em açúcares, carboidratos ou mesmo bebidas alcoólicas, associados a uma vida sedentária..*

2. *Em função da não produção ou produção insuficiente de insulina pelo organismo, impedindo o metabolismo da glicose.*”

*“No século XIII, o açúcar cristalino chegou à Europa com a volta das primeiras Cruzadas. Ele era considerado um artigo exótico e tinha o mesmo valor das especiarias sendo um produto de luxo e caro. Nessa época, era muito utilizado na medicina para disfarçar o gosto amargo e nauseante dos remédios.”*

*“Na antiguidade, o cravo-da-índia, a pimenta do reino, o gengibre, bem como a canela, eram consideradas especiarias de grande valor comercial. Na época das grandes navegações eram utilizadas como moedas de troca, dotes, heranças, reserva de capital, divisas de um reino, pagavam serviços, impostos, dívidas, acordos e obrigações religiosas.”*

As avaliações dos alunos de semestres iniciais mereceram atenção, pois os resultados não corresponderam as nossas expectativas. Entretanto, podemos inferir que esses alunos não têm a percepção do que sejam esses aspectos, pois, a grande maioria citou, por exemplo, no texto 1, como aspecto interdisciplinar apenas o trecho em que citava as disciplinas de Biologia, a Física, a Geologia. Uma possível justificativa para isso é o reflexo de uma formação do Ensino Médio ausente de ações interdisciplinares. Este fato ressalta a importância das disciplinas da licenciatura, principalmente do estágio supervisionado na formação desses alunos ingressantes que serão futuros professores.

Já as avaliações dos alunos de semestres avançados é um indicativo de que os textos produzidos possibilitam o diálogo e integração entre diferentes áreas, de modo que o objeto de estudo possa ser abordado em diversas perspectivas.

Sendo assim, na perspectiva de formação inicial de professores, esperamos que o uso do material produzido possibilite aos licenciandos a experiência de desenvolvimento de atividades com características interdisciplinares, contribuindo assim para a superação da compartimentalização dos saberes.

#### **6.4 Avaliação dos alunos quanto a utilização de textos de Divulgação Científica no Ensino**

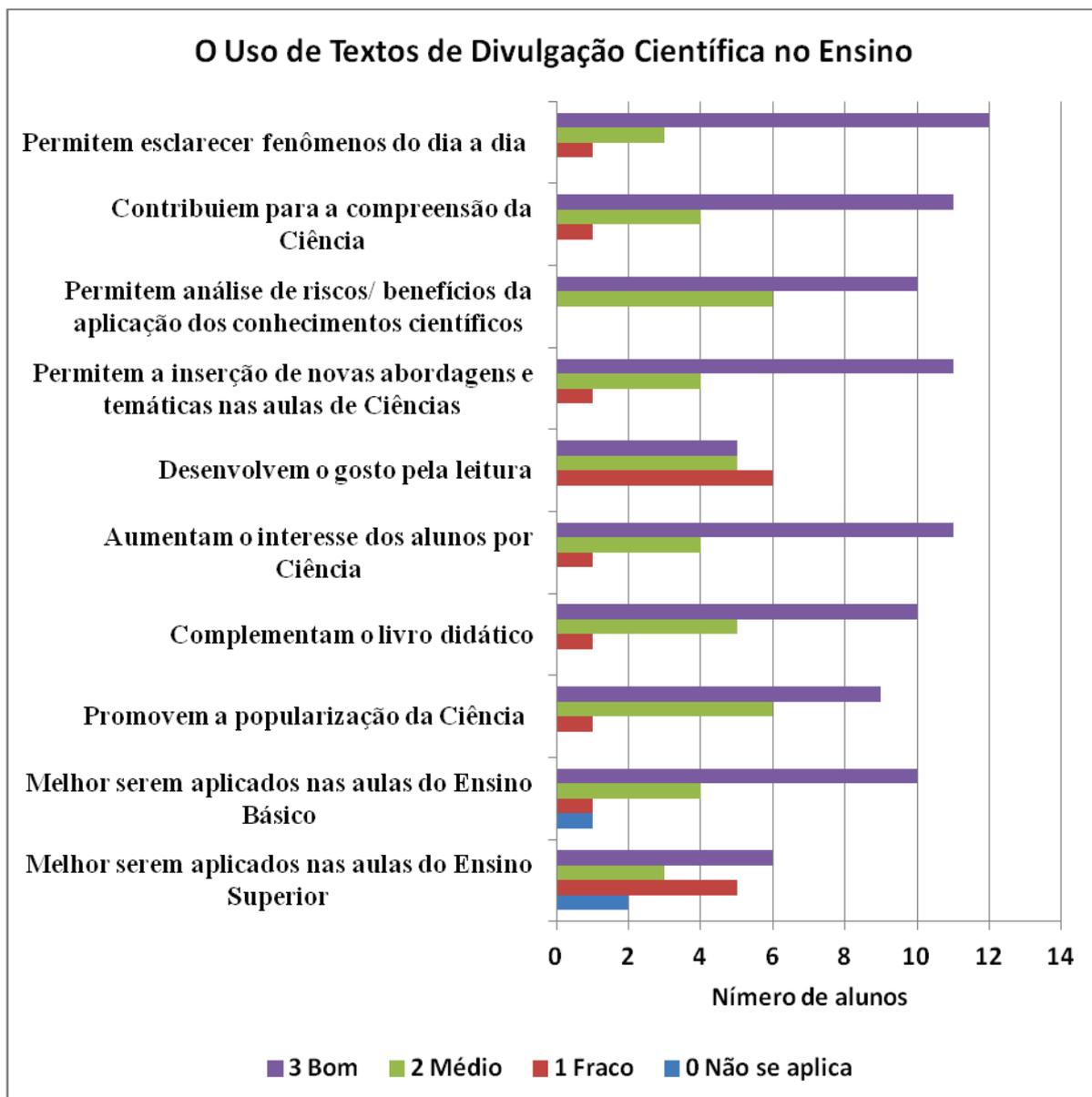
Tendo em vista a natureza dos objetivos da presente pesquisa, apresentamos a seguir uma descrição sucinta de alguns pontos referentes às potencialidades dos TDC no âmbito da escola. Para isso, respaldamo-nos em alguns teóricos que propõem discussões e esclarecimentos a respeito dessa temática.

Alguns pontos aqui delineados já foram mencionados nas entrelinhas desse manuscrito, entretanto, buscamos investigar o que pensam os alunos que estão no final do curso de formação inicial a respeito dessas potencialidades.

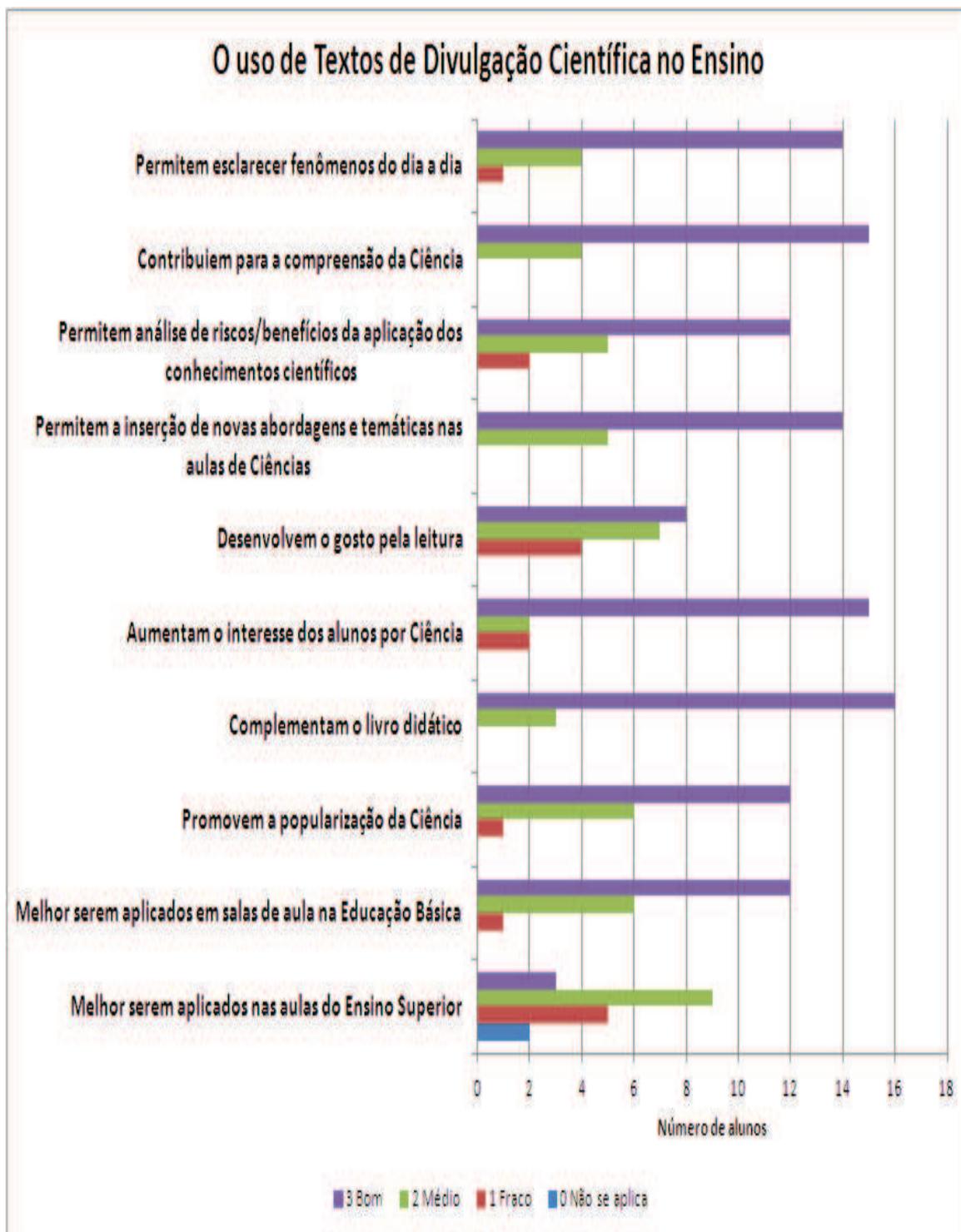
A Divulgação Científica é considerada um aspecto essencial para o ensino de Ciências e, por isso, torna-se um aspecto indissociável da formação do professor. Nessa perspectiva, julgamos importante conhecer a visão dos alunos sobre os textos de Divulgação Científica enquanto recurso didático em situações de ensino escolar, a fim de dar voz ao que se tem discutido na licenciatura sobre essa temática. Sendo assim, os pontos a serem avaliados pelos alunos nos permitem elucidar as suas opiniões sobre qual seria o espaço da divulgação científica no ensino formal.

A última parte do questionário teve como objetivo identificar a percepção dos alunos quanto ao uso de textos de Divulgação Científica no Ensino. Ressalta-se que essa parte do questionário foi destinada apenas para os alunos de semestres avançados, já que estes se encontram imersos na prática docente através dos estágios supervisionados vivenciados.

As Figuras 14 e 15 expressam os resultados da pesquisa para esse quesito.



**Figura 14:** Percepção dos alunos de semestres avançados da UESC quanto ao uso de Textos de Divulgação Científica no Ensino



**Figura 15:** Percepção dos alunos de semestres avançados da UnB quanto ao uso de Textos de Divulgação Científica no Ensino.

#### **6.4.1 Permitem esclarecer fenômenos do dia a dia**

Compreendemos a Divulgação Científica como uma possibilidade de favorecer a enculturação científica por meio de fenômenos do dia a dia que ajudem os alunos a compreender melhor o mundo que vivem. Nesse sentido, o uso dos TDC em sala de aula:

possibilita e auxilia a discussão de fatos/acontecimentos que estão vinculados com o cotidiano dos alunos. E isto contribui principalmente no sentido de apontar para a viabilidade de se atingir possíveis mudanças curriculares que levem em conta a presença forte e permanente da Ciência e Tecnologia no mundo contemporâneo (TERRAZZAN e GABANA, 2003, p. 8).

Além disso, a leitura em ambientes de ensino precisa estar associada a outras possíveis formas de leitura no dia a dia dos cidadãos (ABREU, 2009).

As figuras 14 e 15 mostram que um percentual de 75% de alunos da UESC e de 74% de alunos da UnB acreditam que o uso de textos de divulgação científica no ensino permite esclarecer fenômenos do dia a dia.

Análises anteriores desse manuscrito (FIGURAS 2, 4 e 5) mostram que, na avaliação dos alunos de semestres iniciais, conseguimos contemplar aspectos do dia a dia nos textos que produzidos, implicando assim que esses alunos tem a percepção do que sejam esses aspectos.

A partir dessas duas análises, podemos inferir que questões relacionadas à importância de se trabalhar com materiais que considere a realidade dos estudantes, parecem estar chegando aos cursos de licenciatura das respectivas universidades.

#### **6.4.2 Contribuem para a compreensão da Ciência**

Como já discutido anteriormente, não é incomum encontrar na literatura dados empíricos que mostram que, ao final do curso do Ensino Médio, o produto da formação são, basicamente, alunos impregnados de uma visão reducionista e neutra sobre ciência. Isso é uma evidência de que, no espaço escolar, a ciência e a sua produção tem sido compreendida de forma equivocada.

Na tentativa de construir sentidos sobre o que é a Ciência, defendemos o uso de TDCs como mediador desse processo nas aulas no Ensino Médio. Sendo assim, esse material configura-se como ferramenta didática alternativa, a ser inserida nas aulas de Ciências.

Os pesquisadores que defendem o uso deste material na sala de aula destacam que uma de suas potencialidades é que podem contribuir para a formação de uma imagem adequada e crítica da ciência enquanto produção humana. Como visto nos estudos de Terrazzan e Gabana (2003), nos textos de divulgação científica:

frequentemente encontramos discussões sobre os processos de produção dos conhecimentos científicos, que podem auxiliar o leitor a formar ideias mais adequadas do que seja o “fazer científico”, diminuindo o grau de mistificação ou de exaltação, ou ainda de recusa, que costuma permear a imagem pública da ciência.

Na mesma perspectiva, para Menegat e Fagan (2009):

O desenvolvimento das atividades didáticas com uso de TDC numa perspectiva investigativa leva os alunos a construir o seu conteúdo conceitual participando do processo de construção e dando oportunidade de aprenderem a argumentar e exercitar a razão, em vez de fornecer-lhes respostas definitivas ou impor-lhes seus próprios pontos de vista transmitindo uma visão fechada das ciências (p.6).

No entanto, cabe ressaltar que ler simplesmente o texto, tão somente, o tornaria um recurso informativo. Ele, por si só, não permite uma compreensão sobre o que é a ciência, justificando assim a presença de um professor para discuti-lo. Nesse sentido, Cunha e Giordan (2009) defendem que os textos que divulgam a Ciência devem ser levados a sala de aula de modo a conduzir debates que envolvam os processos de produção da Ciência e da Tecnologia, bem como discussões que desenvolvam uma visão crítica nos estudantes a respeito da Ciência e da própria Mídia.

Os dados da pesquisa indicam que 68% dos alunos da UESC e 79% dos alunos da UnB chegam ao final do curso, com a percepção de que o uso do material em questão, quando utilizado no âmbito escolar, contribui para a compreensão dos alunos sobre Ciência.

Apesar de satisfatórios, esses dados nos chamaram a atenção quando os confrontamos com resultados anteriores. Os resultados da categoria conteúdo mostraram lacunas na formação dos alunos quanto à natureza da ciência.

Sendo assim, podemos inferir que os alunos compreendem a necessidade do uso de um TDC para a compreensão da ciência, em contrapartida, os mesmos não sabem sobre isso. Isso é um indicativo dos limites da formação inicial desses alunos.

Objetivando superar tais limites, reforçamos, novamente, as necessidades formativas de incorporar esse tipo de abordagem ao cotidiano da formação docente. É necessário, na formação de futuros professores, dar voz à importância de uma análise criteriosa sobre alguns pontos da ciência. Para isso, apontamos uma demanda formativa a respeito de alguns aspectos favoráveis ao uso de TDC na sala de aula.

#### **6.4.3 Permitem análise de riscos/benefícios da aplicação dos conhecimentos científicos**

*“O papel da educação é formar o cidadão apto a tomar decisões e a fazer escolhas bem informadas acerca de todos os aspectos da vida em sociedade que o afetam. Isso exige ter acesso à informação e, também, saber processá-la e ressignificá-la, ou seja, a formação possibilitando uma adequada apropriação da informação”*

**Simone São Tiago.**

O Ensino de Ciências é presença basilar no que diz respeito ao preparo para o exercício da cidadania, de modo que despertem nos alunos autonomia crítica para tomada de decisões frente a problemáticas que permeiam o espaço onde vivem. A autonomia crítica segundo Orientações Curriculares Nacionais (Brasil, 2006):

Aumenta quando o aprendizado se expande para fora de assuntos puramente científicos, como avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico, avaliar o papel do desenvolvimento tecnológico, compreender aparatos tecnológicos e seu impacto na vida social e assim por diante. Isso requer participação ativa e compreensão da complexidade do mundo em transformação (BRASIL, 2006, p. 60).

Sendo assim, fica claro que a discussão dos riscos e controvérsias envolvidos nos processos de produção do conhecimento deve permear a sala de aula. Isso por que:

[...] a circulação das ideias e dos resultados de pesquisas é fundamental para avaliar o seu impacto social e cultural, como também para recuperar, por meio do livre debate e confronto de ideias, os vínculos e valores culturais que a descoberta do novo, muitas vezes rompe ou fere” (CANDOTTI, 2002, p.17).

Além disso:

O uso destes textos como ferramenta de ensino configura-se como uma oportunidade do aluno desenvolver suas habilidades de argumentar e questionar as informações recebidas para depois finalmente formar uma opinião crítica e consciente sobre o assunto estudado (GOMES, *et.alij*, 2011, p.10).

Dentro dessa perspectiva, defendemos que, no âmbito da educação escolar, os TDCs assumem um papel social estratégico de mediar o conhecimento da ciência, possibilitando a discussão com os alunos relativa às aplicações tecnológicas presentes no cotidiano e as implicações sociais decorrentes do seu uso. Isso, conseqüentemente, poderá favorecer reflexões nas decisões que envolvem diretamente o cotidiano desses alunos.

Para esse quesito, o percentual de alunos que acreditam que o uso de TDC no ensino formal permite análise de riscos/benefício da aplicação dos conhecimentos científicos foi de 63% dos alunos da UESC e de 63% dos alunos da UnB. Esses resultados apontam que os alunos têm a percepção dos textos de divulgação científica como ferramenta didática, sendo uma possibilidade de promover aos alunos o acesso às informações e, conseqüentemente, o pensamento crítico e as modificações de atitudes, interesses e valores.

Para Nascimento (2005a), é importante que esses futuros professores saiam da universidade “tendo em suas mãos a grande oportunidade de despertar em seus futuros alunos a crítica à sociedade sobre diversos tópicos científicos e tecnológicos, utilizando uma gama razoável de textos para tanto, entre eles os TDC”.

Espera-se, assim, que esses alunos, quando exercerem prática em sala de aula, passem a utilizar TDC com assuntos que evidenciam as polêmicas e os

debates inerentes à atividade científica, ajudando aos seus alunos nas tomadas de decisões que afetam suas vidas.

#### **6.4.4 Permitem a inserção de novas abordagens e temáticas nas aulas de Ciências**

*“[...] as consequências do analfabetismo científico são muito mais perigosas em nossa época do que em qualquer outro período anterior. É perigoso e temerário que o cidadão médio continue a ignorar o aquecimento global, por exemplo, ou a diminuição da camada de ozônio, a poluição do ar, o lixo tóxico e radioativo, a chuva ácida, a erosão da camada superior do solo, o desflorestamento tropical, o crescimento exponencial da população”*

**Carl Sagan**

Nos dois itens anteriores, elucidamos questões que dizem respeito ao acesso às informações para possibilitar a compreensão da ciência e tomar decisões. No entanto, cabe ressaltar que “não basta fornecer informações atualizadas sobre questões de ciência e tecnologia para que os alunos de fato se engajem ativamente em questões sociais” (SANTOS e MORTIMER, p.13). Em decorrência, para os autores, a formação de atitudes e valores “exige uma mudança de postura dos professores de ciências, no sentido de incorporar às suas aulas, discussões sobre temas sociais (p.13)”.

Nesse contexto, a inserção de temas atuais e relevantes torna-se imprescindível no Ensino de Ciências em que se objetiva formar cidadão. O caráter de atualidade traz para a sala de aula aquilo que o aluno vê, lê e ouve fora da escola, e muitas vezes não pode compreender (KAWAMURA e HOSOUKE, 1992, p.6).

Destacamos, assim, a importância da problematização de temas atuais a partir do uso de texto de Divulgação Científica, partindo do pressuposto de que esse tipo de material valoriza aspectos sócio-culturais implícitos ou explícitos nas suas entrelinhas.

As avaliações desse quesito mostram que 69% dos alunos da UESC e 74% dos alunos da UnB, acreditam que a utilização desse material permite inserir novas abordagens e temáticas nas aulas de ciências.

Esses resultados é um indicativo da percepção que os licenciandos têm sobre os textos de divulgação científica, quanto ao seu uso para as implicações sociais, econômicas e políticas que devem permear a educação.

#### 6.4.5 Desenvolvem o gosto pela leitura

*A leitura é uma fonte inesgotável de prazer mas por incrível que pareça, a quase totalidade, não sente esta sede.*

**Carlos Drummond de Andrade**

Sendo a leitura e o saber processos indissociáveis, destaca-se a importância de se desenvolver, em sala de aula, o interesse dos estudantes pela leitura como passo importante para a formação do leitor. Nesse contexto, o espaço escolar representa um lugar fundamental para propiciar uma atmosfera de leitura e escrita. Sobre isso, Silva (1988) destaca que, uma das funções da escola, é propiciar condições para que os alunos aprendam a ler adequadamente diferentes tipos de textos que existem na sociedade:

Ler para compreender os textos, participando criticamente da dinâmica do mundo da escrita e posicionando-se frente à realidade – esta é a finalidade básica que estabelecemos para as práticas de leitura na escola (p.2).

Nessa perspectiva, acreditamos que a leitura deva ser uma atividade que permeie todas as disciplinas, inclusive a disciplina de Química. Assumimos, assim, que atividades que contemplem a leitura em sala de aula tornam-se um desafio para todos os docentes em diferentes áreas do saber.

Em consonância, Silva (1998) afirma que o professor, independente da disciplina que ensina, é um professor de leitura, de tal forma, cabe a este promover atividades voltadas para a dinamização da leitura e, conseqüentemente, da formação de leitores. Sendo assim, torna-se necessário que os professores criem a “prática da leitura também e deixem de priorizar cegamente os conteúdos e passem a pensar em um ensino com pretensões mais amplas, cujo objetivo principal seja a formação de alunos cidadãos” (LEITE, 2008, p.34).

No que tange ao Ensino de Ciências, as atividades de leitura poderiam contribuir para diminuir o distanciamento entre o aluno e o conhecimento científico-tecnológico que, muitas vezes, reflete e reforça uma falta de motivação para seu aprendizado (ANDRADE E MARTINS, 2004). Além disso, a leitura e a escrita:

são habilidades a serem trabalhadas nas aulas de Ciências, visto que, muitas vezes, os estudantes são incapazes de interpretar questões de física, química, matemática etc., devido às deficiências na capacidade de leitura, o que implica, por conseguinte, nas dificuldades de aprendizagem científica da maioria da população (FRANCISCO JUNIOR; GARCIA JUNIOR, 2010, p.2).

Trazendo a Divulgação Científica para a esfera escolar, estudiosos com interesses no uso e funcionamento de textos de divulgação científica na sala de aula acreditam que esse material pode despertar o gosto pela leitura, bem como, desenvolver habilidades de leitura e de argumentação (TERRAZZAN E GABANA, 2003; MARTINS ET AL., 2004; RIBEIRO E KAWAMURA, 2005; FERREIRA E QUEIROZ, 2011).

Trabalhos como o de Rocha (2003), realizado com professores da Educação Básica e que fazem uso dessa material em sala de aula, apontam que a leitura de textos de divulgação científica é importante no sentido de contribuir para a formação do aluno, aumentando seu vocabulário e seus conhecimentos.

Logo, a leitura dos TDC nas aulas de ciências que pretendemos é, na perspectiva da formação de sujeitos-leitores-criticos, visando à criação de hábitos e o gosto de leitura pelos alunos.

Sobre essa ótica, podemos inferir que os textos divulgação científica podem ser considerados materiais com forte potencial de inserção na prática docente, de modo a analisar algumas questões sobre ciências, rediscuti-las e aprofundá-las. Portanto, entendemos que os TDC, a escola e o saber coexistam.

Nessa expectativa, espera-se que alunos em formação inicial tenham a percepção de que é possível estabelecer relações entre leitura e ensino de ciências, sendo passível o uso de TDC na sala de aula. Entretanto, os resultados desta pesquisa mostram que ainda é preciso trabalhar mais esses aspectos nos cursos de licenciatura, pois o percentual de alunos que acreditam que o uso de TDC desenvolve o gosto pela leitura foi de apenas 31% dos alunos da UESC e de 42% dos alunos da UnB.

Segundo Abreu *et alli* (2007), as diferentes disciplinas existentes em um curso de graduação em Química podem e devem contribuir para o desenvolvimento de atividades que possibilitem aos alunos um aumento gradativo na capacidade de compreensão dos materiais lidos e no gosto pela leitura.

Nessa perspectiva, entendemos que o uso de TDC deva começar no Ensino Superior, de modo a desenvolver gosto pela leitura nos alunos em formação inicial. Assim, esses futuros professores poderão entender o potencial didático desse tipo de material e desenvolver atividades de leitura no ensino escolar.

Acreditamos ser possível a superação dos alunos participantes em relação às suas ideias, através de vivências mais frequentes com situações didáticas dessa natureza. Dessa maneira, propomos que os cursos de formação docente reflitam constantemente sobre concepção/prática de leitura do professor, de modo que a leitura e a escrita, numa concepção interacionista de linguagem sejam consideradas como práticas sociais.

#### **6.4.6 Complementam o livro didático**

Uma das questões que têm sido discutidas entre pesquisadores que atuam na área de DC é a inserção de textos de divulgação científica na prática docente do ensino escolar como complementaridade ao livro didático. Esse argumento parte de duas percepções: a primeira é relativa às principais fontes de textos usualmente adotados pelos professores; a segunda está relacionada à forma como os textos são apresentados no LD.

São representativos para os pontos acima mencionados, os estudos de Gambarini e Bastox, 2006. Os autores apontam que “muitos professores afirmam utilizar livros didáticos como sendo a principal ou única fonte de textos utilizados em suas aulas”. Além disso, “os principais textos utilizados no ensino de ciências são aqueles presentes nos livros didáticos, que trazem uma visão fragmentada e desarticulada”.

Sendo assim, embora se saiba que o livro não é o único veículo de apresentação de textos didáticos, ainda é muito presente na prática dos professores a limitação ao uso de outros recursos didáticos. A relevância pretendida desse item não se situa na perspectiva de criticar o texto didático, mas visa a considerar os TDC

em variadas perspectivas educacionais, dentre elas, o complemento ao LD de modo a auxiliar na contextualização dos conteúdos.

Ao nosso olhar, os Textos de Divulgação Científica (TDC) situam-se em posição privilegiada em relação a alguns textos presentes nos livros didáticos. Estes textos usualmente apresentam uma fácil leitura, imagens e um contexto que privilegia fenômenos do cotidiano do aluno, despertando assim o seu interesse. Além disso:

Usualmente apresentam os assuntos numa linguagem flexível e próxima da utilizada no cotidiano das pessoas, não costumam exagerar no aprofundamento em detalhes específicos nem no uso de simbologia matemática como costuma acontecer em livros didáticos (Terrazzan e Gabana 2003).

Trabalhos como o de HALKIA et *alii* (2001) apontam que os textos de Divulgação da Ciência contêm conhecimentos mais atualizados do que os livros didáticos e por isso consideram esse tipo de material como mais atraentes e motivadores para os estudantes do que aqueles dos livros didáticos.

No entanto, como já mencionando em linhas anteriores desse manuscrito, esse é um material de caráter complementar e não deve substituir o livro didático. Acreditamos que, sendo complementares e com uso adequadamente planejado, podem contribuir para enriquecer o ensino.

Os resultados mostram que, para 62% dos alunos da UESC e de 84% dos alunos da UnB, o uso de textos de divulgação científica complementa o livro didático. Consideramos satisfatórios esses resultados, pois essa percepção dos alunos vem corroborar com o que se propõe a literatura. Isso também é um indicativo de que os cursos de formação inicial das universidades em questão buscam oferecer situações que provoquem reflexões sobre a prática escolar no que tange ao uso de materiais didáticos. Sendo assim, espera-se que o uso de TDC venha subsidiar as práticas em sala de aula desses futuros professores.

#### 6.4.7 Aumentam o interesse dos alunos pela Ciência

Frequentemente temos encontrado na literatura trabalhos que apontam o desinteresse dos alunos pela ciência e pouca motivação como alternativa profissional.

Essa realidade pode ser reflexo da forma como o conhecimento científico é comumente ministrado nas escolas de ensino básico: de forma meramente reprodutivista e alheia à realidade dos alunos. Aliado a isso, o pouco acesso aos meios de divulgação científica pautados em assuntos científicos, bem como a restrição no âmbito escolar de reflexões sobre o cientista e suas atividades, são fatores também influentes.

Diante disso, a didatização de textos de divulgação científica passa a ser uma alternativa potencialmente favorável para despertar nos alunos o interesse pela Ciência. Acreditamos que eles assumem o papel de entrelaçar o conhecimento cotidiano do aluno e o conhecimento científico, despertando assim curiosidades sobre ciência e conseqüentemente, interesse em aprender.

O trabalho de Terrazam (2000) elucida que, ao se trabalhar com esse tipo material, houve um aumento significativo da participação dos alunos. Corroborando com esse autor, os estudos de Martins *et alii* (2004) também apontam que o uso dos textos contribui para uma efetiva participação dos alunos, iniciando temas, propondo perguntas para discussão e estabelecendo relações entre contextos de informações relevantes, escolares e extraescolares.

Nessa perspectiva espera-se que os alunos em formação inicial despertem essa visão reflexiva do uso dos TDC em sala de aula, para que assim possam incorporar essa prática em futuras atividades na sala de aula.

Os resultados mostram que o percentual de alunos da UESC que acham que o uso de TDC no Ensino desperta o interesse dos alunos pela ciência foi de 69% enquanto que dos alunos da UnB foi de 78%. Essa visão dos alunos vem ao encontro de algumas considerações presentes na literatura, citadas anteriormente.

#### **6.4.8 Promovem a popularização da Ciência**

Os resultados da pesquisa para esse quesito indicam que 64% dos alunos da UESC e 63% dos alunos da UnB concordam que a uso de textos de divulgação científica no ensino promovem a popularização da ciência. Isso é um indicativo de que esses alunos tem a percepção da inclusão social no que tange às informações sobre o que se em produzido em termos de Ciência.

Diante da necessidade da democratização dos conhecimentos científicos e das percepções dos alunos e a percepção dos alunos de que os textos promovem a popularização da Ciência, esperamos que sejam trabalhadas estratégias de articular o Ensino de Ciências às práticas de popularização da ciência.

#### **6.4.9 Melhor serem aplicados em sala de aula da Educação Básica/ Melhor serem aplicados em sala de aula no Ensino Superior**

Os resultados a que chegamos até essa última parte da dissertação, mostram claramente que os alunos visualizam bem as potencialidades do uso dos textos de Divulgação Científica no Ensino. Esse último item teve, então, como objetivo, averiguar em que nível de ensino esses alunos acha melhor a utilização dos TDC enquanto ferramenta didática.

De acordo as Figuras 13 e 14, o percentual dos alunos da UESC que vislumbram o uso de TDC na Educação Básica foi de 62% e de 37% que acham melhor serem aplicados no Ensino Superior. Não muito diferente, o percentual de alunos da UnB foi de 63% e 15% respectivamente.

Observa-se que, na visão dos participantes dessa pesquisa, o caráter formativo do material em questão funcionaria melhor na sala de aula do espaço escolar da Educação Básica.

Uma reflexão relativa a esses resultados remete ao espaço da divulgação científica no Ensino. Onde seria melhor aplicado o texto de divulgação da Ciência? No ensino Médio ou no Ensino Superior? Como já discutido em linhas anteriores, ele pode proporcionar melhorias na qualidade do processo de ensino e aprendizagem dos alunos do Ensino Médio. Diante de todo o respaldo teórico sobre as

potencialidades do seu uso no ensino escolar mencionada ao longo dessa dissertação, não temos dúvidas da relevância desse material na prática pedagógica do professor.

Sendo assim, numa perspectiva formativa dos alunos, consideramos como positivas as suas percepções e o sentido que deram ao uso do TDC no ensino. As suas avaliações corroboram com as pesquisas apresentadas na primeira parte deste estudo que, assim como nós, constataram a relevância da inserção desse material na prática em sala de aula do Ensino Médio.

Entretanto, como toda prática na sala de aula da educação básica é reflexo da formação do Ensino Superior, não nos eximimos das potencialidades desse material também na formação inicial dos alunos.

Entendemos que o contato com os textos de divulgação científica ao longo da formação inicial, possibilita aos alunos uma situação de maior conforto para utilizá-los quando forem exercer a sua prática docente. Nascimento (2008), ainda esclarece que:

Se o licenciando é crítico e assume uma postura dinâmica ele, certamente, estará sintonizado com o que vem sendo notícia científica nos meios de comunicação e estará aberto às demandas de seu alunado (...) Os licenciandos utilizaram os TDC como catalisadores de suas aulas e conseguiram contar com a participação maciça dos alunos nas aulas de pré-regência e regência (p.219).

No seu conjunto, os resultados dessa última parte do questionário parecem demonstrar o caráter crítico/reflexivo dos alunos quanto ao uso de TDC no ensino. Observamos que grande parte desses estudantes apresenta uma visão otimista a esse respeito. Em síntese, o aporte teórico mencionado ao longo dessa dissertação reforça nossos resultados com relação aos textos promoverem o esclarecimento de fenômenos do dia a dia, o gosto pela leitura, a análise de riscos e benefícios da aplicação do conhecimento científico, a inserção de novas abordagens e temáticas nas aulas de Ciências e a compreensão, o interesse e a popularização da Ciência.

Contudo, ressaltamos que não basta apenas a percepção dos alunos relativa às potencialidades dessa estratégia didática. Isso nos permite avançar em algumas questões teóricas sobre o uso de TDC no ensino. O uso desse material sem planejamento não fará sentido, quanto o objetivo é torná-lo uma ferramenta de ensino-aprendizagem.

## 7 CONSIDERAÇÕES PARA UM NOVO COMEÇO

Os dados obtidos a partir da realização da pesquisa em questão nos permite tecer algumas considerações. No entanto, as considerações aqui construídas não são conclusivas, mas buscam o encaminhamento e perspectivas de continuidade da inserção da Divulgação Científica no Ensino.

De um modo geral, os resultados obtidos indicam que conseguimos alcançar a proposta pretendida, ou seja, conseguimos produzir o material de modo a contemplar as categorias que caracterizam os textos de Divulgação Científica de propósito educacional.

Algumas categorias apresentaram dificuldades de serem avaliadas como, por exemplo, a Natureza da Ciência e relação fenômeno-teoria. As avaliações dos alunos apontaram suas próprias deficiências sobre essas temáticas. Essa afirmação é baseada nos resultados que demonstraram que os alunos não conseguiram justificar suas respostas utilizando informações do texto. Logo, os resultados a que chegamos confirmam pesquisas apresentadas na literatura quanto às lacunas na formação inicial de professores referentes à natureza da Ciência e a experimentação. Isso se configura na necessidade de discussão explícita desses aspectos em cursos de formação de professores, bem como reflexões sobre a prática docente e o currículo de formação de professores de ciências.

Voltando à introdução desse manuscrito, foram colocadas duas questões norteadoras da pesquisa, a saber: Qual o papel da Divulgação Científica na educação básica? De que forma o processo de inserção de textos de Divulgação Científica pode contribuir na formação inicial de professores?

Ao longo dessa dissertação, a partir de todo um respaldo teórico, o qual foi reforçado pelos resultados da pesquisa, tecemos as funções da DC no ensino escolar, mais especificamente o papel dos TDC. A postura crítica dos alunos indica a viabilidade do uso do material no ensino formal, corroborando, assim, com ideias já levantadas por outros pesquisadores da área, como por exemplo, com os estudos de Silva (2003). A autora defende o uso da divulgação científica em sala de aula sob uma perspectiva vygotskiana, acreditando que o desenvolvimento do aluno se dá a

partir de suas interações no meio social em que vive. Nesse sentido, acreditamos que texto de divulgação pode contribuir também para uma maior interação como o grupo de colegas.

Porém, a validação dessas funções depende de como elas vêm sendo tratadas tanto na formação inicial como na formação continuada dos professores.

A partir das vozes dos participantes dessa pesquisa relativas às variadas potencialidades dos TDC, podemos inferir que os mesmos favorecem uma eficácia na formação inicial de professores, no sentido de se repensar sobre os diversos recursos pedagógicos e suas possibilidades e estratégias de uso. Nesse contexto, o TDC assume o “potencial de, na formação inicial de professores críticos, despertá-los para uma análise de todos os acontecimentos sociais próximos a eles ou não” (NASCIMENTO, 2005, p.211).

Entendemos que as atividades com TDC, visando à aprendizagem, contrapõem-se a uma simples tarefa de leitura escolar e, assim, torna-se necessário o desenvolvimento de estratégias para sua utilização.

Logo, alguns comentários das estratégias didáticas do uso de TDC e de seus aspectos teórico-metodológicos merecem ser tecidos.

O processo didático da inserção do material que propomos pressupõe alguns elementos imprescindíveis para a sua eficiência. Primeiramente ressaltamos que:

Entender o processo didático como totalidade abrangente implica vincular conteúdos, ensino e aprendizagem a objetivos sócio-políticos e pedagógicos e analisar criteriosamente o conjunto das condições concretas que rodeiam cada situação didática. Em outras palavras, o ensino é um processo social, integrante de múltiplos processos sociais, no qual estão implicadas dimensões políticas, ideológicas, éticas, pedagógicas, frente às quais se formulam objetivos, conteúdos e métodos conforme opções assumidas pelo educador (LIBÂNEO, 1993, p. 56).

Sobressai, nesta análise, que o uso, por si só, não garante a melhoria do ensino, indicando que a presença do professor é fundamental nesse processo. Ao nosso olhar vygotkiano, os textos de divulgação científica assumem o papel de mediadores no processo ensino aprendizagem e o professor assume o papel de disponibilizar essa ferramenta e conduzir à sua utilização.

Logo, a postura do professor é um dos elementos que assumem uma posição de destaque, pois o planejamento deve ser pensando de modo que suas ações sejam guiadas pelas motivações e as intenções de uso desses textos. Em outras

palavras, “o professor deve ter em mente os objetivos do ensino, e que irá levá-los em conta, na organização das situações de aprendizagem” (CHINELLI, *et alii*, 2010).

Por exemplo, na utilização de um texto de Divulgação Científica, o professor precisa identificar os conceitos e/ou informações mais significativas, fazer recortes e inserções, além de estabelecer relações conceituais, interdisciplinares e contextuais. (PARANÁ, 2008, p.71). Corroborando com o autor, Nascimento (2008) assume que:

O texto em si não é garantia de nada, seja ele um texto de livro didático, de revista ou adaptado de um jornal, embora determinados textos sejam propiciadores de leituras mais polissêmicas que outros. É o olhar crítico do licenciando/professor que determinará qual texto deve ir para a sala de aula sofrendo ou não modificações. É na ação de mexer, alterar, diminuir etc. mas também a ação do professor já em aula é que o funcionamento do texto será determinado (p.232).

Terrazan e Gabana (2003) fazem algumas considerações importantes sobre a postura do professor relacionadas às estratégias do uso dos TCD em sala de aula:

- É necessário que o professor se conscientize da importância de levar o texto de divulgação científica para a sala de aula através de estratégias bem pensadas e elaboradas;
- É preciso que o professor tenha consciência de que ele próprio precisa ler estas publicações ou reportagens e estar minimamente informado e preparado para o tratamento e discussão, de modo que possa considerar as informações trazidas pelo texto e as informações trazidas pelos alunos;
- A utilização de textos de divulgação científica em sala de aula também pode deixar o professor inseguro em um primeiro momento. Segundo os autores, isso acontece porque a leitura desses textos proporciona diversidade de informações sobre assuntos variados, ao contrário dos livros didáticos que costumam apresentar os conteúdos de forma focada e compactada;
- Para fazer uso de qualquer outro recurso que não seja apenas exposição, o professor sempre deverá disponibilizar tempo suficiente para que a atividade didática seja desenvolvida de forma adequada.

A noção de tipologia do discurso é outro fator que deve permear durante o uso de um TDC. O discurso predominantemente autoritário nas aulas tradicionais deve ser rompido, dando lugar à polissemia. Na perspectiva bakhtiniana nos

constituímos à medida que nos relacionamos com o outro logo, é preciso reconhecer a presença do outro, daquele a quem está falando. Esse pressuposto fundamental do pensamento bakhtiniano nos remete a considerar que o professor não deve atuar como o único agente locutor na sala de aula, é necessário ouvir às múltiplas vozes presentes na sala de aula, dando espaço ao dialogismo.

Assim, a formação inicial assume o importante papel de disponibilizar aos alunos estratégias de seu uso. No entanto, Abreu (2009) menciona que ainda são poucos os trabalhos que relacionam a formação de professores e o uso desses textos em contextos escolares.

Diante do exposto, os resultados apresentados permitem responder às nossas questões de pesquisa, permitindo-nos argumentar em favor das atividades com textos de divulgação científica no Ensino de Química e, por isso, um material a ser utilizado na formação inicial de professores de Química. Consideramos que os textos de divulgação científica podem contribuir para a formação de futuros professores, mostrando diferenciadas estratégias na abordagem de temas, que poderão contextualizar conteúdos de Química, além de possibilitar a inserção da NdC, experimentação, HC e de aspectos de CTS e meio ambiente.

Visando contribuir para as futuras práticas docentes dos estudantes, propomos que, nas disciplinas do estágio supervisionado, seja valorizado o uso desses materiais no plano de aula da regência, já que os mesmos assumem a potencialidade desse uso. Para isso, torna-se necessária a inserção de debates nessa disciplina, sobre a potencialidade dos textos de Divulgação Científica como apoio ao ensino formal. Esses debates devem aprofundar discussões sobre o que é um TDC, sobre o seu caráter educativo/formativo, bem como traçar estratégias de uso que valorize o seu potencial.

Os textos foram escritos pensando em alunos do Ensino Médio, mas se os professores não compreendem onde se deseja chegar, nem as possibilidades que potencialmente tem o material didático, ele chega à sala de aula sem contribuir para o processo ensino-aprendizagem.

Logo, a formação inicial de professores de Química compartilha da responsabilidade de propiciar aos alunos experiências de se trabalhar com os textos de divulgação da Ciência visto que, para que ele seja material educacional, precisa ser compreendido em sua essência pelo professor que irá usá-lo como estratégia didática. Além disso, a experiência que o aluno adquire com o uso dessa material

refletirá aquela em que ele vai atuar. Por fim, entendemos ser necessário que o professor experimente enquanto aluno aquilo que utilizará com seus próprios alunos.

Como perspectiva de continuidade, esperamos que estas últimas considerações da nossa pesquisa direcionem o olhar do professor para novas possibilidades de ensino, permitindo-o reconfigurar a sala de aula. Além disso, pretendemos outros olhares de modo a contribuir para a melhoria do material produzido e da pesquisa como um todo. Como diz Marisa Monte, “o seu olhar, o seu olhar, melhora o meu”. Esperamos, também, sugestões para o desenvolvimento das atividades didáticas com uso de textos de Divulgação Científica numa perspectiva investigativa, de modo a funcionar como elementos motivadores e estruturadores da aula.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L. N. Textos de divulgação científica no ensino superior de química; Funcionamento e produção de sentidos. 2009. 207 p. **Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências)**. Instituto de Química de São Carlos.

AMARAL, A. L.; Adjetivação do professor: Uma identidade perdida? In: VEIGA, I. P. A. AMARAL, A. L (Orgs.). **Formação de professores: políticas e debates**. 3ª ed. Campinas: Papirus, 2006. p.131-152.

ANDRADE, I. B.; MARTINS, I. Discursos de professores de Ciências sobre leitura. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino De Física**, 9, Jaboticatubas, MG. Atas... Jaboticatubas: SBF, 2004. CD-ROM.

ASSIS, A. TEIXEIRA, O.P.B. Algumas reflexões sobre a utilização de textos alternativos em aulas de física. In: **Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC**. Bauru, SP, 2003.

AUGUSTO, T. G. S. CALDEIRA, A.M.A; CALUZI,J; NARDI,R. Interdisciplinaridade: Concepções de professores da área ciência da natureza em formação em serviço. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 2, 2004. p. 277-289.

AUTH, M. A Formação de Professores de Ciências Naturais na Perspectiva Temática e Unificadora. Florianópolis, 2002. 218 p. **Tese de Doutorado**. Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina.

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

BAKHTIN, M. **Estética da Comunicação Verbal**. 4. ed. São Paulo: Martin Fontes, 2003, Trad: Paulo Bezerra.

BAKHTIN, M. **Marxismo e Filosofia da Linguagem**.12ªed. São Paulo ; Hucitec, 2006.

BARCELOS, N. N. S.; VILLANI, A. Troca entre universidade e escola na formação docente: uma experiência de formação inicial e continuada. **Ciência & Educação**, Bauru, SP, v.12, n.1, 2006. p. 73-97,.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica - Ministério da Educação e Cultura. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

BRASIL. MEC/SEB/DEP/COPFOR. Rede Nacional de Formação Continuada de Professores de Educação Básica: orientações gerais. 2005. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livrodarede.pdf>> Acesso em: 2 janeiro 2011.

BRITO A. de J. NEVES, L. S. de; MARTINS, A. F. P. A História da Ciência e da Matemática na formação de professores. In: NUÑEZ, I. B. e RAMALHO, B. L. (orgs.). Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática: o novo ensino médio. Porto Alegre: Sulina, 2004. p. 284-296.

BUENO, W. C. Jornalismo ambiental: explorando além do conceito. In: Girardi, I. M. T. Girardi; Schwaab, R. T. (Org.). **Jornalismo ambiental: desafios e reflexões**. Porto Alegre: Dom Quixote, 2008, v., p. 105-118.

CANDOTTI, E. . Ciencia na educação Popular. In: Luisa Massarani; Ildeu de Castro Moreira; Fátima Brito. (Org.). Ciencia e o publico. Ciencia e o publico. Rio de Janeiro: UFRJ, 2002, v. , p. 15-23.

CARNEIRO, M. H. S. Por que divulgar o conhecimento científico e tecnológico? **Revista Virtual de Gestão de Iniciativas Sociais**, edição especial, p. 29-33, março de 2009.

CHASSOT, A. Fazendo uma oposição ao presenteísmo com o ensino de filosofia e história da ciência. *Episteme*. v.3, n.7, p.97-107, 1998. Disponível em: <<http://www.ilea.ufrgs.br/episteme/portal/index.php>> . Acesso em: 10 jun. 2011.

CHAVES, T. V.; MEZZOMO, J. & TERRAZAN, E. A. Avaliando práticas didáticas de utilização de textos de divulgação científica como recurso didático em aulas de Física no Ensino Médio. In: **Atas do III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC**. Atibaia, SP, 2001.

CHEVALLARD, Y. (1991) **La Transposición Didáctica**: del saber sabio al saber enseñado. Buenos Aires: Aique.

CHINELLI, M. V.; Ferreira, M. V. S.; Aguiar, L. E. V. Epistemologia em Sala de Aula: A Natureza da Ciência e da Atividade Científica na Prática Profissional de Professores de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 1, p. 17-35, 2010

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2006.

CINI, M. O paraíso perdido. **Revista Ciência Hoje**, v.23, n.138, p.8-11, 1998.

CUNHA, M. B.; GIORDAN, M. A divulgação científica como um gênero de discurso: implicações para a sala de aula. In: **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2009, Florianópolis. Anais do VII ENPEC. Belo Horizonte: ABRAPEC, 2009. v. 1. p. 1-11..

FAZENDA, I.C.A **Interdisciplinaridade – História, Teoria e Pesquisa**. Campinas, Editora Papirus, 1993.

FERREIRA, L. N.; QUEIROZ, S. L.. Artigos da revista Ciência Hoje como recurso didático no ensino de química. **Química Nova** (Impresso), v. 34, p. 354/2-360, 2011.

FILHO, E. B.; FIORUCCI, A. R.; CHIMENEZ, T. A.; WONDRACEK, M. H. P.; SILVA, W. R. BOTEGA, B. S. In: 57ª Reunião Anual da SBPC, 2005. Anais da 57ª Reunião Anual da SBPC, 2005.

FLÔR, C. C. Leituras dos Professores de Ciências do Ensino Fundamental Sobre as Histórias da Ciência. 2005. 114 f. **Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica)**. UFSC, Florianópolis.

FRANCO, M. A. S. Pedagogia da pesquisa-ação. **Educação e Pesquisa** (USP), São Paulo, v. 31, n. n.3, p. 483-502, 2005.

FRANCISCO JUNIOR, W. E. ; GARCIA JÚNIOR, O. Leitura em sala de aula: Um caso envolvendo o funcionamento da ciência. **Química Nova na Escola**, v. 32, p. 191-199, 2010.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

FREITAS, M, T, A. **Baktim e a psicologia** In: FARACO, C, A; TEZZA, C; CASTRO, G (orgs). **Diálogos com Baktim**. Paraná: Ed. UFPR, 1996

GAUCHE, R. Contribuição para uma análise psicológica do processo de constituição da autonomia do professor. **Tese (Doutorado em Psicologia)**. Instituto de Psicologia, UnB, Brasília, 2001.

GIL-PÉREZ, D. ; CARVALHO, A. M. P. **Formação de professores de Ciências: tendências e inovações**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1995.

GOMES, M.C; POIAN, A. T; GOLDBACH, T. Revistas de Divulgação Científica no Ensino de Ciências e Biologia: Contribuições e Limitações de seu Uso. In: XI Encontro Bienal da Rede Pop, 2011, Campinas Atas do redpop2 011.

HALKIA, K. R. ; THEODORIDOU, S. MALAMITSA, K. Teachers' views and attitudes towards the communication code and rhetoric used in pres science articles. Proceedings of the Third International Conference of the European Science Education Research Association. Thessaloniki, Grécia, 21-25 de ago., 2001.

HARRES, J.B.S. (1999). Evolução do conhecimento profissional de professores de ciências: estudo de um caso. I Seminário de Educação Superior. Canoas: ULBRA.

HERNANDO, M. C. Difusión, Divulgación y Diseminación. **La divulgación de la ciencia, desafío del siglo XXI**. 2006 Disponível em: <http://www.manuelcalvohernando.es/articulo>. Acesso em: 25 de Abril, 2011.

HERNANDO, M. C. **Objetivos de La divulgación de La ciencia**. Disponível em: <HTTP://chasqui.comunica.org/hernando.htm> 1997. Acessado em 25 de Abril, 2011.

JAPIASSU, Hilton. **Interdisciplinaridade e a Patologia do Saber**, Rio de Janeiro: Imago, 1976.

- KAWAMURA, M. R.; HOSOUME, Y. **Programa para o aperfeiçoamento de professores da rede estadual de ensino**. Governo de Sao Paulo, Sao Paulo 1992.
- KOSMINSKY, L.; GIORDAN, M.. Visões sobre Ciências e sobre o Cientista entre Estudantes do Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 15, p. 11-18, 2002.
- KREINZ, G.; PAVAN, C.; MARCONDES FILHO, C.. Feiras de Reis: cem anos de divulgação científica no Brasil. São Paulo: Publicações NJR, 2007. v. 10.
- KUHN, T. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1975.
- KURZMANN, S. M. ; PICCINI, I. P. ; LAMARQUE, T. ; TERRAZZAN, E. A. . Produções em Educação em Ciências sob a perspectiva CTS-CTSA. In: **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2009, Florianópolis/SC. Anais em VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009.
- LEITE, A. E. Leitura No Ensino De Física: Concepções, Sentidos, Possibilidades E Dificuldades Segundo O Olhar Dos Professores. 137. 2008 p. **Dissertação (Mestrado em Educação)**. Universidade Federal do Paraná.
- LEDERMANN, N.G. (1992). Student's and teacher's conceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4):331-359
- LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1993.
- LOPES, A. R.C. **Conhecimento Escolar: Ciência e cotidiano**. Ed. Uerj, 1999.
- LOPES, A.R C. Conhecimento escolar em química - processo de mediação didática da ciência. **Química Nova**, São Paulo, v. 20, n.5, p. 563-568, 1997.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: E.P.U., 1986, p. 11 – 48.
- MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de química: professores, pesquisadores**. Ijuí, RS: Ed. UNIJUÍ, 2000. 419p. (Educação em química).
- MALDANER, O.; ZANON, L. B. Situação de Estudo: uma organização do ensino que extrapola a formação disciplinar em Ciências. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. **Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores**. Ijuí: Editora Unijuí, 2004, p.43-84
- MASSARANI, L. A divulgação científica no Rio de Janeiro: algumas reflexões sobre a década de 20. Rio de Janeiro, 1998.177 p. **Dissertação ( Mestrado em Ciência da Informação)**. Instituto Brasileiro de Informações em Ciência e Tecnologia, IBICT, Brasil.

MARANDINO, M. O Conhecimento Biológico nos Museus de Ciências: análise do processo de construção do discurso expositivo. São Paulo, 2001. 451 p. **Tese (Doutorado em Educação)**. Universidade de São Paulo, USP, Brasil.

MARTINS, I. ; Gouvêa, I; Piccinin,C. Aprendendo com imagens. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.4, n.4, 2005.

MARTINS, I.; NASCIMENTO, T.G. E T.B. ABREU Clonagem na sala de aula: um exemplo do uso didático de um texto de divulgação científica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.9, n.1, p.95-11, 2004.

MARCONDES, M. E. R.;Carmo, M. P.; suart, R. C.;Silva E. L.; Souza, F.L.; Santos J.B.;Akahoshi, L.H.Materiais Instrucionais Numa Perspectiva CTSA: Uma Analise de UnidadesDidáticas Produzidas Por Professores de Química em Formação Continuada. **Investigações em Ensino de Ciências**. v14(2), pp. 281-298, 2009

MATTHEWS, M. R. Historia, Filosofia e Enseñanza de las Ciencias: la aproximación actual. **Enseñanza de Las Ciencias**, v.12; n.2, p.255-271, 1995.

MENEGAT, T. M. C.; FAGAN, S. B. O Uso de Textos de Divulgação Científica para abordagens de Tópicos de Nanociências em Aulas de Física. **In: XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2009, Vitória - ES. Anais do Snef. São Paulo - SP : Editora da SBF, 2009. v. 1. p. 1-8.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em Saúde**. São Paulo: Hucitec. Rio de Janeiro: Abrasco, 1999.

MOREIRA, I. C. A inclusão social e a popularização da ciência e tecnologia no Brasil. **Inclusão Social**, vol. 01, nº. 2, p 11-16, Brasília, 2006.

MOREIRA,I. (Org.); ALMEIDA, Carla (Org.) MASSARANI, L. M. (Org.). **Cordel e Ciência – A ciência em versos populares**, v.1, p. 252, 2005.

MORIN, E **Saberes globais e saberes locais: o olhar transdisciplinar**. Rio de Janeiro Garamond, 2000.

MORTIMER, E. F. Concepções atomistas de estudantes. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 1, p. 23-26, maio de 1995.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre - RS, v.7, n.3, 2002.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v. 23, n. 2,p. 273-83, 2000.

McCOMAS, W. F. Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. **Science & Education**, v. 17, n. 2-3, pp. 249-63, 2008.

MURCHO, D. Limites do papel da lógica na filosofia. **Revista Filosófica de Coimbra** - n. 14, 1998.

NASCIMENTO, T.G Leituras de divulgação científica na formação inicial de professores de ciências. 2008, 234 p., **Tese** (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica), Universidade de Santa Catarina-UFSC- Brasil.

NASCIMENTO, T. G. ; JUNIOR, M. F. R. A produção de divulgação científica na área de educação em ciência: referenciais teóricos e principais temáticas. **Investigação em Ensino de Ciências**, v.15, n.1, p.97-120, 2010.

NASCIMENTO, T.G o discurso da divulgação científica no livro didático de ciências: características, adaptações e funções de um texto sobre Clonagem. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**,V.5, n.1, p.28,2005a

NASCIMENTO, T. G. Contribuições da análise do discurso e da epistemologia de Fleck para a compreensão da divulgação científica e sua introdução em aulas de ciências. **Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciência** v. 7, n. 2, p. 1-18, 2005b.

OLIVEIRA, M. C; MARINELI, F. ; GUIMARÃES FILHO, Z. ; PACCA, J. L. A. As concepções sobre Incerteza nas Medidas, em um Museu de Ciências: Construindo Categorias de Análise. In: **XV Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2003, Curitiba. Atas do XV SNEF. Curitiba: CEFET-PR/UFPR, 2003. v. 1. p. 1-15.

PEREIRA, C. L. N. ; SILVA, R. R. A História da Ciência e o Ensino de Ciências. **Revista Virtual de Gestão de Iniciativas Sociais**, edição especial p. Março 2009.

PÉREZ, C. MOLINI, A. M. V. Consideraciones generales sobre La alfabetización científica en los museos de la ciencia como espacios educativos no formales. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 3, n. 3, 2004.

PIASSI, L. P. C. ; PIETROCOLA, M. Ficção científica e ensino de ciências: para além do método de encontrar erros em filmes. **Educação e Pesquisa** (USP. Impresso), v. 35, p. 525-540, 2009.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência da Educação. Diretrizes Curriculares de Ciências para a Educação Básica. Disponível em: <<http://www.seed.pr.gov.br/portals/portal/diretrizes/index.php>>. Acesso em: Março de 2012.

PASQUALI, A. **Comprender La comunicación**. Caracas, Venezuela: Monte Ávila Editora, 1979.

PORLÁN, R. & RIVERO, A. El conocimiento de los profesores: una propuesta en el área de ciencias. Sevilla: Díada, 1998.

PORTO, P.A. História e Filosofia da ciência no Ensino de Química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Unijuí.2010.p. 159-180.

REIS, J. Professor José Reis: um divulgador da ciência. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, v. 1., n. 1, p. 77-78, jul.-ago./1982. p. 78.

REIS, J. Divulgação científica. **Revista Espiral – Revista Eletrônica de Divulgação Científica**, ano 7, n. 27, abr-mai-jun., 2006. Disponível em <http://www.eca.usp.br/nucleos/njr/esprial/more27b.htm>.

Reis, J. Ponto de vista: José Reis. In L. Massarani, I. C. Moreira & F. Brito (Eds.), **Ciência e público: Caminhos da divulgação científica no Brasil** (pp. 73-78). Rio de Janeiro, RJ: Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002.

RICARDO, E, C. Competências, interdisciplinaridade e contextualização: dos Parâmetros Curriculares Nacionais a uma compreensão para o ensino das ciências. 2005. 257 f. **Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica)** - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

RIBEIRO, R. A; KAWAMURA, M. R . **A ciência em diferentes vozes: uma análise de textos de divulgação científica**, In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2005, Bauru. Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2005.

ROCHA, M. B. O potencial didático dos textos de divulgação científica segundo professores de ciencias.Rio de Janeiro, 2003. **Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Saúde)**. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional nas Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

SCHEID, N.; FERRARI N.; DELIZOICOV D. Concepções sobre a natureza da ciência num curso de ciências biológicas: imagens que dificultam a educação científica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 157-181, 2007.

SALÉM, S. KAWAMURA, R. O texto de divulgação e o texto didático: conhecimentos diferentes? In: Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física, **Atas do Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física**. Águas de Lindóia, 1996.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência e Educação (UNESP)**, Bauru, v. 7, n.1, p. 95-111, 2001.

SANTOS, M. E. Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI: co-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de ciências. In: **Atas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Valinhos, SP, 1999.

SANTOS, W. L. P. dos. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica - **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2007.

SANTOS, W. P. L.; GAUCHE, R.; MÓL, G. DE S.; SILVA, R., R.; BAPTISTA, J. A. Formação de Professores: uma proposta de pesquisa a partir da reflexão sobre a prática docente. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 08, nº1, p.1-14, 2006.

SCHNETZLER, R. P. Um estudo sobre o tratamento do conhecimento químico em livros didáticos brasileiros dirigidos para o ensino secundário de Química de 1875 a 1978. **Química Nova**, v. 4, n. 1, p.15, 1981.

SCHNETZLER R.P. Concepções e Alertas sobre a formação continuada de professores de química. *Químicas Novas da Escola*, 2002 n 16 p 15-20.

SANTOS, W. L.; SCHNETZLER, R. P, **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Inijui, 2003.

SILVA, B. V. C. A Natureza da Ciência pelos alunos do ensino médio: um estudo exploratório. **Lat. Am. J. Phys. Educ.** V. 4, N. 3, Sept. 2010

SILVA, E. T. **A Leitura no Contexto Escolar**. – Série Ideias, n. 5, São Paulo: FDE, 1988.

SILVA, M. R. Popularização do conhecimento científico: estudo de caso no museu de anatomia humana da Universidade de Brasília. Brasília, 2004. 153 p. **Dissertação (Mestrado em Educação)**. Faculdade de Educação, Universidade de Brasília.

SILVA, R. M. G. Contextualizando aprendizagens em Química na formação escolar. **Química Nova na Escola**, nº 18, p 26-30, 2003.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Unijuí.2010.p. 236-261

SILVA, S. F.; NÚÑEZ, I. B. O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes: reflexões teóricas-metodológicas. **Química Nova**, v. 25, n. 6, 2002.

SILVA, L. H. A.; SCHNETZLER, R. P. Buscando o caminho do meio: a sala de espelhos na construção de parcerias entre professores e formadores de professores de ciências. **Ciência e Educação (UNESP)**, Bauru, v. 6, n. 1, p. 43-53, 2000.

SILVA, F. A. S.; FIREMAN, E.C. Licenciatura em química num curso de educação à distância: Reprodução de um curso presencial? **Revista Científica de Educação a Distância**, v.3, n.5, DEZ. 2011. Disponível em <<http://revistapaideia.unimesvirtual.com.br>>

SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de Ciências. In: Schnetzler, R. P.; Aragão, R. M. R. (orgs.). **Ensino de Ciências: Fundamentos e Abordagens**, Piracicaba: Capes/Unimep: Piracicaba, cap. 6, p. 120-153, 2000

SILVA, L, C, M. A radioatividade como tema em uma perspectiva Ciência-Tecnologia- Sociedade com foco em História e Filosofia da Ciência 2009. 234 p. **Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências)**. Instituto de Química, Universidade de Brasília.

SILVA, E. T. Ciência, leitura e escola. In: ALMEIDA, M. J. P. M. e SILVA, H. C. (orgs.). **Linguagens, leituras e ensino de ciência**. Campinas, SP: Mercado de Letras e Associação de Leitura do Brasil, 1998.

SILVA, C. H. & ALMEIDA, M. J. P. M. Uma revisão de trabalhos sobre o funcionamento de textos alternativos ao livro didático no ensino de Física. In: **Atas do II Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC**. Valinhos, SP, 1999.

SOARES, GJ; XAVIER, M, H, F, B; **Visões de Ciências dos Alunos Ingressantes no Curso de Química da UFG**. Atas do XIV ENEQ, Paraná, 2008.

TERRAZZAN, E. A.; GABANA, M. **Um estudo sobre o uso de atividade didática com texto de divulgação científica em aulas de física**. Atas do IV ENPEC. Bauru, 2003.

VÁZQUEZ-ALANSO, A.; MANASSERO-MAS, M. A.; ACEVEDO-DIAZ, J. A. E ACEVEDO-ROMERO, P. Consensos sobre a natureza da ciência: a ciência e a tecnologia na sociedade. **Química Nova na Escola**, n.27, p.34-50, 2007.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

ZANON, L. B.; TIECHER, T. R. ; HAMES, C. Contextualização e Mediação de Conhecimentos Escolares em Explicações de Conteúdos de Ciências Naturais. In: **Encontro Nacional de Ensino de Química, 2010**, Brasília. Encontro Nacional de Ensino de Química, 2010. p. 01-12.

ZAMBONI, L. M. S. **Cientistas, jornalistas e a Divulgação Científica**. Campinas: Autores Associados, 2001.

ZANON, L. B. ;PALARINI, E. M. A. Química no ensino fundamental de ciências. **Química Nova na Escola**, n. 2, p.15-18, 1995.

## APÉNDICE

**APÊNDICE A: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)**

Prezado (a) Senhor (a): \_\_\_\_\_

Você está sendo convidado (a) a participar, como voluntário (a), em uma pesquisa que servirá identificar a relevância da inserção da Divulgação Científica na formação inicial de professores de Química. No caso de aceitar fazer parte da mesma, você vai ler um texto e responderá a um questionário. Você terá liberdade para pedir esclarecimentos sobre qualquer tópico, bem como para desistir de participar da pesquisa em qualquer momento que desejar, sem que isto leve você a qualquer penalidade.

Como responsável por este estudo, tenho compromisso de manter em sigilo todos os dados pessoais confidenciais, bem como de indenizá-lo se sofrer algum prejuízo físico ou moral por causa do mesmo.

Assim, se está claro para o senhor (a) a finalidade desta pesquisa e se concorda em participar como voluntário, peço que assine este documento.

Meus sinceros agradecimentos por sua colaboração,

Verenna Barbosa GOMES

Pesquisadora Responsável

Universidade de Brasília

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências

Eu, \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_,

Aceito participar das atividades da pesquisa DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA. Fui devidamente informado (a) que terei de ler um texto e responder um questionário. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve à qualquer penalidade, e que os dados de identificação e outros pessoais não relacionados à pesquisa serão tratados confidencialmente.

Local e data: \_\_\_\_\_, \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura

**APÊNDICE B: Questionário para alunos de semestre inicial**

Caro estudante,

Saliento que, todas as informações fornecidas neste questionário serão consideradas estritamente confidenciais e os dados reservados para uso exclusivo da minha dissertação de mestrado. Caso seja de seu interesse, os resultados da pesquisa estarão à sua disposição após a conclusão do trabalho.

Certo de sua indispensável colaboração, agradeço antecipadamente.

**Identificação do aluno**

Sexo:  Feminino  Masculino    Semestre/Ano de ingresso no curso: \_\_\_/\_\_\_

Curso:  Bacharelado em Química  Licenciatura em Química  Química Tecnológica

**Meios de Difusão Científica no Brasil**

Abaixo encontra-se listados alguns meios de difusão científica no Brasil. Atribua uma nota de 0 a 3 indicando a freqüência com que você os acessa para obter informações. Sendo 0= nunca, 1=raramente 2= às vezes e 3 = frequentemente.

	0	1	2	3		0	1	2	3
Revista Galileu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Jornal impresso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Revista Ciência Hoje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Internet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Revista Super Interessante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Televisão	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Revista Scientific American	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Revista Química Nova na Escola	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Revistas semanais (Época, Isto é, Veja)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					

**Forma do texto**

Considere 0= não se aplica; 1 = fraco; 2= médio; 3 = bom e atribua nota de 0 a 3 para as questões abaixo, avaliando se o texto

	0	1	2	3
1. Apresenta uma linguagem acessível ao grande público.....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Apresenta um diálogo entre o autor e o leitor.....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Permite esclarecer fenômenos curiosos do dia a dia.....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Aborda o tema numa sequência lógica.....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Apresenta conteúdos de Química.....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Apresenta termos científicos seguidos de uma explicação.....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Apresenta temática de relevância social. ....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Contém recursos visuais (figuras, tabelas e/ou boxes) adequados.....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### Conteúdo do texto

Considere 0= não se aplica; 1 = fraco; 2= médio; 3 = bom. Na coluna 1 atribua nota de 0 a 3 avaliando se o texto apresenta os aspectos abaixo. Na coluna 2 identifique as linhas em que estes aspectos se encontram no texto.

O texto apresenta aspectos:	0	1	2	3	Linhas
problematizadores, abrindo possibilidades de discussão					
interdisciplinares					
das <b>relações</b> éticas, de consumo e cidadania					
da relação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)					
da História da Ciência;					
da natureza do conhecimento científico					
da relação fenômeno- teoria					

**APÊNDICE C: Questionário para alunos de semestre avançado**

Caro estudante,

Saliento que, todas as informações fornecidas neste questionário serão consideradas estritamente confidenciais e os dados reservados para uso exclusivo da minha dissertação de mestrado. Caso seja de seu interesse, os resultados da pesquisa estarão à sua disposição após a conclusão do trabalho.

Certo de sua indispensável colaboração, agradeço antecipadamente.

### Identificação do aluno

Sexo:    Feminino     Masculino     Semestre/Ano de ingresso no curso: \_\_\_/\_\_\_

Curso:     Bacharelado em Química     Licenciatura em Química     Química Tecnológica

### Meios de Difusão Científica no Brasil

Abaixo encontra-se listados alguns meios de difusão científica no Brasil. Atribua uma nota de 0 a 3 indicando a freqüência com que você os acessa para obter informações. Sendo 0= nunca, 1=raramente 2= às vezes e 3 = frequentemente.

	0	1	2	3		0	1	2	3
Revista Galileu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Jornal impresso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Revista Ciência Hoje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Internet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Revista Super Interessante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Televisão	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Revista Scientific American	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Revista Química Nova na Escola	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Revistas semanais (Época, Isto é, Veja)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					

### Forma do texto

Considere 0= não se aplica; 1 = fraco; 2= médio; 3 = bom e atribua nota de 0 a 3 para os quesitos abaixo, avaliando se o texto

	0	1	2	3
3. Apresenta uma linguagem acessível ao grande público.....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Apresenta um diálogo entre o autor e o leitor.....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Permite esclarecer fenômenos curiosos do dia a dia.....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Aborda o tema numa sequência lógica.....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Apresenta conteúdos de Química.....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Apresenta termos científicos seguidos de uma explicação.....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. Apresenta temática de relevância social. ....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11. Contém recursos visuais (figuras, tabelas e/ou boxes) adequados.....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Conteúdo do texto**

Considere 0= não se aplica; 1 = fraco; 2= médio; 3 = bom. Na coluna 1 atribua nota de 0 a 3 avaliando se o texto apresenta os aspectos abaixo. Na coluna 2 identifique as linhas em que estes aspectos se encontram no texto.

O texto apresenta aspectos:	0	1	2	3	Linhas
problematizadores, abrindo possibilidades de discussão					
interdisciplinares					
das <b>relações</b> éticas, de consumo e cidadania					
da relação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente					
da História da Ciência;					
da natureza do conhecimento científico					
da relação fenômeno- teoria					

**Uso de textos**

Atribua uma nota de 0 a 3 indicando as possibilidades do uso de textos de divulgação científica no ensino. Sendo 0= não se aplica; 1 = fraco; 2= médio; 3 = bom

- |   | 0                     | 1                     | 2                     | 3                     |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1. É melhor serem aplicados nas aulas do Ensino Superior.....                           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2. É melhor serem aplicados em sala de aula na Educação Básica.....                     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 3. Promovem a popularização da Ciência.....   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 3. Complementa o livro didático.....  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 4. Aumentam o interesse dos alunos por Ciência.....                                     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 5. Desenvolvem o gosto pela leitura.....  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 6. Permitem análise de riscos/benefícios da aplicação dos conhecimentos científicos.... | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 7. Permitem a inserção de novas abordagens e temáticas nas aulas de Ciências.....       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 8. Contribuem para a compreensão da ciência .....                                       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 9. Permitem esclarecer fenômenos do dia a dia.....                                      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Caso alguma passagem do texto não tenha ficado clara, esteja a vontade para identificar as linhas em que você sentiu dificuldade de compreensão:

Linhas:

**APÊNDICE D: Textos de Divulgação Científica de apoio ao professor**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**Instituto de Física**  
**Instituto de Química**  
**Instituto de Ciências Biológicas**  
**Faculdade UnB Planaltina**  
**Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências**  
**Mestrado Profissional em Ensino de Ciências**

## **TEXTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA**

**VERENNA BARBOSA GOMES**

Proposição de ação profissional resultante da dissertação sob a orientação do Prof. Dr. Roberto Ribeiro da Silva e apresentada à banca examinadora como requisito parcial a obtenção do Título de **Mestre em Ensino de Ciências** - Área de Concentração “Ensino de Química”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília

2012

## SUMÁRIO

Apresentação .....	3
Texto 1: O que é a Química e o que um químico faz? .....	8
Texto 2: O olhar do químico sobre a água ( PARTE I).....	12
Texto 3: O olhar do químico sobre a água ( Parte II).....	17
Texto 4: Atmosfera fenômenos e explicações ( Parte I).....	22
Texto 5: Atmosfera: fenômenos e explicações ( Parte II).....	26
Texto 6: Os metais e os fenômenos do dia a dia .....	31
Texto 7: Qual a relação da Química com os alimentos?.....	36

## APRESENTAÇÃO

### **Caro professor em formação inicial,**

O Ensino de Química deve ser pautado na formação do cidadão, de modo que o mesmo participe ativamente na sociedade, desenvolvendo atitudes e valores mais críticos. Nesse âmbito, o uso dos temas sociais é uma alternativa que permite contemplar esse ensino tão desejável.

De acordo Chassot (1995), é importante priorizar temas que são de interesse da comunidade, fazendo a ponte entre conhecimento científico, aplicações tecnológicas e suas implicações sociais. Nesta perspectiva, a Divulgação Científica é um dos temas a ser discutido no sentido de torná-la uma ferramenta importante na prática pedagógica dos professores, visando minimizar a problemática do ensino de Química.

No entanto, a Divulgação Científica tem sido muitas vezes um termo usado sem rigor conceitual, como se fosse sinônimo de Difusão Científica e/ou Disseminação Científica. Para compreender a diferença entre esses termos, buscamos suporte nos pressupostos teóricos de Bueno (2008). De acordo com este autor, a Difusão Científica faz referência a todo e qualquer processo utilizado à veiculação de informações científicas e tecnológicas. Por outro lado, o processo de Disseminação da Ciência e da Tecnologia refere-se, quase sempre, à transferência de informações científicas, tecnológicas ou associadas às inovações, elaboradas a partir de um discurso especializado e dirigidas a um público seletivo, formado por especialistas. Por fim, esse autor define didaticamente o processo de Divulgação Científica como uma adaptação da linguagem científica para a linguagem compreensível ao público leigo. A Divulgação Científica também tem sido vista por muitos autores como uma forma de contribuir para a desmistificação do cientificismo. Para Kosminsky e Giordan (2002), as visões de mundo dos estudantes também devem ser influenciadas pelo pensamento científico e pelas expressões de sua cultura, cujos traços são parcialmente divulgados na mídia.

Dessa forma, produzimos textos que se inserem no âmbito da Divulgação Científica. Ressaltamos ainda que no contexto escolar, os textos de Divulgação Científica podem ser usados como recurso didático, desde que o professor tenha a clareza quanto à intenção e a forma de sua utilização, pois “além dos conteúdos, esses

materiais apresentam linguagens, abordagens, discursos e estruturação diferentes daqueles que caracterizam os livros didáticos” (Ribeiro e Kawamura, 2005, p.12). Portanto, os textos de divulgação científica na sala de aula devem ser introduzidos de maneira diferenciada dos conteúdos tradicionais.

Os textos de Divulgação Científica, que se encontram a seguir, foram produzidos de modo a contemplar temáticas de relevância social, a saber: Alimentos, Metais, Água, Atmosfera e as Atividades do Químico.

O aporte teórico basilar para a construção dos textos foi a pedagogia de Paulo Freire em que se defende trabalhar com a realidade do aluno envolvendo-o em situações relacionadas com seu cotidiano. Além disso, apoiamo-nos nas categorias de Ribeiro e Kawamura (2005) que caracterizam um texto de Divulgação Científica. Essas categorias abrangem duas perspectivas principais: conteúdo e forma. A dimensão conteúdo compreende a temática, as características que evidenciam a dinâmica interna da ciência, o funcionamento da ciência como instituição social, a contextualização dos fatos noticiados e suas abordagens etc. A dimensão forma compreende a estrutura do texto, o uso de recursos visuais e textuais, a linguagem e os gêneros discursivos empregados (como explicação, descrição, exposição, argumentação e narração), o uso de metáforas e analogias. O quadro abaixo representa essas categorias e o foco de cada uma delas:

CONTEÚDO	FORMA
<p><b>Temática:</b> O foco dessa categoria é olhar para as questões que atualmente permeiam as preocupações da ciência. Dessa forma, esta dimensão é composta pelos enfoques dados ao tema escolhido para análise e pelos conhecimentos tácitos necessários para a compreensão desse tema nos textos de divulgação.</p>	<p><b>Estrutura:</b> Como os diferentes textos são construídos? Qual a relação entre aprofundamento e extensão que estes textos apresentam quanto aos conteúdos expostos? De que forma as ênfases dadas ao conteúdo apresentam semelhanças ou diferenças de acordo com o veículo no qual o texto é publicado? Como as informações estão encadeadas e distribuídas nos textos dos diferentes veículos analisados (de maneira fragmentada ou integrada)?</p>
<p><b>Procedimentos internos da ciência</b> A elaboração e adequação de</p>	<p><b>Linguagens:</b> O foco aqui é a clareza do texto, a</p>

<p>modelos, as formas pela quais são feitas as tomadas de dados e de que modo estas interferem nos resultados obtidos, o papel da experimentação na ciência, os processos de análise de dados e interpretação dos resultados etc.</p>	<p>forma com a qual o autor do texto de divulgação faz uso de termos e conceitos científicos, e também como os explica, quando necessário. Também a utilização de metáforas e analogias e o modo como estas podem facilitar ou dificultar a compreensão do texto pelo leitor.</p>
<p><b>Funcionamento institucional da ciência:</b> As controvérsias científicas, a diversidade de ideias e a necessidade de debate público sobre descobertas ou aplicações tecnológicas integram essa terceira dimensão. As relações entre os processos da ciência e seus produtos também estão incorporados.</p>	<p><b>Recursos visuais e textuais:</b> Essa categoria está relacionada a distribuição espacial das informações, uma vez que esta opera no sentido de atrair o leitor para o texto. Esta distribuição engloba a utilização de recursos visuais, tais como ilustrações e fotografias, e textuais, como os boxes, as notas de margens, as pequenas inserções de textos no texto principal etc.</p>
<p><b>Abordagens e Contexto:</b> Nessa dimensão, interessa-nos observar como o fato noticiado encontra-se inserido em um contexto social, político e econômico.</p>	

Os estudos de Kawamura e Ribeiro (2005) apontam que a utilização de textos de Divulgação Científica em ambientes de educação formal pode favorecer a introdução de novos sentidos para o ensino-aprendizagem de ciências, proporcionando ao aluno o contato com diferentes linguagens e discursos. Esse tipo de texto também pode propiciar o desenvolvimento na habilidade de leitura, favorecendo a formação de leitores críticos. Pode ser um meio de explicitar as diferentes contribuições da ciência, inserindo novas abordagens e novas temáticas nas aulas de ciências etc.

Acreditamos também o quão importante é vislumbrar nos materiais didáticos de apoio ao professor, aspectos da Experimentação, da Natureza da Ciência, da História da Ciência e das relações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente. Já a experimentação é um dos procedimentos internos da ciência, sobretudo a relação constante entre os fenômenos reais e as teorias formuladas. Logo, o uso de fenômenos reais foi um dos eixos condutores na produção dos textos e se deu à luz das propostas de experimentação no Ensino de Ciências de Silva *et alli* (2010). Para esses autores,

“a experimentação no ensino pode ser entendida como uma atividade que permite a articulação entre fenômenos e teorias. Dessa forma, o aprender Ciências deve ser sempre uma relação constante entre o fazer e o pensar”. Já o uso da Natureza da Ciência no ensino, vem a contribuir para uma visão menos equivocada sobre Ciência. Quanto ao uso da História da Ciência nas aulas, Pereira e Silva (2010), afirmam que isso valoriza a ciência como elemento da cultura e como um saber necessário à formação de cidadãos atuantes. Por fim, a proposta da inserção de aspectos CTSA está alicerçada nos estudos de Marcondes *et alli* (2009):

a introdução desses aspectos nas aulas de ciência possibilitaria romper com a imagem neutra da ciência, podendo promover o interesse pela Ciência, melhorar o nível de criticidade, ajudando na resolução de problemas de ordem pessoal e social, permitindo maior consciência das interações entre ciência, tecnologia e sociedade contribuindo para o envolvimento mais atuante do aluno nas questões de ordem, social, políticas, econômicas, ambientais etc.

Portanto, no intuito de favorecer um Ensino de Química mais articulado, os textos aqui produzidos foram norteados pelos aspectos citados anteriormente.

Os textos foram avaliados pelos alunos em formação inicial de Química da Universidade de Brasília (UnB) e Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). De um modo geral, as avaliações evidenciam que conseguimos contemplar as categorias que caracterizam um texto de divulgação científica. Além disso, a postura crítica desses alunos indica a viabilidade do uso do material no ensino formal, corroborando assim com ideias já levantadas por outros pesquisadores da área, como por exemplo, com os estudos de Silva (2003). A autora defende o uso da divulgação científica em sala de aula sob uma perspectiva vygotskiana, acreditando que o desenvolvimento do aluno se dá a partir de suas interações no meio social em que vive. Nesse sentido, acreditamos que texto de divulgação pode contribuir também para uma maior interação como o grupo de colegas.

Os textos foram escritos pensando em alunos do Ensino Médio, e sua eficácia no processo ensino-aprendizagem exige da parte do professor a compreensão de suas potencialidades e dos objetivos almejados. Logo, a formação inicial de professores de Química compartilha da responsabilidade de propiciar aos alunos experiências de se trabalhar com os textos de divulgação da Ciência visto que, para que ele seja material educacional precisa ser compreendido em sua essência pelo professor que irá usá-lo

como estratégia didática. Além disso, a experiência que o aluno adquire com o uso dessa material refletirá àquela em que ele vai atuar.

Na perspectiva de repensar as formas de trabalho do professor e expandir as possibilidades de atividade para as salas de aulas de Química, esperamos assim, que esse material possa contribuir na sua formação inicial, de modo a despertá-lo para a percepção do caráter educativo/formativo dos textos, bem como, traçar estratégias de uso que valorize o seu potencial.

Aceite esse desafio e bom trabalho!!!

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUENO, W. C. Jornalismo ambiental: explorando além do conceito. In: Ilza Maria Tourinho Girardi; Reges Toni Schwaab. (Org.). **Jornalismo ambiental: desafios e reflexões**. Porto Alegre: Dom Quixote, 2008, p. 105-118.

CHASSOT, A. Para que (m) é útil o ensino: alternativas para um ensino (de Química) mais crítico. Belo Horizonte: Ed. da ULBRA, 1995.

KOSMINSKY, L.; GIORDAN, M.. Visões sobre Ciências e sobre o Cientista entre Estudantes do Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 15, p. 11-18, 2002.

MARCONDES, M.E.R.; CARMO, M. P.; SUART, R. C.; SILVA E. L.; SOUZA, F.L.; SANTOS J.B.; AKAHOSHI, L.H. Materiais Instrucionais Numa Perspectiva CTSA: Uma Análise de unidades didáticas produzidas por professores de química em Formação Continuada. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.14, n.2, p. 281-298, 2009.

PEREIRA, C. L. N. ; SILVA, R. R. A História da Ciência e o Ensino de Ciências. **Revista Virtual de Gestão de Iniciativas Sociais**, edição especial p. Março 2010.

RIBEIRO, R.A; KAWAMURA, M.R. **A ciência em diferentes vozes: uma análise de textos de divulgação científica**, In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2005, Bauru. Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2005.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Unijuí. 2010.p. 236-261

SILVA, R. M. G. Contextualizando aprendizagens em química na formação escolar. **Química Nova na Escola**, n. 18, p. 26-30, 2003.



## O QUE É A QUÍMICA E QUE UM QUÍMICO FAZ?



No ano de 2011 comemorou-se o Ano Internacional da Química, em homenagem ao 100º aniversário do Prêmio Nobel de Marrie Curie, pela sua descoberta dos elementos radioativos rádio e polônio e ao 100º aniversário da Fundação da Associação Internacional das Sociedades Químicas.

A Química é uma ciência de extrema importância para a sustentabilidade e as atividades do químico podem proporcionar uma melhor qualidade de vida para a humanidade, como por exemplo, a síntese de medicamentos para a cura de doenças, a produção de energia, a conservação dos alimentos etc. Mas afinal, o que é a Química? E o que um químico faz? Muitos dizem que a Química é a ciência que estuda a matéria. No entanto, essa é uma afirmação muito geral, pois a Biologia, a Física, a Geologia também estudam a matéria.

O olhar do químico sobre a matéria é o que a diferencia das outras ciências. Do ponto de vista da Química, a matéria se apresenta na natureza na forma de materiais. Mas, o que podemos definir como materiais? Os materiais são porções da matéria que contém duas ou mais substâncias. Um bom exemplo disso é a água, que vem da torneira de nossas casas. Ela é um material que contém principalmente a substância água, mas também têm sais minerais e gases dissolvidos (oxigênio e gás carbônico principalmente). E o que são as substâncias? Para o químico, uma substância é aquilo que dá individualidade à matéria. Você já se perguntou por que a água da torneira é líquida, o ar é gasoso e a madeira é sólida? A resposta está justamente relacionada a esse caráter que a substância tem de individualizar a matéria, ou seja, são as propriedades das substâncias que nos permitem explicar, por exemplo, as diferentes formas que a matéria apresenta na natureza.

Mas qual a relação disso com o que é a Química e com o que o químico faz? Para responder essa pergunta, vamos pensar na inseminação artificial, que é feita para permitir a reprodução em animais. No procedimento da inseminação artificial, deposita-se o sêmen do macho no útero da fêmea, utilizando meios artificiais em substituição a cópula natural. Nesse processo, o nitrogênio líquido tem um importante papel que é o de conservação do sêmen. Você deve estar se perguntando de onde vem o nitrogênio líquido. Pois bem, o ar que respiramos é um material composto por diversas substâncias (Quadro 1).

Componente	Teor (por metro cúbico)	Componente	Teor (por metro cúbico)
Nitrogênio (N <sub>2</sub> )	780,8 litros	Hélio (He)	5,2 mililitros
Oxigênio (O <sub>2</sub> )	209,5 litros	Metano (CH <sub>4</sub> )	1,8 mililitro
Argônio (Ar)	9,3 litros	Criptônio (Kr)	1,1 mililitro
Gás Carbônico (CO <sub>2</sub> )	≈ 375 mililitros	Hidrogênio (H <sub>2</sub> )	0,53 mililitro
Neônio (Ne)	18 mililitros	Xenônio (Xe)	0,086 mililitro

Quadro 1: Composição do ar

Observem no Quadro 1 que, o nitrogênio é o gás em maior proporção no ar. A partir da compressão e do resfriamento do ar atmosférico é possível se obter nitrogênio líquido a uma temperatura de  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Dessa forma, a substância nitrogênio é retirada do material ar e utilizada no congelamento de sêmem, o qual será usado no processo de inseminação artificial. Assim, podemos dizer que retirar as substâncias de um material existente na natureza é uma das principais atividades do químico. Ressaltamos, que o processo de inseminação artificial é bem reconhecido na agropecuária, uma vez que favorece o melhoramento genético dos animais, permite o controle de doenças, aumenta o número de descendentes de um reprodutor etc. Outro exemplo do processo de separação de substâncias é a retirada do sal da água do mar ou o açúcar da garapa. Ambas são atividades realizadas pelo químico.

Outra importante atividade do químico é produzir em laboratórios substâncias que existem na natureza, e que podem ser extintas em função da demanda excessiva. Um exemplo disso é a síntese de essências.

Você já leu a bula do medicamento Gelol? Ao ler, observe que o Gelol é um material que contém a substância salicilato de metila (FIG.1) dentre outras substâncias. O salicilato de metila é uma substância natural encontrada em muitas espécies de plantas como, por exemplo, na planta bétula (FIG.2). No entanto, como seria possível atender a demanda dessa substância para a fabricação do gelol? Será que existe uma quantidade suficiente, em curto prazo, para atender as necessidades do mercado?

Pensando nisso, o químico sintetiza, em seu laboratório a essência que caracteriza o cheiro e o sabor dessa substância, ou seja, sintetiza uma essência de salicilato de metila, a qual é bastante utilizada pelas indústrias na fabricação de perfumes e desodorantes.



Figura1: Salicilato de metila



Figura 2: Folha da Bétula

Quero que entendam agora de que forma o químico sintetiza essa substância. Para dar-lhe essa noção, faremos um experimento pelo qual será sintetizado o salicilato de metila, tornando perceptível o seu aroma. Com este propósito, tenho aqui algumas substâncias como, ácido salicílico, metanol e ácido sulfúrico. Faremos agora uma mistura do ácido salicílico e do álcool e, em seguida, adicionaremos algumas gotas do ácido sulfúrico. Vamos primeiramente aquecer essa mistura em um banho-maria, depois a colocamos para resfriar e, só então, adicionaremos gotas de água. Veja que está ocorrendo desprendimento de gás. Vamos adicionar pequenas porções de bicarbonato de

sódio até cessar esse desprendimento gasoso. Você consegue sentir um odor familiar? Esse é o cheiro característico da pomada para contusões musculares: o famoso Gelol. Acabamos de sintetizar a substância salicilato de metila, que confere o cheiro característico dessa pomada.

Outro exemplo de substâncias produzidas no laboratório que já existem na natureza é o ácido ascórbico, conhecida popularmente como vitamina C, encontrada em diversas frutas e vegetais. A vitamina C é uma substância de grande valor medicinal, ela atua como antioxidante protegendo as células e tecidos dos radicais livres, na manutenção da resistência a doenças bacterianas e virais, favorece a absorção do ferro (essencial para a saúde dos glóbulos vermelhos do sangue) entre outras. A deficiência dessa vitamina causa uma doença chamada escorbuto. Essa doença no final da Idade Média se tornou epidêmica no norte da Europa. A incidência foi diminuída a partir do século XVII, com a introdução da batata como fonte de vitamina C na dieta alimentar européia.

Agora, devo apresentar-lhe uma nova informação, talvez a mais importante, sobre a vitamina C. Esta vitamina, essencial para várias reações metabólicas, não é produzida pelo nosso próprio organismo. Além disso, a quantidade dela na natureza não é suficiente para atender todo o consumo humano. Portanto, o profissional da Química produz essa substância no laboratório, destacando assim, a importância da sua atuação na nossa sociedade.

Mais uma importante atividade do químico é a de produzir em laboratórios substâncias e materiais inexistentes na natureza e que são de grande utilidade para a sociedade. Você já parou para pensar do que é feito o banco do seu carro? Será que o material utilizado para a sua confecção existe na natureza?

De fato, quero lhes dizer que o material utilizado é uma espuma e, em uma linguagem química, chamamos de polímeros. Alguns polímeros não são encontrados na natureza e, por isso, o químico precisa sintetizá-los. Para esse profissional, a espuma é um material sólido ou líquido, no qual um gás encontra-se disperso.



Figura 3: Formação de uma espuma sólida

A figura acima é um exemplo de espuma sintetizada no laboratório. Para a sua produção são utilizados dois reagentes, que ao reagirem entre si formam um polímero. Outra reação que ocorre ao mesmo tempo é a produção de gás carbônico que atua como agente expensor, formando a espuma.

Outro tipo de polímero sintetizado em laboratório é o polietileno, o qual é muito utilizado em materiais de embalagem: as famosas sacolinhas plásticas de supermercado. Os plásticos são produzidos por meio de um processo químico chamado polimerização, que é o nome dado a reação química que dá origem aos polímeros.

Por fim, apresento-lhes a última tarefa importante do químico que é juntar substâncias para preparar novos materiais de interesse. Você conhece um brinquedo infantil chamado Amoeba?. A produção desse material se dá pela junção de várias substâncias.

Igualmente, os produtos de limpeza que utilizamos em nossas residências (detergente e sabões) e os produtos de higiene pessoal (perfumes e sabonetes) são materiais preparados pelos químicos, a partir da junção de substâncias. A análise química dos perfumes, mostra que eles são uma mistura complexa de compostos orgânicos denominada fragrância (odores básicos).

O detergente é também outro material produzido pelo químico e contém as substâncias dodecilbenzenossulfonato de sódio, água, cloreto de sódio, corantes, essências etc. Que nome complicado, não? O detergente tem uma função doméstica muito importante, que é a de remover as sujeiras. Mas, será que a eficiência de um detergente está relacionada com a quantidade de espuma que o mesmo provoca? O princípio básico da atuação dos detergentes é quebrar a tensão superficial da água para que possa ter um maior contato com a sujeira e removê-la e, portanto, não está associado à grande quantidade de espuma.

A tensão superficial é uma camada na superfície da água que se comporta como uma membrana elástica, devido as moléculas de água que interagem entre si.

A partir dessas informações sobre o que o químico faz, percebemos que este profissional está sempre interessado nas substâncias que compõem o material. Logo, podemos dizer que a Química é a ciência que estuda as substâncias e que é de grande contribuição no desenvolvimento econômico e tecnológico e na melhoria da nossa qualidade de vida.

Apesar dos grandes benefícios que as aplicações da Química proporcionam à sociedade, elas também apresentam aspectos negativos, pois, quando usada de forma inadequada e, às vezes até irresponsável, causa sérios problemas ambientais. O detergente, por exemplo, mesmo sendo muito útil, também causa impactos catastróficos ao meio ambiente. Um desses impactos está relacionado à vida aquática. O detergente reduz a tensão superficial da água, formando uma espuma branca na superfície dos rios e impedindo assim a oxigenação dos ambientes aquáticos. Utilizar apenas a quantidade necessária de detergente ajuda na diminuição desses impactos, por isso, use e abuse dessa informação para agir de forma mais consciente e ajudar na preservação de nosso planeta.

Da mesma forma, a praticidade das sacolinhas plásticas no nosso dia a dia é indiscutível. A informação que quero lhes apresentar é que, atualmente, elas são incapazes de decompor em curto prazo e, por isso, se torna a vilã de muitos problemas ambientais. A indústria e nós consumidores

podemos minimizar os impactos que o uso inadequado da mesma pode causar. De que forma isso é possível?

A indústria do plástico, por meio de um Programa de Qualidade e Consumo Responsável das sacolas plásticas, tem produzido sacolas mais resistentes (FIG.4). Enquanto isso, nós usuários podemos exercer o consumo consciente dessas sacolas, evitando desperdícios e exigindo do comércio sacolas mais resistentes.



Fig.4: Programa de qualidade e consumo

Por fim, quero usar este momento para sensibilizar a você, caro leitor, de que para nos mantermos vivos é preciso, primeiramente, mantermos a natureza viva, por isso, adote o consumo sustentável e contribua na preservação do meio ambiente. Ademais, diria tal qual João Bosco da Silva: "A responsabilidade social e a preservação ambiental significa um compromisso com a vida."

#### Referências:

BURRESON Jay, LE COUTEUR Penny, **Os Botões De Napoleão**. Jorge Zahar Editor Ltda, 2003. (em português);

Programa de Qualidade das Sacolas Plásticas. Disponível em: <http://www.inp.org.br/pt/programa-sacolas.asp>

## O Olhar do Químico Sobre a Água Parte I

Você consegue imaginar a existência da vida na ausência da água? A água é um recurso natural de extrema importância nos processos biológicos dos seres vivos. Além disso, ela também assume um papel relevante nas mais diversas atividades: agrícola, industrial, doméstica etc. Convido-lhe a olhar a tabela abaixo que apresenta o consumo de água no planeta desde 1900, por setor consumidor.

Setor/consumo anual (km <sup>3</sup> )	1900	1950	1970	1980	2000
Agricultura	409	869	1400	1730	2500
Indústria	4	15	38	62	117
Municipal	4	14	29	41	65
Reservatório	0	7	65	120	220
Total	417	894	1540	1950	2900

Tabela 1: Consumo de água por setor consumidor

Analisando a tabela acima, fica claro que o consumo de água tem aumentado cada vez nos setores comerciais. Apesar da tabela mostrar apenas dados a partir do século XIX e XX, o valor inestimável da água precede o ano de 1900 e é reconhecido desde a antiguidade. Em 8 mil a.C. a civilização Suméria na Mesopotâmia já realizava a prática do manejo da água e assim, a humanidade pôde ter excedentes de alimentos e pela primeira vez, se reunir para planejar e executar obras hidráulicas.

Proponho apresentar-lhe, no decorrer das próximas linhas, um novo olhar sobre a água, ou seja, a água do ponto de vista da Química.

Para começar, devo lhe falar como ela é encontrada na natureza. A água que encontramos na natureza é um material que contém a substância água, sais minerais e gases dissolvidos (oxigênio e gás carbônico principalmente). Para seguir adiante, peço que observe as figuras abaixo:



Figura 1: água líquida

Figura 2: água sólida

Figura 3: vapor de água

Pois bem, as figuras mostram as diversas formas de como a água pode ser encontrada: no estado líquido, no estado sólido e no estado de vapor.

São exemplos de água líquida: a água que bebemos (Fig.4), bem como a água utilizada nas baterias de carros (Fig.5). Qual seria a diferença entre elas? A água mineral é um material que entre outras substâncias, contém sais minerais dissolvidos e, por isso, é desmineralizada. Diferentemente, a água utilizada nas baterias de carro não contém sais dissolvidos. Mas, é possível retirar os sais contidos na água? Sim!! Para que isso seja possível os químicos utilizam-se um

Figura 5: água para bateria de carro



Figura 4: água mineral



processo chamado destilação. Esse procedimento é conhecido desde 350 a.C. Nessa época, Aristóteles descreveu o modo como se pode obter água doce a partir de água salgada pelo método de destilação. No entanto, somente 1400 anos depois que os Mouros trouxessem essa idéia para a Europa Ocidental.

Tenho plena certeza, que agora você já sabe a diferença entre os dois tipos de água apresentados. Devo lhe dizer ainda, que a água desmineralizada não é apropriada para o consumo humano, pois não possui os sais minerais necessários ao nosso organismo. Agora, vou apresentar-lhe duas propriedades importantes da água. Vimos que o gelo (Fig3) é um exemplo de água sólida. Caro leitor, é possível levantarmos um cubo de gelo com um barbante sem amarrá-lo? Pois bem, para responder a esse questionamento, vamos pegar uma pedra de gelo e colocá-lo à temperatura ambiente. Observe que quando fazemos isso, a superfície do gelo começa a derreter, ou seja, na superfície do gelo temos água líquida. Então, vamos colocar um pedaço de barbante sobre a superfície do cubo de gelo e um pouco de sal. Observamos a formação de gelo ao redor do barbante e este

fica preso ao cubo de gelo. O sal ao se dissolver na água líquida que está sobre o cubo de gelo provoca um abaixamento de temperatura de congelamento da água, isto é, a água que congela a  $0^{\circ}$  passa a congelar a  $-5^{\circ}$ . Logo, podemos dizer que é possível levantarmos um cubo de gelo com um barbante sem amarrá-lo (Fig.6)

Quando adicionamos o sal na superfície do gelo, imediatamente a água líquida congelou. Isso aconteceu devido a uma propriedade que os químicos chamam de crioscopia. Essa é uma propriedade em que ocorre o abaixamento da temperatura de congelamento de um líquido, por meio da adição de um soluto (nesse caso, o sal).

Você deve estar se perguntando qual a importância dessa propriedade no seu dia a dia. Suponhamos que você esteja organizando uma festa para o fim do dia mas, as bebidas ainda estão quentes. Oras, agora que já sabe que o sal provoca o abaixamento da temperatura de congelamento da água, fica mais fácil saber o que fazer neste tipo de situação. Simples! Faça um banho de gelo e sal e as bebidas resfriarão muito mais rapidamente.

Agora, há mais uma propriedade que quero apresentar-lhes. Primeiramente, observe as ilustrações:

Figura 7a: copo 1- colocando clips sob a água      Figura 7b: Copo 1, clipe flutua



Figura 8a: Copo 2- colocando clips em pé no copo de água

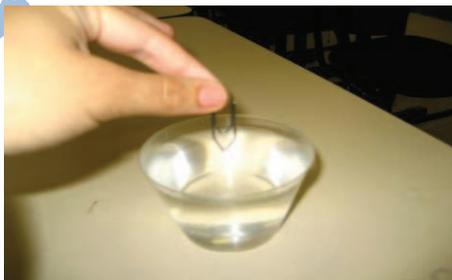
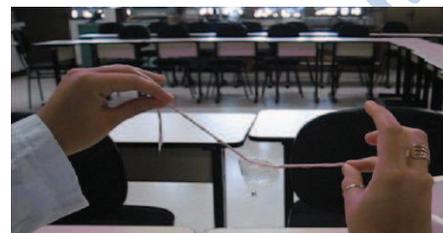


Figura 8b: Copo 2, clipe afunda



Figura 6: Efeito Crioscópico do sal no Ponto de Solidificação da água



No copo 1 adicionei um clipe na posição horizontal e no copo 2 adicionei um clipe na posição vertical. Por que o clipe no copo 1 flutuou e o clipe no copo 2 afundou? Você consegue formular uma teoria para explicar este fenômeno? Vamos pensar! Se o clipe não afunda é porque existe uma força que o segura. Que força é essa? As moléculas de água que formam a água interagem entre si, existindo uma atração entre as moléculas. No entanto, as moléculas que estão na superfície são atraídas para baixo e para o lado, mas não para cima. Essa atração para o lado e para baixo cria o que os químicos denominam de tensão superficial, fazendo com que a superfície do líquido se comporte como uma película elástica. Dependendo da posição em que colocamos o clipe na água, ele vai romper a tensão superficial e afundar. Logo, a posição vertical em que o clipe foi adicionado parece ter sido suficiente para quebrar a tensão superficial da água e, então, o clipe afundou.

Vamos um pouco mais além. Se eu pingar algumas gotas de detergente no copo em que o clipe está flutuando, o clipe afundará. Por que? O detergente é um agente tensoativo, por isso reduz a tensão superficial da água e quebra as forças intermoleculares entre as moléculas de água, conseqüentemente o clipe afunda.

Da mesma forma, acontece com os insetos que andam sobre os rios e lagos. Muitos insetos aquáticos só conseguem flutuar e se locomoverem sobre a superfície da água graças à tensão superficial. Logo, se usarmos detergentes em excesso nas nossas atividades domésticas, estaremos comprometendo a vida aquática. Pense nisso, caro leitor! Pense o quanto seria bom para você, que reduziria gastos, e o quanto bem você estaria fazendo ao meio ambiente. Tenha um consumo ético e consciente!

Creio que, com essa leitura, foi possível familiarizá-lo com algumas propriedades importantes da água e que explicam fenômenos que você observa no seu dia a dia. Não deixem de ler a parte II do texto, em que falarei de como você poderá contribuir para a preservação da água, pois a sua falta será uma realidade se todos nós não mudarmos nosso modo de consumo.

#### Referências:

Carneiro, C. S.F. O Ciclo Urbano da Água – Uma Abordagem Pedagógica. **Dissertação (Mestrado em Física e Química para o Ensino)**. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 2007.



Fonte: Google imagens

## O Olhar do Químico Sobre a Água Parte II

Caro leitor, este texto é um convite a algumas reflexões. Na parte I do texto O olhar do Químico sobre a água, fiz uma abordagem a respeito da forma como a água é encontrada na natureza e de algumas das suas propriedades que explicam fenômenos do seu dia a dia. Proponho-me na parte II desse texto, mostrar-lhe as possíveis formas de reduzir a quantidade de água utilizada e chamarei a atenção para o consumo de água quente e alguns gastos energéticos que podem ser evitados.

Podemos evitar o desperdício não somente de água, mas também de energia. De que forma isso é possível?. Vamos pensar, por exemplo, no banho quente de todos os dias. Você já parou para pensar em como aquecer água do chuveiro sem ajuda da eletricidade? Quero lhes dizer que podemos aproveitar a energia do sol para aquecer a água.

Você deve estar se questionando como fazer isso. As primeiras experiências com energia solar foi realizada em 1767 pelo suíço Horace de Saussure. Através de seus estudos, ele constatou que a água poderia ser aquecida por meio de uma caixa revestida com isolamento térmico. **Clarence Kemp** patenteou um aquecedor que possuía um problema: perdia calor durante a noite. Com os avanços de **William Balley**, ele patenteou um aquecedor solar que ainda hoje é utilizado no mundo. Pois bem, apresento-lhe então um dispositivo chamado aquecedor solar. Este é um dispositivo que capta a energia solar sob a forma de calor e, assim aquece a água. Para uma melhor compreensão de como isso acontece, vou apresentar-lhe um protótipo desse dispositivo:

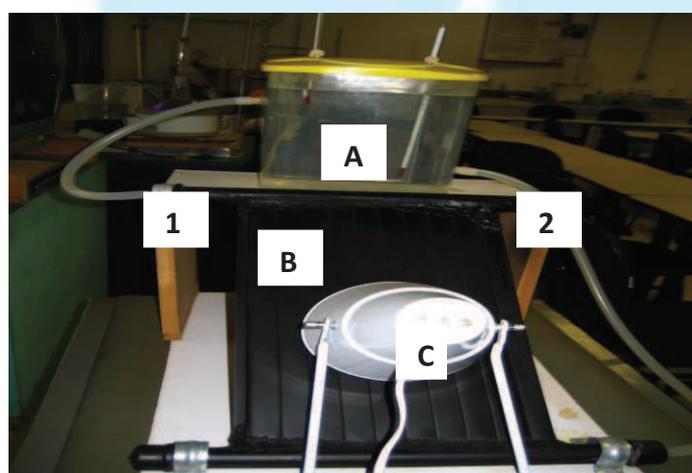


Figura 1: Protótipo de um aquecedor solar

Na Figura 1, pode-se ver o dispositivo montado. Primeiramente vamos conhecer os compartimentos mais importantes. Em A, temos o reservatório de água. Em B, temos o coletor solar, que é fabricado com placa de forro de PVC e vai ter a função de esquentar a água. Quero lhes chamar a atenção para a sua cor preta. Essa cor é preferencialmente escolhida, pois absorve mais energia do que as outras cores. Em C, temos uma lâmpada que vai simular a luz solar. Observe que nas extremidades foram colocados canos de PVC conectados a uma mangueira. Essa conexão tem como finalidade permitir que a água circule no sistema.

E se a lâmpada for acesa? O que acontecerá? Quando assim o faço, a luz incide sobre a superfície preta do coletor que, por sua vez, absorve esta energia. A energia absorvida transforma-se em calor e então, a água que se encontra no coletor começa a aquecer. Ora, a água aquecida tem uma densidade menor do que a água fria que se encontra no reservatório (A). Então, ela começa a se movimentar, através da mangueira (1), em direção ao reservatório (A) e a água fria que está no reservatório começa a se movimentar, através da mangueira (2), em direção ao coletor (B), dando início a um processo de circulação. Esse processo de circulação é denominado efeito termo-sifão e irá repetir continuamente até que toda a água do reservatório se torne quente. Assim, ao ligar o chuveiro de uma casa em que tenha um aquecedor solar, a água vai sair quente sem a necessidade de utilizar a energia elétrica. Dessa forma, caro leitor, além de reduzir gastos com a conta de luz, o meio ambiente também será beneficiado, pois a energia solar não é poluente e, o seu uso preserva as reservas de energia fóssil.

Vimos que com o uso da energia solar, é possível economizar energia elétrica. Agora, quero que me acompanhem no seguinte raciocínio: vamos supor que você não tenha condições de instalar um aquecedor solar na sua casa. De que outra maneira você buscaria racionar a energia elétrica da sua casa? Já pensou no uso da geladeira? Você sabia que a geladeira em que a



Figura 2: Recipientes de armazenar água



Figura 3: estrutura do recipiente de barro

porta é aberta a toda hora consome mais energia? Então, que tal se você convencer à sua família a abrir menos a geladeira? Por exemplo, imagino que na sua casa, só para beber água, a geladeira é aberta inúmeras vezes ao dia. E se eu lhe disser que há outra condição em que você pode refrescar a água sem usar a geladeira? Sim, é possível manter água fresca fora da geladeira! Preste atenção em como você pode fazer isso. Temos aqui dois diferentes recipientes de armazenar água: um de vidro e outro de barro.

Em cada recipiente temos um termômetro. Curiosamente, ao ler a temperatura de cada um você poderá observar que a temperatura da água no recipiente de vidro é de 22° e a temperatura no recipiente de barro é de 19°. Se você tocar nos dois recipientes sentirá que a parede externa do recipiente de barro está úmida, enquanto que a do outro recipiente encontra-se seca. Como a Química explica esses dois fenômenos? A Figura 3 representa a estrutura da parede do recipiente de barro. Observe que a parede de barro é porosa à água. Isso significa que aos poucos a água vai atravessando os poros, o que explica a umidade da parede externa. Por sua vez, essa umidade vai se evaporando. Quero que entenda que na mudança da água do estado físico para o estado de vapor, grande quantidade de energia é absorvida. Pode-se dizer que houve transferência de calor do pote para a água, o que promoveu sua evaporação. Essa transferência de calor provoca uma diminuição na temperatura da parede do pote de barro e, conseqüentemente da água em seu interior. Dessa forma, a água torna-se mais fresca. Vale dizer ainda que quanto maior a temperatura externa ao pote e menor a umidade do ar, mais intenso será o fenômeno de evaporação do líquido e por isso mais fria ficará a água no interior do recipiente de barro.

Esse recipiente de barro é denominado de *moringa*. Assim, através da *moringa*, podemos armazenar e refrescar água potável sem usar a geladeira. Antigamente, na época em que não existia geladeira, costumava-se utilizar um recipiente feito de barro para armazenar e refrescar água potável.

Há mais uma pequena informação que devo mencionar. Esse fenômeno não ocorre em recipientes de vidro ou de cerâmica vitrificada por serem não-porosos, por isso, a água do recipiente de vidro tem uma temperatura maior do que a do recipiente de barro.

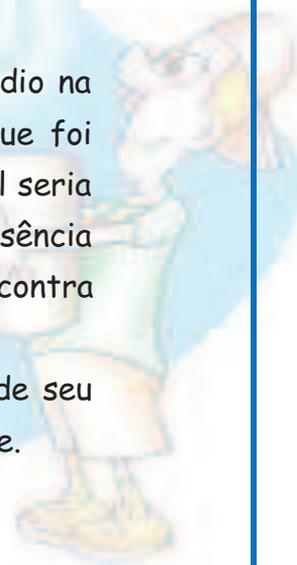
Dêem-me agora mais um pouco de atenção, pois tratarei de um assunto de grande importância para a sua saúde e bem estar. O acesso

universal à água tratada é um direito de todos, no entanto, hoje, mais de um bilhão de pessoas (1.000.000.000) não têm acesso a fontes confiáveis de água no mundo. Caro leitor, a água sem um tratamento adequado provoca doenças como, por exemplo, febre tifóide. Esta doença é causada pela bactéria *Salmonella typhi*. Uma vez no organismo, essa bactéria atravessa as paredes intestinais e multiplica-se no tecido linfático. Se não for tratada, a febre tifóide pode complicar a situação do doente, causando hemorragia ou até perfuração intestinal e inflamação da vesícula biliar. Mas, como saber se a água da sua casa foi tratada? Para responder a essa pergunta lhe convido para a realização de um teste com um pouco de água da torneira de sua casa.

Para a realização do teste você vai precisar de iodeto de potássio, maisena, e vinagre. Peça-lhe que adicione a meio copo d'água da torneira uma pitada de iodeto de potássio, uma colher de chá de maisena e uma colher de sopa de vinagre. Por favor, agite. Observe agora a cor do nosso material. Por que será que ele passou para uma cor azulada? O hipoclorito de sódio reagiu com o iodeto de potássio e formou a substância iodo ( $I_2$ ). A substância iodo reagiu com o amido da maisena conferindo ao material uma coloração azulada. Logo, dizemos que a coloração azulada é uma evidência de que a água que chega a torneira de sua casa passou por um processo de tratamento.

Suponho que agora você já sabe a função do hipoclorito de sódio na água. Então, quero lhe fazer uma pergunta: se por acaso a água que foi utilizada no nosso teste não mudasse para uma coloração azulada, qual seria a sua conclusão? Ora, o não aparecimento da coloração azul indica a ausência de hipoclorito de sódio, isso significa que a água não foi tratada contra bactérias, ou que necessita de novo tratamento.

Caro leitor, a água tratada é um direito seu, por isso, exija de seu município que a água que chega a torneira de sua casa seja de qualidade.

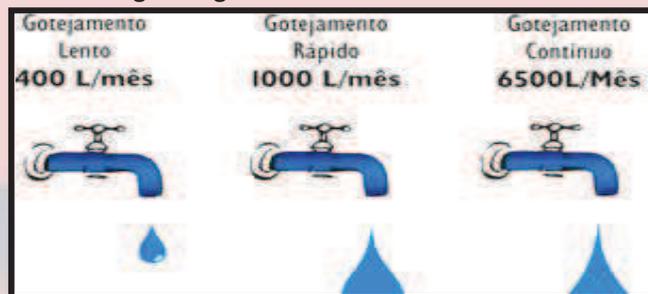


A todo tempo falei da água, e para finalizar, permita-me fazer um apelo. A água é essencial à vida e é ela que garante a minha vida, a sua vida, a vida do planeta. Mas, de acordo com a ONU, daqui alguns anos vai faltar água para o consumo humano. Até lá, três bilhões

(3.000.000.000) de pessoas sofrerão com escassez de água. Você sabia que o nosso país possui as maiores reservas de água do mundo? Portanto, vamos preservar esse bem precioso que temos, fazendo o uso racional desse líquido. Permita-me dar-lhe algumas dicas bem simples: não demore muito tempo no banho, feche a torneira ao lavar louça, espere acumular roupa para lavá-las na máquina e fique atento se as torneiras estão bem fechadas (Ver figura ao lado). São atitudes como estas que podem contribuir muito para o meio ambiente. Da mesma forma que você tem o direito a água, você tem o dever de preservá-la. Lembre-se: o mundo está em suas mãos.

Figura 1: velocidade do gotejamento e o desperdício do mês.

Fonte: Google imagens



#### Referências bibliográficas:

- [http://aquecedor-solar.info/mos/view/Hist%C3%B3ria\\_do\\_Aquecedor\\_Solar/](http://aquecedor-solar.info/mos/view/Hist%C3%B3ria_do_Aquecedor_Solar/).
- <http://www.estadao.com.br/noticias/vida,e,vai-faltar-agua-boa-para-o-consumo-alerta-onu,527639,0.htm>.
- [http://www.fiocruz.br/~ccs/arquivosite/glossario/febre\\_tifoide.htm](http://www.fiocruz.br/~ccs/arquivosite/glossario/febre_tifoide.htm)

# ATMOSFERA: FENÔMENOS E EXPLICAÇÕES

## PARTE I

Certamente você já deve ter escutado falar sobre a atmosfera. Mas, você já parou pra pensar sobre a importância dela para manutenção do nosso planeta? Sem a atmosfera não existiram as plantas, pois através do processo de fotossíntese elas produzem oxigênio, o qual é imprescindível para a vida dos seres vivos. Sem a atmosfera não existiriam os animais, que são necessários à cadeia alimentar e, por conseguinte, mantêm o equilíbrio do ecossistema terrestre. Sem a atmosfera não existiria o fogo, pois a combustão depende do gás oxigênio que se encontra no ar. Sem atmosfera não existiria o vento, pois o vento é o ar em movimento. Sem a atmosfera não existiria a chuva e nem nuvens. Só percebemos o mundo como ele, céu azul e encantador, por causa da atmosfera. Além de tudo isso, a atmosfera nos protege contra as radiações do sol. Nossa vida aqui na Terra depende da sua existência, no entanto, muitas vezes desconsideramos sua importância.

Mas afinal, o que é a atmosfera? Do que ela é formada? Pois bem, a atmosfera é uma camada de ar que envolve nosso planeta. Por sua vez, o ar é um material composto por diversos gases. Para familiarizá-lo com os gases que compõem a atmosfera, observe a tabela abaixo:

Componente	Teor (por metro cúbico)	Componente	Teor (por metro cúbico)
Nitrogênio (N <sub>2</sub> )	780,8 litros	Hélio (He)	5,2 mililitros
Oxigênio (O <sub>2</sub> )	209,5 litros	Metano (CH <sub>4</sub> )	1,8 mililitro
Argônio (Ar)	9,3 litros	Criptônio (Kr)	1,1 mililitro
Gás Carbônico (CO <sub>2</sub> )	≈ 375 mililitros	Hidrogênio (H <sub>2</sub> )	0,53 mililitro
Neônio (Ne)	18 mililitros	Xenônio (Xe)	0,086 mililitro

Tabela 1: Composição do ar limpo e seco (Homosfera)

Fonte: Tolentino, M.; Rocha-Filho, R. C.; Silva, R. R.. A Atmosfera Terrestre. 2 ed. São Paulo: Moderna, 2004.

Observando a quantidade de gases que compõem o ar, não há, portanto uma melhor forma para definir a atmosfera como sendo uma mistura gasosa. Na parte II desse texto você encontrará valiosas informações sobre esses gases que compõem a atmosfera. Se for do seu interesse, sinta-se convidado a fazer uma leitura.

Proponho apresentar-lhe no decorrer das próximas linhas algumas propriedades dos gases que são importantes para a compreensão de alguns fenômenos que ocorrem no seu dia a dia. A primeira delas que vou lhes apresentar é o que a comunidade científica chama de pressão. Para dar início, farei a você, caro leitor, um questionamento: você consegue amassar uma lata de refrigerante sem usar a força corporal? Para responder a essa pergunta vamos fazer um experimento bem simples! Pegue uma lata de alumínio de refrigerante vazia, um recipiente de vidro com água e uma lamparina. Colocaremos um pouco de água dentro da lata de alumínio suficiente para cobrir o seu fundo. Agora vamos aquecê-la na chama e observar. Atenção: segure a lata com uma garra para não se queimar!

O calor existente na chama da lamparina aquece a água e, por conseguinte a água líquida que estava no interior da lata passa para o estado de vapor. O processo em que a água é vaporizada pelo calor, é denominado de vaporização. Agora, imediatamente, vamos inverter a lata de recipiente de vidro que contem água, de forma que a boca fique submersa.



Porque a lata amassou? Vamos recapitular alguns pontos! No início a lata estava cheia de ar, certo? Em seguida colocamos um pouco de água e aquecemos. Quando a ebulição começou (em uma temperatura próxima de  $100^{\circ}C$  e com pressão igual à atmosférica) a água passou para o estado de vapor e ocupou todo o interior da lata, expulsando parte do ar. Quando viramos a lata na água fria do recipiente, ela se resfriou e o vapor de água no interior da lata se condensou, ou seja, passou do estado de vapor para o estado líquido. Esta condensação que ocorreu produz um abaixamento brusco da pressão, ou seja, houve uma diminuição da pressão interna no interior da lata. Como a pressão externa ficou muito maior que a interna, a pressão atmosférica empurrou a parede da lata

esmagando-a rapidamente. Logo, dizemos que a pressão é a força que a pressão atmosférica exerce sobre todos os objetos existentes no planeta.

Agora, peço-lhe que me acompanhe na seguinte situação. Suponhamos que na sua casa tenha um aspirador de pó e que você esteja utilizando-o para limpar o sofá. Qual a função do aspirador de pó? Com base no que você aprendeu em linhas anteriores, faça-lhe o seguinte questionamento: o aspirador de pó puxa a poeira para o seu interior ou a atmosfera que empurra a poeira? Ao ligar o aspirador de pó ele cria uma pressão menor do que a pressão externa, fazendo com que a pressão atmosférica empurre o ar para dentro do aspirador, arrastando a poeira e deixando o sofá limpo.

Para falar de outra propriedade dos gases, disponho aqui de uma seringa. Vou tampar a saída de ar da seringa e apertar o êmbolo. Observe que quando assim o faço, o êmbolo da seringa só vai até certo ponto.

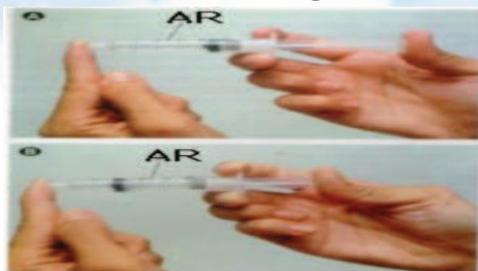


Figura 1: apertando o êmbolo da seringa

Por que isso acontece? Há pouco você viu que o ar é uma mistura de gases. Devo, ainda, lhe dizer que os gases são formados por partículas. Mas você sabe o que existe entre essas partículas? O nada! Isso mesmo, entre as partículas existem os espaços vazios. Quando apertado o êmbolo da seringa, aumenta-se a pressão em seu interior e as partículas ficam mais próximas entre si, diminuindo os espaços vazios entre elas e, conseqüentemente, o volume do ar, o seja, o ar foi comprimido. E se eu soltar o êmbolo? Se assim o fizer, a pressão vai diminuir e as partículas afastar-se-ão novamente, voltando ao mesmo volume do estado inicial. Devo lhes dizer que a compressão é uma propriedade extremamente importante da atmosfera, pois permite, por exemplo, o enchimento e a calibração de pneu de carros. Lembre-se que um pneu bem calibrado além de garantir mais segurança na hora de dirigir, ajuda a reduzir o consumo de combustível



Figura 2: calibragem

Permita-me, agora, apresentar-lhe mais um experimento, para que assim eu possa falar de uma outra propriedade importante. Temos aqui uma bexiga na boca de uma garrafa de plástico. Observe que a bexiga está vazia(Fig 3 ).



Figura 3: Bexiga vazia presa na boca na garrafa



Figura 4: Bexiga submetida a uma fonte de calor

Pois bem, quando forneço calor à garrafa plástica por meio de um secador de cabelo, observe que a bexiga começa a encher ( Fig.4). Como a Química explica esse fenômeno? Lembre-se, dei início a esse texto dizendo que a atmosfera é uma mistura de substâncias ( gases). Os gases, por sua vez, são formados por partículas ( moléculas) entre elas existem os espaços vazios. Mas, agora devo informa-lhes que, na medida em que aquecemos os gases, estamos também aumentando a energia cinética das

partículas e, conseqüentemente, estamos o aumentado os espaços vazios entre elas. É justamente o aumento dos espaços vazios, ou seja, a expansão dos gases, que faz a bexiga encher. E o que você me diz se eu soprar ar frio sobre a bexiga contendo ar quente? Como se comportariam os gases que estão no interior da bexiga? Simples! A energia cinética dos gases irá diminuir, conseqüentemente os espaços vazios entre as partículas também diminuirão, retornando a bexiga



Figura 6: festival de balonismo

ao seu estado inicial: vazia. Meu caro, a expansão é uma propriedade muito importante e explica, por exemplo, o funcionamento dos balões de gás utilizados no fantástico mundo do balonismo.

Caro leitor, espero que as informações aqui apresentadas tenham esclarecidos alguns fenômenos que comumente você observa ao longo de sua rotina. Eu poderia dar-lhes muitos outros exemplos de como ela está presente em nossas vidas, mas acredito que apenas esses já foram suficientes para mostrar-lhe que a nossa vida depende da atmosfera.

## ATMOSFERA: FENÔMENOS E EXPLICAÇÕES

### PARTE II

Caro leitor, no texto Atmosfera: Fenômenos e Explicações- Parte I falei de algumas importantes propriedades dos gases que compõem a nossa atmosfera. Agora, tenho como objetivo apresentar-lhe algumas informações a respeito de alguns desses gases.

Componente	Teor (por metro cúbico)	Componente	Teor (por metro cúbico)
Nitrogênio (N <sub>2</sub> )	780,8 litros	Hélio (He)	5,2 mililitros
Oxigênio (O <sub>2</sub> )	209,5 litros	Metano (CH <sub>4</sub> )	1,8 mililitro
Argônio (Ar)	9,3 litros	Criptônio (Kr)	1,1 mililitr
Gás Carbônico (CO <sub>2</sub> )	≈ 375 mililitros	Hidrogênio (H <sub>2</sub> )	0,53 mililitro
Neônio (Ne)	18 mililitros	Xenônio (Xe)	0,086 mililitro

Tabela 1: Composição do ar limpo e seco (Homosfera)

Fonte: Tolentino, M.; Rocha-Filho, R. C.; Silva, R. R.. A Atmosfera Terrestre. 2 ed. São Paulo: Moderna, 2004

A partir da tabela 1, tomamos conhecimento de quais gases compõem a atmosfera, Vamos examiná-los alguns desses gases a fim de entendermos melhor suas aplicações. Para não delongar muito, falarei apenas de três desses gases (nitrogênio, oxigênio, e gás carbônico) o que não quer dizer que os outros não sejam importantes.

Nitrogênio e oxigênio são os gases de maior composição da atmosfera. Vou, portanto, nesse momento referir-me ao oxigênio. Se eu for descrever aqui todas as aplicações do oxigênio, tornaria este texto extenso demais, portanto, escolherei apenas uma de suas aplicações para apresentar-lhe: a produção de fogo.

Você já parou para pensar no quão é importante o fogo? Ele é uma necessidade para a sobrevivência do ser humano. Sem ele não poderíamos cozinhar e nem nos aquecer, sem ele os foguetes não poderiam dar partidos para o espaço, além disso, muitos processos industriais como, por exemplo, a fabricação de cerâmicas e a fusão de alguns metais, não poderiam acontecer. Mas, o que é fogo? No olhar do químico, entende-se por fogo uma reação química que produz luz e calor em forma de chama. Devo-lhes informar de que essa reação é chamada de reação de combustão.

O gás oxigênio é um dos componentes essenciais para que ocorra a combustão. Além dele, são também importantes o calor e o combustível (papel, madeira, gasolina etc). Esses três componentes constituem o chamado "Triângulo do fogo".

Mas é curioso pensarmos na seguinte situação: quando há falta de energia elétrica pegamos uma vela para não ficar no escuro. Por que preferimos acender uma vela a ligar o fogão? Ambos não saem fogo? Você deve estar pensando no óbvio, ora, a chama da vela ilumina muito mais do que a outra!! Como a Química explica a diferença de luminosidade entre elas? Examinaremos um pouco a chama da vela e do fogão:

Figura1: Triângulo do fogo



Figura 2: Chama do fogão

Figura 1: Chama da vela

Visualmente, uma é azul e a outra é amarela. Não tenho dúvidas de que você perguntará, por que as chamas têm cores diferentes. Pois bem, vamos entender essa diferença de cores. O combustível que é utilizado na combustão do fogão de sua casa é o gás liquefeito de petróleo (GLP), conhecido popularmente como gás de botijão. Nesse processo, existe uma quantidade de oxigênio suficiente para queimar o GLP. Por sua vez, essa quantidade de oxigênio é misturada ao GLP antes da queima, ou seja, o que se inflama é a mistura desses dois componentes, resultando assim no que chamamos de chama de pré-mistura ou combustão completa. Este tipo de combustão confere à chama uma cor azulada, com pouca luminosidade, porém com uma maior quantidade de calor. Já na vela o combustível utilizado é a parafina, derivada do petróleo. Neste caso, a reação de combustão ocorre entre a parafina e o oxigênio do ar, ou seja, não houve pré-mistura de seus componentes e a quantidade de ar na região onde ocorre a combustão é insuficiente, resultando em uma chama de difusão ou combustão incompleta. Este tipo de combustão confere à chama uma cor amarelada, com muita luminosidade, porém com uma menor quantidade de calor. Então, dizemos que diferença na cor das chamas está relacionada ao tipo de chama produzida.

E como é possível apagar a chama sem assoprá-la ou sem o uso de água?

Vamos pegar uma vela! Agora, iremos colocá-la dentro de um copo de modo que o tamanho da vela seja menor que o copo. Adicionaremos uma quantidade bem pequena de água no copo. Apanhemos um comprimido efervescente e dissolvemos na água. Veja que no momento em que adicionamos o comprimido, a chama se apagou. A partir do que já dito anteriormente, creio que você tem condições de entender esse fenômeno. Você já sabe que a chama para permanecer acesa necessita de três componentes: Calor, combustível e oxigênio. Se a vela apagou, significa que está faltando um destes três componentes. Você percebeu que quando o comprimido foi dissolvido em água, alguma coisa foi liberada? Pois bem, ocorreu uma **reação química** em que foi liberado o

*Reações químicas são processos em que há formação de novas substâncias.*

gás carbônico. Este gás é mais denso que o ar e por isso, o expulsa do copo. Ora, se agora não temos mais ar e, conseqüentemente oxigênio, também não temos mais fogo!!! Um dos tipos de extintor de incêndio contém gás carbônico comprimido.

Até aqui, falamos de como se produz fogo e de como é possível combatê-lo. Vimos que o gás carbônico, liberado da reação que acabamos de fazer, foi capaz de apagar a chama da vela afastando o ar da chama. Há mais uma informação que devo mencionar. Se não conseguirmos controlar o fogo e ele começar a se propagar muito rapidamente, significa que está ocorrendo um incêndio. Os incêndios são classificados de acordo com o tipo de combustível que o provocou e para combatê-lo é necessário o uso do extintor. Caro leitor, o extintor de incêndio é obrigatório por isso, fique atento, por

exemplo, no condomínio onde mora ou no veículo de seu carro ou de familiares.

Passemos agora para outro gás que compõe a atmosfera: o nitrogênio. Uma das aplicações desse gás é a sua utilização no processo de inseminação artificial que permite a reprodução, quando esta não é possível por vias naturais. Nesse processo, o nitrogênio líquido, retirado da atmosfera, tem um importante papel que é o de conservação do sêmen. Mas, você já parou para pensar em como retirar o nitrogênio da atmosfera? Essa tarefa cabe ao profissional da Química! Podemos dizer que uma de suas funções é retirar de um material substâncias que precisamos. Logo, a partir da compressão e do resfriamento do material ar, retira-se o gás nitrogênio ( $N_2$ ) de modo que ele se torne líquido em uma temperatura de  $-196\text{ }^\circ\text{C}$ .



Figura 4: Nitrogênio líquido

Falamos até o momento das aplicabilidades do oxigênio e nitrogênio. Agora, vamos falar um pouco do gás carbônico ( $CO_2$ ). Esse gás torna as águas pluviais levemente ácidas, favorecendo o surgimento de belas cavernas calcárias. (Figura 5). Além disso, é indispensável para realização do processo de fotossíntese, por isso é um componente atmosférico essencial à vida.



Figura 5: Caverna calcária Fonte: Google imagens

O dióxido de carbônico ( $CO_2$ ) é um gás que devido a sua natureza físico-química funciona como um dos causadores do efeito estufa. Mas, o que é o efeito estufa? Como ele influencia nossa vida?

Uma parte da energia que a Terra recebe do Sol é absorvida pela superfície terrestre e emitida na forma de radiações infravermelha (ondas longas/calor). O  $CO_2$  presente na atmosfera absorve essas radiações, passando também a irradiar no infravermelho em todas as direções; conseqüentemente grande parte dessas radiações fica retida na baixa atmosfera, resultando no aquecimento do planeta. A esse fenômeno chamamos de Efeito Estufa. É um fenômeno que ocorre naturalmente e que sem ele a Terra teria uma temperatura média de  $-18\text{ }^\circ\text{C}$  e, por isso o efeito estufa é responsável pela manutenção da vida na Terra.

Dêem-me agora mais um pouco de atenção, pois tratarei de um sério problema que vem causando mudanças climáticas, com conseqüências dramáticas para o meio ambiente. Atividades humanas (queima de combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas de florestas etc) vêm aumentando a emissão de  $CO_2$  na atmosfera. Vamos acompanhar isso pela Figura a seguir:

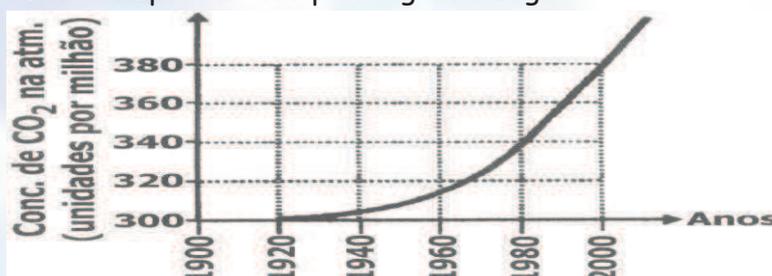


Figura 6: Teor de gás carbônico na atmosfera  
Fonte: (Santos, 2011).

O aumento desse gás na atmosfera provoca o aumento do efeito estufa, isso significa um aumento na temperatura média do planeta, com perturbações significativas no meio ambiente.

O gás carbônico é proveniente principalmente do fenômeno da combustão. Em linhas anteriores, lhe disse muitas coisas sobre esse fenômeno. Vou acrescentar apenas algumas informações: são exemplos de combustão a queima de gasolina, de vegetais, de madeira (lenha) etc. Um marco histórico que aumentou drasticamente a emissão do  $CO_2$  na atmosfera foi o advento da Revolução Industrial no século XVIII. Hoje, O avanço das indústrias representa também a elevação de teor desse gás na atmosfera.

A necessidade do  $CO_2$ , a sua produção e o seu consumo é um paradoxo, pois a sua produção é maior do que o consumo, colocando em risco as condições de vida na Terra.

#### Referências:

A atmosfera terrestre. Mario Tolentino, Romeu C. Rocha-Filho e Roberto Ribeiro da Silva. São Paulo: Editora Moderna, 2004. 160 p. ISBN 85-16-04140-9.

GRACETTO, Augusto César ; HIOKA, Noboru ; SANTIN FILHO, O. . Combustão, Chamas e Testes de Chama para Cátions: Proposta de Experimento. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 23, n.maio, p. 50-55, 2006.



## Os metais e os fenômenos do dia a dia

A relação dos metais com o homem começou na antiguidade e vem cada vez mais se estreitando, pois o homem passou a aproveitá-los para confecção de ferramentas de uso geral. Os metais estão por toda parte, e possuem propriedades que são importantes no nosso dia a dia. Vamos conhecer alguns metais e algumas de suas propriedades?

Pois bem, quero iniciar fazendo-lhe uma pergunta: por que nos trilhos de trens existem "folgas", chamadas de juntas? Convido-lhe a fazer um experimento para responder a essa pergunta. Temos aqui os seguintes materiais: anel de Gravesante, lamparina à álcool e fósforo. Primeiramente, observe que a esfera atravessa livremente o anel metálico ( Fig 1a).

Vamos aquecer a esfera com o calor produzido pela lamparina. Agora, vamos tentar atravessá-la pelo anel metálico. Não conseguimos!! Por que, quando fria, a esfera atravessa e quando aquecida ela fica presa no anel?

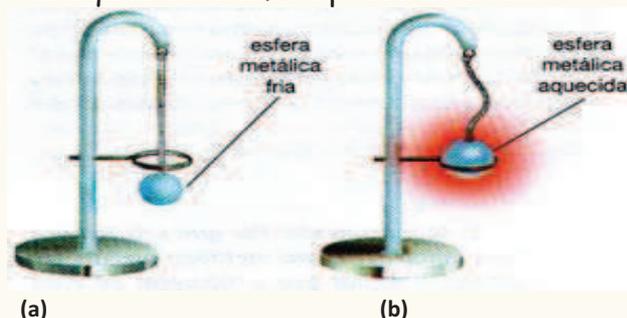
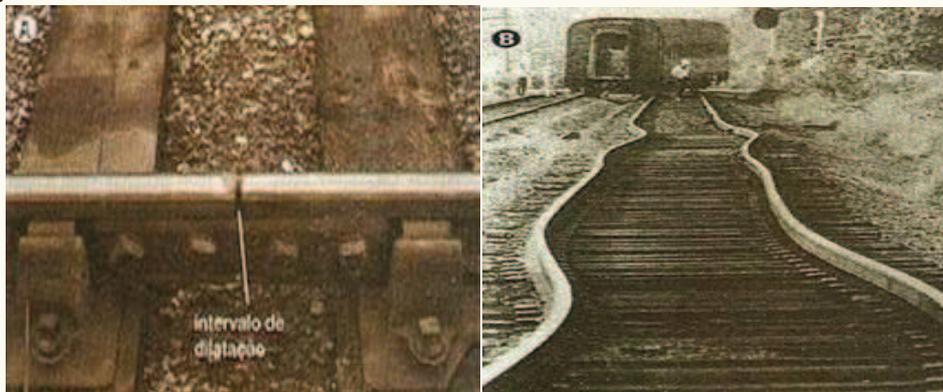


Figura 1: a) Esfera de alumínio atravessa livremente pelo anel metálico b) a esfera de alumínio aquecida não consegue atravessar pelo anel . Fonte: Google Imagens

Caro leitor, o anel de gravesante é um instrumento cuja esfera é constituída de um metal chamado alumínio. A esfera de alumínio é feita com a substância alumínio; esta, por sua vez, é formada por átomos de alumínio. Entre os átomos de alumínio existem os espaços vazios. Quando aquecemos a esfera, aumentamos as vibrações entre esses átomos. Essas vibrações promovem um aumento dos espaços vazios e, conseqüentemente, o aumento de volume da esfera, assim ela não mais consegue atravessar ao anel. A esse fenômeno, denominamos de dilatação dos materiais metálicos. Quero que entenda que a boa condutividade térmica é uma das propriedades dos metais e, é ela que é a responsável pelo fenômeno da dilatação.

Então, vamos pensar! Na construção de ferrovias utiliza-se materiais metálicos. Ora, se os metais são bons condutores térmicos então, os trilhos metálicos utilizados na construção tendem a dilatar com o aquecimento do sol,

provocando distorções nos trilhos. Portanto, para evitar que isso aconteça, os engenheiros de ferrovias, utilizam-se de folgas, denominadas juntas de dilatação.



(a)

Fig 2: a) Folga de dilatação entre os trilhos

Fonte: Google Imagens

(b)

b) trilhos deformados devido ao fenômeno de dilatação

Fonte: Google Imagens

Vamos agora falar de um outro metal, o cobre. O cobre foi um dos primeiros metais conhecidos pelo homem. Ele é um elemento encontrado naturalmente como substância simples ou ainda, combinado com outros elementos, formando substâncias compostas. No Brasil, a sua exploração acontece em Caraíbas, na Bahia, de onde provém a maior parte do cobre nacional, e em Caçapava do Sul e Camaquã, ambas localizadas no Rio Grande do Sul. A produção nacional é insuficiente para atender às nossas necessidades; por isso o cobre é um dos principais itens de importação brasileira.

Mas afinal, onde o cobre pode ser empregado? Pois bem, por ser um bom condutor de eletricidade, é bastante utilizado nas indústrias de equipamentos elétricos. Além disso, ele possui outra propriedade bem característica que é a baixa tendência de se oxidar, por isso é empregado na fabricação de tubulações para água quente, de moedas, de inúmeras ligas e também na fabricação de utensílios domésticos como, por exemplo, as panelas.

O hábito de preparar alimentos em panelas de cobre era muito comum entre nossos avós, mas esse costume foi abandonado. Mas, por que será que não devemos cozinhar em panelas de cobre? Para responder a essa pergunta, vamos pegar um pouco de vinagre, um pedaço de fio de cobre, um copo de vidro e fazer um experimento. Primeiramente você irá remover a capa plástica do fio, em seguida dobrar a ponta do fio descascado. A seguir, pendure-o na borda do copo, de modo que parte fique imersa no vinagre e deixe em repouso. Após uma semana, você poderá observar a formação de um material esverdeado sobre o fio

Figura 4: Moedas de cobre  
Fonte: Google Imagens

de cobre, na interface vinagre-ar. Preste atenção: este material não é formado no pedaço do fio que fica submerso no vinagre!



Figura 5: Panela de cobre

Fonte: Google Imagens

Bem, na interface vinagre -ar ocorre inicialmente a reação do cobre com o oxigênio presente no ar, formando o óxido de cobre II. Este óxido reage com o ácido acético presente no vinagre, formando o acetato de cobre II. O óxido de cobre presente nessa interface pode também reagir com o gás carbônico formando o carbonato de cobre II e o hidróxido de cobre II. Não se assutem com esses nomes!!! O que quero que aprenda é que todos estes compostos de cobre que foram formados têm uma coloração azul- esverdeada e este material é conhecido como azinhavre.

A ingestão de substâncias contendo átomos de elemento químico cobre é importante para nossa saúde . Essas substâncias são encontradas em carnes, frutos do mar, vegetais cereais e nozes. A formação do azinhavre nas panelas de cobre é o caminho pelo qual substâncias contendo cobre são transferidas para os alimentos. O uso por longos períodos de panelas de cobre pode causar a ingestão de quantidades de cobre maiores do que aquelas necessárias ao nosso organismo, causando distúrbios nervosos, musculares e alterações no funcionamento do fígado. E é justamente por isso que o uso de panelas de cobre foi lentamente sendo abandonado.

Passemos agora para outro metal, o zinco. Esse metal não é muito abundante na superfície do planeta e é obtido principalmente do minério chamado blenda ou esfalerita ( $ZnS$ ). Vamos ficar por dentro das aplicações desse metal? Pare e pense: o que há de comum entre os cascos do navio, as calhas de coletar chuva e as pilhas comuns? É a presena do zinco! Mas quais são as aplicações desse metal no nosso dia a dia? Devido a sua propriedade anticorrosiva os cliques para prender papel são revestidos de zinco. Também nos cascos de navios são afitado pedaços de zinco. Vamos fazer um experimento para entender um pouco mais sobre esse processo de revestimento...

Você precisará de pregos de ferro, água salgada, duas laminas de zinco, dois fios conectores e dois copos de plásticos transparentes. Inicialmente coloque a água salgada do copo plástico. Em seguida, coloque dois pregos e uma lâminas de zinco dentro do copo plástico, fixando-os na vertical, Por fim, você deve conectar a lâmina a um dos pregos, utilizando os fios conectores já fixados aos jacarés. Ao longo de uma semana você observará que o prego que não foi conectado nas lâminas de zinco, apresentou alteração, passando para uma cor avermelhada. Por que isso aconteceu?

No processo de corrosão, a substância ferro reagiu com água e oxigênio, formando a substância hidróxido de ferro. Esta, por sua vez, reagiu com oxigênio do ar, formando óxido de ferro, de coloração avermelhada. Este processo é conhecido como uma reação de óxido-redução.

Caro leitor, o prego de ferro quando em contato com água salgada apresenta o fenômeno da **corrosão**. Diferentemente, o prego que estava conectado a lâmina de, não apresentou o processo de corrosão. Por que será? O zinco é um metal que se oxida mais facilmente do que o ferro. Então, quando o prego de aço está ligado ao metal zinco, a

sua oxidação é reduzida, ou seja, ao invés de se observar oxidação do ferro, o que observa é a oxidação do zinco. Esse mecanismo é chamado de proteção sacrificial, pois sacrifica o zinco a fim de proteger o ferro. É justamente esse processo de proteção que é utilizado nos cascos dos navios. Utiliza-se desse metal para proteger os cascos, assim, o zinco se oxida protegendo o aço presente nos cascos dos navios.

Bom, o zinco também tem uma outra aplicabilidade importante, que é a de produzir energia. Para uma melhor compreensão a respeito disso, convido-lhe a acionar uma calculadora sem utilizar uma pilha comercial. Como isso seria possível? Simples! Vamos montar um circuito envolvendo batatas, pedaços de folhas de zinco, lâmina de cobre e conectores elétricos (fios e jacarés). Para dar início, espete um pedaço de fio de cobre e uma folha de zinco em pontas opostas de uma batata. Agora vamos fechar o circuito conectando os fios no eletrodo de cobre e no eletrodo de zinco. Ao fechar o circuito, observe que a calculadora começa a funcionar. Por que?

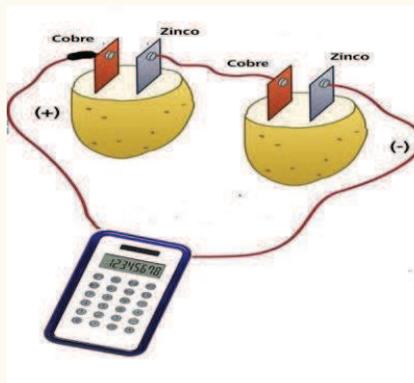


Figura 6: Pilha de batata

Bom, para que a calculadora passe a funcionar é necessário produção de corrente elétrica por uma reação que os químicos chamam de oxi-redução. Nesse tipo de reação ocorre uma transferência de elétrons. O zinco é um metal que tem grande facilidade de perder elétrons, por isso quando fechamos o circuito ele passa a transferir elétrons para substâncias ácidas presentes na batata, ocorrendo assim a produção de energia elétrica. E a placa de cobre? Bem, ela vai servir para condução dos elétrons.

Caro leitor, os conceitos (transferência de elétrons) que explicam o funcionamento desta pilha de batata que acabamos de construir, são os mesmos

que possibilitam o funcionamento das pilhas comerciais e das baterias nos carros.

Agora, peço que me acompanhem um pouco na história de como surgiu as pilhas. A sua origem se iniciou com os experimentos de Galvani sobre a estrutura nervosa das rãs dessecadas, observando a ocorrência de contrações musculares ao serem colocadas em contato com dois tipos de metais diferentes. Esse fato foi inicialmente atribuído por Galvani à eletricidade animal. Ele julgava que a eletricidade era inerente ao próprio animal, e que ligando os nervos da rã a seus músculos, fechava uma espécie de circuito nervoso. Mais tarde, o físico Volta partir de algumas experiências, observou que os fenômenos notados nos animais não são de natureza animal, mas de propriedades dos metais com os quais as experiências são realizadas. Estava formada a ideia da pilha!! Foi a partir daí que volta começou a empilhar alternadamente placas de zinco e de cobre, separando-os por pedaços de tecido embebidos em solução salina. Esse dispositivo era capaz de produzir corrente elétrica continuamente: estava criada a pilha de Volta!

Bem, falei até aqui sobre alguns metais que são comumente encontrados no nosso dia a dia e de algumas de suas utilidades. Quero finalizar o texto chamando-lhe atenção para alguns aspectos ambientais. Nas pilhas e baterias de uso doméstico

são encontrados metais, tais como, mercúrio, chumbo, zinco, cádmio, níquel e lítio. Estes metais apresentam um grande perigo quando descartadas incorretamente, contaminando o solo e a água e dessa forma podem causar sérios danos a diversas formas de vida, incluindo a vida humana. Portanto, lembre-se: Não descarte seu celular ou suas pilhas no lixo comum! Procure sempre descartá-las adequadamente, encaminhando-as a postos de coleta. Além disso, vamos deixar o consumismo de lado procurando não trocar de celular, pelo menos enquanto estiverem em bom estado. Precisamos exercer uma mudança nos padrões de consumo!



Figura 7: Alessandro Volta e sua primeira pilha, denominada Pilha de Volta.

Fonte: Google Imagens



Figura 8: Não descarte pilha no lixo comum.

Fonte: Adaptada de Google Imagens

#### Referências:

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Unijuí. 2010. p. 236-261

CANTO, E.L. **Minerais, Minérios, Metais: De onde vêm? Para Onde Vão?**. 2. Ed. São Paulo; Moderna, 2004. ( Coleção Polêmica)

## Qual a relação da QUÍMICA com os ALIMENTOS?

"O universo nada é sem vida e tudo o que vive se alimenta"

Você já deve ter escutado falar da Química da saúde, Química do Meio Ambiente, Química dos materiais, Química dos sentidos, Química dos alimentos etc. Isso mostra a diversidade que é a Química, indicando diferentes aspectos ligados a esta Ciência e que estão presentes no nosso dia a dia constantemente. Mas de que forma a Química se faz presente? Para responder a essa pergunta precisamos entender o que é a Química e o que ela estuda. Vamos considerar, por exemplo, os alimentos. Como você imagina que a Química esteja relacionada com os alimentos que você ingere e que são essenciais à manutenção de sua vida? Qual seria o papel do químico no contexto dos alimentos?

Para responder a essas perguntas vamos partir de alguns alimentos bem presentes no nosso dia a dia. Vamos começar imaginando uma bala de canela. Quando você degusta uma bala de canela, é possível identificar dois sabores: o sabor doce e o sabor de canela. Mas afinal, como esses sabores foram parar na bala? Qual a relação da Química com a bala de canela? Para entender isso, vamos observar o esquema abaixo:



De acordo com as figuras, observe que a partir do material cana-de-açúcar (1) se obtém a garapa (2), ou seja, a garapa é um líquido extraído da cana-de-açúcar pelo processo de moagem. Logo, garapa é um material complexo que contém água e muitas outras substâncias. Se filtrarmos a garapa em uma peneira (para retirar pequenos pedaços de cana-de-açúcar) e colocarmos em um tacho com aquecimento para remoção da água, obtemos a **rapadura** (3). Por sua vez, podemos considerá-la menos complexo do que a garapa. A partir de um processo de purificação subsequente da rapadura obtém-se açúcar mascavo (4). Por meio de novas purificações produz-se o açúcar cristal (5), depois o açúcar



refinado (6) e, finalmente aquilo que os químicos denominam de substância: a sacarose.

Pois bem, a substância sacarose possui um sabor doce e é ela que confere esse sabor à cana-de açúcar, à garapa, à rapadura, ao açúcar mascavo e também a nossa bala de canela.

E de onde vem o sabor da canela? Vamos realizar um experimento para responder a essa pergunta. A canela em pau (FIG.1) ou em pó é um material que contém as substâncias celulose, aldeído cinâmico entre outras substâncias.



Figura 1: canela em pau e em pó



Estrutura molecular da substância aldeído cinâmico

Observe e sinta o cheiro de um pedaço de canela em pau (lascas de canela). A seguir coloque pedaços de canela em um pequeno frasco com álcool em quantidade suficiente para cobrir a canela e feche-o. Após alguns minutos, observe que, aos poucos a cor do etanol vai se alterando. Depois de uma semana, você verá a cor do álcool, antes incolor, passou para uma cor amarronzada. Agora passe um pouco dessa solução amarronzada sobre sua mão, sobre até o álcool evaporar e, em seguida, cheire o local. Que cheiro tem essa região de sua mão? Pois bem, no procedimento realizado, o álcool solubilizou algumas das substâncias presentes na canela em pau. Uma dessas substâncias é conhecida como aldeído cinâmico, que tem cheiro e sabor característico da canela. Esse processo é chamado pelos químicos de **extração por solvente**, ou seja, o álcool (solvente) extraiu a substância aldeído cinâmico, obtendo-se assim, a essência natural de canela. A partir desse processo de extração realizado por um químico, é possível retirar do material canela a substância aldeído cinâmico e então adicioná-la à bala de canela, conferindo-lhe cheiro e sabor característicos. Essa tarefa de desenvolver processos de extração e purificação de substância a partir dos materiais existentes na natureza é uma tarefa inerente ao profissional químico.

Tal processo consiste em extrair uma ou mais substâncias de um material utilizando-se uma de suas propriedades químicas: a solubilidade

Além de ser utilizada na produção de balas, quais seriam outras finalidades da canela? Na antiguidade, o cravo-da-índia, a pimenta do reino, o gengibre, bem como a canela, eram consideradas especiarias de grande valor comercial. Na época das grandes navegações eram utilizadas como moedas de troca, dotes, heranças,

reserva de capital, divisas de um reino, pagavam serviços, impostos, dívidas, acordos e obrigações religiosas.

Atualmente, a canela além de ser usada na alimentação, é muito utilizada na produção de aromas e de medicamentos. Mas, será que existem pés de canela suficiente para atender essa demanda? Pensando nos impactos ambientais que podem ser causados pela exploração excessiva das caneleiras, os químicos passaram a sintetizar o aldeído cinâmico em laboratório, possibilitando assim o uso da essência sintética de canela.

Com isso, podemos dizer que outra atividade importante do químico é produzir em laboratório substâncias que já existem na natureza, mas em quantidades insuficientes para atender a demanda.

Vamos voltar um pouco na questão da bala de sabor doce. Que o sabor doce é agradável, não resta nenhuma dúvida! Talvez por isso mesmo, o açúcar desde a antiguidade o açúcar é um material com diversas aplicações. No século XIII, o açúcar cristalino chegou à Europa com a volta das primeiras Cruzadas. Ele era considerado um artigo exótico e tinha o mesmo valor das especiarias sendo um produto de luxo e caro. Nessa época, era muito utilizado na medicina para disfarçar o gosto amargo e nauseante dos remédios. Nos séculos seguintes, o açúcar passou a ser utilizado como adoçante de massas, como conservante de frutas (compotas e geléias) e no preparo de guloseimas adocicadas. Logo, devido a hábitos desenvolvidos através dos tempos, passou de luxo para um artigo de necessidade, aumentando seu consumo. Entre 1900 e 1964, a produção mundial de açúcar cresceu 700%. Atualmente, o Brasil é o maior produtor e exportador de açúcar do mundo, sendo responsável, em termos mundiais, por aproximadamente 20% da produção e 40% das exportações. A produção nacional em 2007/08 foi de 31 milhões de toneladas.

Sabemos que nem todos podem degustar uma bala de canela ou qualquer alimento adocicado com açúcar, devido à doença diabetes. Esta é uma doença crônica que atinge milhares de brasileiros. A diabetes se caracteriza como uma doença ocasionada pelo acúmulo de glicose no sangue. A glicose é produto do metabolismo da substância sacarose (açúcar). Você já parou para pensar o que causa o acúmulo de glicose no sangue? Esse acúmulo pode ser causado de duas maneiras:

1. Devido ao consumo excessivo de alimentos ricos em açúcares, carboidratos ou mesmo bebidas alcoólicas, associados a uma vida sedentária.
2. Em função da não produção ou produção insuficiente de insulina pelo organismo, impedindo o metabolismo da glicose.

Por isso, não devemos abusar de doces, salgadinhos, bebidas alcoólicas e precisamos praticar atividades físicas regularmente. Pessoas portadoras dessa

doença devem mudar seus hábitos alimentares, como por exemplo, substituir o açúcar por adoçante, os alimentos normais pelos alimentos dietéticos, como por exemplo, os refrigerantes do tipo zero açúcar. A substituição do açúcar por um adoçante pode alterar as propriedades de refrigerantes em lata? Para responder a essa pergunta vamos colocar duas latas de refrigerantes em uma jarra de água:



Figura 4: Refrigerante normal e refrigerante zero açúcar imersos em um recipiente de água

Observando a Figura 4, note que a lata de refrigerante normal afunda e a lata de refrigerante zero açúcar flutua. Por que isso acontece? Devo dizer que a lata que flutua tem **densidade** menor do que a da água. Já a lata que afunda tem densidade maior que a da água. Supondo que elas têm o mesmo volume de líquido (350mL) e são fabricadas de um mesmo metal (alumínio) então, a diferença nas densidades pode ser atribuída às massas distintas dos líquidos.

O fato de o refrigerante normal ter maior massa pode estar atribuído ao açúcar dissolvido, já nos refrigerantes dietéticos o açúcar é substituído por alguns miligramas de um adoçante sintético. Essa é a grande diferença entre esses dois refrigerantes, ou seja, a massa que existe na lata do refrigerante normal é maior do que a massa do refrigerante zero açúcar.

Como os adoçantes sintetizados são cerca de 100 a 300 vezes mais doce que a sacarose (açúcar), então basta uma pequena quantidade de adoçante para se obter uma doçura equivalente à do açúcar. São exemplos de adoçantes: o aspartame, a sacarina, o acesulfame etc.

Alguns adoçantes não existem na natureza e, por isso, são sintetizados em laboratórios pelos químicos. Logo, dizemos que sintetizar em laboratório substâncias que não existem na natureza e que passaram a ser importantes para o consumo humano, é outra relevante atividade do profissional da Química.

Caro leitor, observe que para cada tipo de alimento que apresentamos (cana-de-açúcar, garapa, rapadura, bala de canela, refrigerante,) as características ressaltadas foram interpretadas pelas propriedades de alguma substância (sacarose, aldeído cinâmico, sacarina, água etc). Portanto, a Química está presente nos ali-

Densidade é uma grandeza que expressa quanto há de massa por unidade de volume de um dado material.

mentos na forma de substâncias. São as substâncias que dão as características de cada alimento, tais como, a cor, o gosto, o cheiro, a consistência etc.

Podemos finalizar afirmando que a Química é a ciência que estuda as substâncias e que, elas estão presentes nos diferentes tipos de alimentos. Além disso, a função da Química também está relacionada à qualidade dos alimentos que consumimos, pois a investigação em Química de Alimentos pretende estabelecer critérios quanto à composição, valor nutritivo etc. Sendo assim, as atividades que os químicos de alimentos desenvolvem influenciam no bem estar e saúde da população.

#### Referências:

BURRESON Jay, LE COUTEUR Penny, **Os Botões De Napoleão**. Jorge Zahar Editor Ltda, [2003](#). (em português);