

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO  
INSTITUTO DE QUÍMICA  
INSTITUTO DE FÍSICA

**A LINGUAGEM ESCRITA DO LIVRO  
DIDÁTICO DE CIÊNCIAS DE 8ª SÉRIE  
DO ENSINO FUNDAMENTAL**

MARIA COVADONGA LÓPEZ APOSTÓLICO

INSTITUTO DE FÍSICA

Serviço de Biblioteca e Informação

Tombo: 4133 Ex. 2

Orientador: Prof. Dr. Luiz Roberto de  
Moraes Pitombo

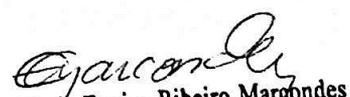
Dissertação de Mestrado apresentada  
ao Instituto de Química, Instituto de  
Física e Faculdade de Educação da  
Universidade de São Paulo para a  
obtenção do título de Mestre em Ensino  
de Ciências.

**Banca Examinadora:**

Prof. Dr. Luiz Roberto de Moraes Pitombo ( IQUSP)  
Profa. Dra. Maria Eunice Ribeiro Marcondes (IQUSP)  
Prof. Dr. Pedro da Cunha Pinto Neto (UNICAMP)



São Paulo  
2004



Profa. Dra. Maria Eunice Ribeiro Marcondes  
Presidente da Comissão de  
Pós-Graduação Interunidades

SBI-IFUSP



305M810T4133

Deixa 09/06/04

530.07  
A6458  
M  
Ex.2

**FICHA CATALOGRÁFICA INTERUNIDADES**  
**Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação**  
**do Instituto de Física da Universidade de São Paulo**

López Apostólico, Maria Covadonga

A Linguagem Escrita do Livro Didático de Ciências de  
8ª série do Ensino Fundamental.  
São Paulo - 2004.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo  
Instituto de Física - Instituto de Química

Orientador: Prof. Dr. Luiz Roberto de Moraes Pitombo  
Área de Concentração: Ensino de Ciências  
(Modalidade Química)

Unitermos

1. Ensino e Aprendizagem - Ciências;
2. Linguagem Escrita;
3. Química – conceitos.

USP/IF/SBI-062/2004

*Esta Dissertação é dedicada os  
alunos com quem compartilhei  
saberes e aos professores,  
companheiros neste caminhar.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Luiz Roberto de Moraes Pitombo pela orientação, compreensão e confiança depositada.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Eunice Ribeiro Marcondes pela sua colaboração e disponibilidade.

À minha família pela tolerância e apoio.

Ao amigo Mansur pelo incentivo.

À minha filha Camila, companheira, pela ajuda incondicional e que me encorajou nos momentos de dificuldade.

## RESUMO

A pesquisa realizada buscou conhecer a linguagem da disciplina de Química em livros didáticos de ciências da 8ª série do Ensino Fundamental. No estudo de ciências, o aluno, cuja linguagem expressa sua forma de pensar e ver o mundo, é introduzido numa nova cultura, diferente do senso comum e que possui uma linguagem própria, a científica. Analisa livros didáticos que envolvem a linguagem de senso comum do aluno e a linguagem científica, com a intenção de perceber se a linguagem do livro está de acordo com o nível cognitivo do aluno que os utiliza e se constitui obstáculos epistemológicos à aprendizagem de conceitos de ciências. A pesquisa tem, também, como objetivo analisar se a linguagem do livro didático pode ofuscar a ruptura entre o conhecimento comum e o conhecimento científico e se os conceitos científicos abordados relacionam-se com a aplicação prática. Para esta finalidade foram selecionados dois livros didáticos de ciências de grande tiragem nacional em 2002. A metodologia utilizada na análise é a Análise de Conteúdo de Bardin numa abordagem qualitativa. Analisa a linguagem dos livros pelos termos: fusão/derreter, combustão/queimar, ebulição/ferver e misturar/dissolver. Como referencial teórico utiliza as idéias de obstáculo epistemológico e ruptura de Bachelard e desenvolvimento cognitivo de Piaget, considerando a linguagem de fundamental importância na formação de conceitos. Como resultado da análise da linguagem escrita do livro didático, verifica evidências que apontam que esta pode vir a reforçar o conhecimento de senso comum do aluno por constituir obstáculos epistemológicos à aprendizagem de conceitos científicos. Percebe-se que o texto destes livros não procura em geral esclarecer diferenças entre a linguagem da ciência e a linguagem comum dificultando a percepção do rompimento do conhecimento científico com o conhecimento comum. A linguagem empregada é na maioria das vezes abstrata e distante do nível cognitivo do aluno. As aplicações práticas aparecem geralmente como ilustrações e não como questões dificultando a percepção da relação entre o conhecimento científico, a tecnologia e a sociedade. A pesquisa sugere uma atenção especial para os casos apontados e pretende estar contribuindo com os autores dos livros didáticos de Ciências quanto ao uso criterioso da linguagem e com os professores na reflexão de sua prática educativa e utilização dos mesmos e, conseqüentemente, com a melhora na qualidade do ensino nas escolas.

## ABSTRACT

This research aimed to understand the language used in eighth-grade Chemistry didactic books. When studying sciences, the student, whose language expresses their way of thinking and viewing the world, is introduced into a new culture, different from common-sense and that has its own language, the scientific language. The study evaluated didactic books that include common-sense language and scientific language. It was intended to perceive if the book language would fit in the student's cognitive level who uses it and it is an epistemologic obstacle to the Science concepts learning. Also, the objective was to analyze if the didactic book language can highlight the gap between common knowledge and scientific knowledge and if the scientific concepts relate to practical application. Two 2002 best-sellers sciences didactic books were selected. The Analysis of Contents methodology from Bardin was used in a qualitative approach. The books language was analyzed by means of terms: fusion/melting, combustion/ to burn, ebullition/boiling and to dissolve/to mix. The ideas of epistemologic obstacle and disruption from Bachelard and Piaget's cognitive development were used as theoretical guides. Consider language of primordial importance in forming concepts. As a result of didactic book language analysis, it verifies evidences that indicate language can reinforce the student's common sense knowledge might bring epistemologic obstacle towards scientific concepts learning. It was noticed that the text from these books, in general, do not try to explain the differences between the two kinds of languages, raising objections to scientific and common knowledge gap perception. The language used is, most of the times, abstract and far away from the student cognitive level. Practical applications are shown usually as illustrations and not as questions, making the perception among scientific knowledge, technology and society, difficult. This research suggests a special attention to the cases pointed out and aims to contribute with the science didactic books authors regarding the substantial use of language. It also, intends to contribute with other teachers in reflecting about their educational practice and consequently, with the improvement of school teaching quality.

*“No mundo escolar lemos palavras que cada vez menos se relacionam com nossas experiências concretas. A escola silencia o mundo da experiência vivida ao ensinar apenas as palavras da escola e não as palavras do mundo”.*

(FREIRE, 1987)

# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>I CONHECIMENTO</b>	<b>7</b>
I-1. Conhecimento e Cultura	7
I-2. Conhecimento de Senso comum	8
I-3. Conhecimento científico	9
I-4. Conhecimento Tecnológico	10
I-5. Idéias prévias	12
I-6. Desenvolvimento cognitivo do adolescente	14
<b>II LINGUAGEM</b>	<b>17</b>
II-1. Linguagem e pensamento	17
II-2 Linguagem do senso comum	19
II-3. Linguagem da Ciência	20
II-4 Linguagem tecnológica	22
II-5. Ruptura	23
II-6 Obstáculos Epistemológicos	25
<b>III O LIVRO DIDÁTICO DE CIENCIAS</b>	<b>31</b>
III-1 O Programa Nacional do Livro Didático	31
III-2 Importância e utilização do livro didático	33
III-2-1 Análises críticas sobre livros didáticos	35
III-3 Ensino /Aprendizagem de ciências	39

<b>IV METODOLOGIA</b>	<b>41</b>
IV-1. Análise de conteúdo	41
IV-2. Critérios de escolhas	43
IV-2-1. Livros analisados	43
IV-2-2. URs selecionadas	44
IV-2-3. Categorias	47
<b>V ANÁLISE DOS LIVROS</b>	<b>49</b>
V-1. Análise do Livro I	49
V-1-1. Conceitos escolhidos para análise: fundir/derreter	50
V-1-2. Conceitos escolhidos para análise: combustão/queima	59
V-1-3. Conceitos escolhidos para análise: ebulição/ferver	65
V-1-4. Conceitos escolhidos para análise: misturar/dissolver	71
V-2. Análise do Livro II	76
V-2-1. Conceitos escolhidos para análise: fundir/derreter	77
V-2-2. Conceitos escolhidos para análise: combustão/queima	85
V-2-3. Conceitos escolhidos para análise: ebulição/ferver	90
V-2-4. Conceitos escolhidos para análise: misturar/dissolver	96
<b>CONCLUSÃO</b>	<b>102</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>105</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>107</b>
<b>ANEXO I</b>	<b>113</b>
<b>ANEXO II</b>	<b>114</b>
<b>ANEXO III</b>	<b>115</b>

## INTRODUÇÃO

Vivemos em um mundo de mudanças muito rápidas produzidas pela globalização, sociedade de consumo e informação. A escola, fazendo parte dessa sociedade e de sua cultura, pode contribuir na educação do indivíduo para a cidadania entendendo cidadão como indivíduo que transforma a si e à realidade social de forma crítica e responsável.

A atuação na sociedade requer sujeitos capazes de buscar, selecionar, compreender informações e resolver problemas. O ensino de ciências, considerado como uma forma de ver e entender o mundo, como um bem cultural, apresenta um papel importante na formação do indivíduo e na ampliação de sua visão de mundo.

Neste sentido, não cabe pensar em educação escolar como simples transmissão de conteúdos desvinculados de problemas reais, mas pode-se oferecer aos alunos instrumentos que os capacitem a desenvolver sua visão crítica para viver numa sociedade complexa e tecnológica (Machado, 2000).

Aprender ciências constitui uma das formas de interpretar o mundo diferente da forma como os adolescentes o explicam. A ciência interpreta-o de forma diferente na medida que seus objetivos e métodos são próprios, o que supõe, segundo Bachelard (1971), uma ruptura com o conhecimento comum. Aprender ciências é interpretar o mundo através de uma cultura diferente do senso comum.

O livro de ciências no Ensino Fundamental constitui-se como uma das ferramentas mais importantes no aprendizado de ciências, mas pode causar problemas neste processo, fato que é observado por vários pesquisadores (LOPES, 1995; CUEVAS, 1990; CAMPANÁRIO et al, 2000a) que afirmam que os alunos não

conseguem entender os textos de ciências. Um desses problemas estaria na linguagem utilizada nesses textos.

A análise da linguagem do livro didático poderia auxiliar na compreensão do porquê dessa dificuldade constituindo o foco desse trabalho. Neste sentido, esta pesquisa pretende analisar a linguagem dos livros didáticos de ciências da 8ª série do Ensino Fundamental, a fim de perceber se essa linguagem é acessível ao nível cognitivo do aluno nesta faixa etária e se constitui obstáculos epistemológicos à aquisição do conhecimento.

A relação entre os processos cognitivos e a linguagem foi estudada, entre outros, por Vygotsky (1991) que considera que o papel da linguagem não é só de comunicar idéias, mas também é de fundamental importância na mediação da elaboração conceitual. A linguagem do livro didático de ciências pode ser considerada mediadora do conhecimento científico.

Considerando que o ensino de ciências envolve o conhecimento comum do aluno e o conhecimento científico, pretende-se entender as relações que a linguagem escrita do livro didático estabelece entre esses conhecimentos e leva-se em conta o estágio de desenvolvimento cognitivo (PIAGET, 1997) dos leitores a quem se destina, em geral, um adolescente.

Bachelard (1998) defende a descontinuidade do conhecimento científico que ocorreria através de rupturas com conhecimentos anteriores. Considera a existência de ruptura entre o conhecimento comum e o conhecimento científico que se manifestam com linguagens diferentes. Estas linguagens, presentes no livro didático, podem ser relacionadas com a idéia de ruptura epistemológica.

O aluno que frequenta a 8ª série do Ensino Fundamental de ciências possui uma série de conceitos prévios (POZO, 1991), que surgem de forma natural como conseqüência das interações com o mundo que o rodeia, com sua cultura.

Em geral, suas idéias e explicações a respeito de fenômenos científicos são contrárias às fornecidas pela ciência. Por serem construções pessoais, envolvendo

experiências da sua vida diária relacionadas com sua cultura, estão muito arraigadas e difíceis de serem removidas, (DRIVER, 1999).

Podem surgir, segundo Bachelard (1998), obstáculos à construção do conhecimento científico, funcionando no sentido contrário à ruptura, opondo-se ao seu processo de desenvolvimento, sendo denominados de obstáculos epistemológicos. Estes obstáculos estariam relacionados ao processo do conhecer, na medida que o pensamento tenderia a ficar no real aparente, dando continuidade aos conhecimentos prévios e ao não rompimento com os conhecimentos anteriores.

Foram utilizados como referenciais teóricos os conceitos de ruptura e obstáculo epistemológico (Bachelard) e nível cognitivo (Piaget). Fundamenta-se a relação entre pensamento e linguagem a partir das teorias de Vygotsky.

O critério de escolha dos livros didáticos de ciências de 8ª série do Ensino Fundamental para serem analisados, recaiu sobre dois deles indicados pelo MEC (Ministério da Educação e Cultura) no PNLD (Programa Nacional do Livro Didático) incluídos entre os mais adotados em âmbito nacional, no ano letivo de 2002 (BRASIL, 2002).

A linguagem do livro didático será analisada dentro da perspectiva dos obstáculos relacionados a ela através da discussão dos seus elementos de linguagem: "fusão/derreter, combustão/queimar, ebulição/ferver, misturar/dissolver".

Os elementos de linguagem foram escolhidos por obedecer a critérios que remetem a propriedades que podem ser medidas e relacionadas com usos de materiais, aspectos do ponto de vista fenomenológico, principio básico para a compreensão do comportamento de materiais e compatível com o nível cognitivo operacional concreto do aluno de faixa etária apropriada à série que usa o livro didático em análise. Também foram escolhidas palavras cujo significado, na linguagem cotidiana, é diferente do significado na linguagem científica, por constituir este fato um obstáculo ao aprendizado científico.

A análise qualitativa dos livros didáticos foi baseada na Análise de Conteúdo (BARDIN, 1977). Parte-se das mensagens veiculadas pelo texto com a finalidade de

tornar explícitas as idéias que as fundamentam ou de inferir causas ou conseqüências a ele associadas. Orienta para a mensagem do texto emissor e o livro didático para o receptor, o aluno-leitor.

A escolha das categorias levou em conta a possibilidade de agrupar os elementos de linguagem que constituem dados considerados significativos para a compreensão do texto, levando-se em conta o problema que se pretende estudar, a hipótese do trabalho e a fundamentação teórica.

Considerou-se o conhecimento como uma das categorias da análise por estar inserido no problema de ensino e aprendizagem de ciências, fazendo parte da hipótese colocada. A linguagem analisada, mediante aquela categoria, pode indicar relações com o cotidiano, com a ciência e com a aplicação prática. O nível cognitivo, como outra categoria de análise, pode indicar se a linguagem remete a idéias concretas ou abstratas. Para auxiliar na percepção de como os elementos de linguagem escolhidos no texto estão inseridos nele e se relacionam com outros conceitos, efetua-se a categoria conexão.

A ciência e a tecnologia hoje representam, em nossa sociedade, papéis importantes, merecendo reflexão tanto a natureza da ciência como o conhecimento científico, no intuito de auxiliar a perceber como o livro didático propõe situações de ensino-aprendizagem.

No Capítulo I, abordam-se alguns aspectos do conhecimento que permitem situar o conhecimento científico e sua aplicação tecnológica como uma das formas de entender o mundo, diferente do conhecimento comum.

A ciência é vista como um processo social e historicamente construído e seu processo de desenvolvimento é descontínuo, que rompe constantemente com os conhecimentos anteriores. Não há verdades absolutas, mas sim provisórias na medida em que o conhecimento continuamente se constrói na retificação de seus erros (BACHELARD, 1971).

A transmissão do conhecimento através da linguagem é discutida no capítulo II, comparando a linguagem comum à linguagem da ciência, evidenciando a importância da linguagem na formação dos conceitos. Os conceitos prévios podem oferecer obstáculos ao opor-se à ruptura entre os conhecimentos comuns e científicos no processo de construção do conhecimento científico.

A diferença entre a linguagem comum, do cotidiano, falada pelos alunos envolvidos com estes livros escolhidos para análise, e a linguagem da ciência, com a qual estão entrando em contato pelo livro didático, é destacada e merece atenção especial constituindo foco do trabalho aqui desenvolvido. A linguagem da ciência, correspondendo a uma nova forma de ver o mundo, pela ótica da ciência, apresenta uma forma própria de falar, que não pode ser confundida com a linguagem comum. Há uma linguagem específica para cada cultura que implica a utilização de cada uma delas no contexto correspondente.

A importância do livro didático no processo ensino-aprendizagem é focalizada no capítulo III. O livro didático de ciências é abordado como uma das ferramentas mais utilizadas nas aulas de ciências no processo de ensino-aprendizado, exercendo grande influência tanto em alunos como professores. É distribuído nas escolas para serem utilizados pelos alunos mediante o programa do PNLD, após escolha dos professores.

A revisão bibliográfica foi feita por meio do Sistema Integrado da Universidade de São Paulo (Dédalus) e SBU (Sistema de Bibliotecas da Unicamp). Há muitos trabalhos de análises de livros didáticos entre os quais encontrou-se análises de livros didáticos de ciências, textos e teses que focalizam aspectos relacionados com os estudados neste trabalho. Tal estudo pretende contribuir com estas análises no cotidiano escolar e na educação como um todo. Entre outros estudos, citam-se alguns no item III-2-1 que foram mais profundamente consultados e que permitem a este trabalho efetuar conexão e complementação.

A metodologia utilizada na análise da linguagem dos livros didáticos é abordada no capítulo IV junto com a justificativa dos critérios de escolhas das unidades de registro que nortearam o trabalho.

A análise da linguagem do livro didático de ciências é feito no capítulo V, baseada na metodologia especificada que permite analisá-la para perceber as intenções do conteúdo dessa comunicação, podendo-se chegar a conclusões sobre a relação entre a linguagem escrita dos livros analisados e a contribuição para a construção do conhecimento científico.

## I CONHECIMENTO

### I-1 Conhecimento e cultura

Reconhecendo a escola como uma instituição social, construída por sujeitos sócio-culturais, portadores e produtores de cultura, cabe colocar a dimensão cultural como fator importante, ao abordar questões referentes à educação escolar, considerada como um direito social de todo cidadão. O homem, na luta pela sobrevivência, interage com a natureza por meio de ações propositais, conscientes e relacionadas com o acaso. Este trabalho ou *práxis* de intervenção do homem no mundo, produz transformações devido à interação ocorrida. O conjunto de resultados dessas transformações constitui a cultura (CORTELLA, 2000).

Uma conceituação antropológica de Cultura, segundo Taylor (1971), citado por Barros (1993, p.1) seria: "(...) esse *todo complexo que inclui conhecimentos, crenças, arte, moral, leis, costumes ou qualquer outra capacidade ou hábitos adquiridos pelo homem como membro de uma sociedade*".

A cada sociedade corresponderiam certas características que a tornam particular, resultado das experiências acumuladas, que orientam o homem na sua forma de pensar e agir.

O homem ao nascer, encontra-se fazendo parte de uma sociedade que apresenta certo ambiente cultural, dependendo do momento histórico em questão. Ele se orienta, movimenta-se, comunica-se e age de forma a ter seu comportamento aceito pelo grupo. Não é possível pensar o ser humano fora da cultura dessa

sociedade em que está inserido. Ele se forma nessa cultura e, ao atuar no mundo, a produz. Para Cortella (2000), o homem não nasce humano, mas, sim, torna-se humano na vida social e histórica no interior da cultura e sendo por ela produzido. Seria a sua hominização.

A cultura não seria uma totalidade acabada, pode-se pensar em diversidade de culturas que sofrem alterações, assim como os indivíduos. Em outra conceituação antropológica, para Freire (1974), cultura seria todo o resultado da atividade humana, do esforço criador e recriador do homem, assim como de seu trabalho por transformar e estabelecer relações diagonais com outros homens.

A cultura estaria continuamente sofrendo transformações, mas não é possível transmiti-la geneticamente de uma geração para outra. É necessário, além de sua produção, recriá-la e superá-la para que não se esgote. O processo pelo qual ocorre, é a educação, mediado pela linguagem (CORTELLA, 2000)

Uma das formas mais importantes de produzir e reproduzir conhecimento e cultura é através de livros, por apresentarem um conteúdo baseado nas relações do homem com o mundo. Dentro dessa ótica, o livro didático constitui uma importante ferramenta no processo educativo.

## **I-2 Conhecimento de senso comum**

Costuma-se denominar conhecimento de senso comum o conhecimento relacionado com as crenças e opiniões que tentam resolver os problemas da vida diária de maneira prática e imediata. A transmissão desses conhecimentos ocorre através da linguagem e de geração em geração, sendo modificados e corrigidos com o decorrer do tempo, por serem relativos a uma cultura e produzidos num determinado momento histórico, mediante um processo ensaio-erro. As soluções são, em geral, pragmáticas, selecionando-se conhecimentos cujas ações apresentam bom desempenho, trazendo confiabilidade quanto ao seu uso, constituindo-se em certezas para os indivíduos (GEWANDSZNAJDER, 1998). Cortella (2000) aponta, que por estarem baseados nas tradições, impressões

peçoais, intuições e aparências externas e por levar em conta sentimentos do indivíduo, estariam profundamente enraizadas constituindo os preconceitos.

A experiência cotidiana é feita de observações acumuladas, sem envolver um processo de construção nem constituir uma teoria passível de verificação. Não havendo preocupação com explicações consistentes, as conclusões podem, eventualmente, serem inadequadas. A maioria dos conceitos familiares pode ser reconhecida pelos sentidos, com visualização concreta. Entretanto, esses conhecimentos não devem ser desprezados, como aponta Gewandsznajder (1998) ao alertar para o uso de determinadas plantas medicinais cujos poderes terapêuticos são comprovados através de testes rigorosos.

O senso comum, segundo Martins (1998), é comum não porque seja um conhecimento banal, mas, por constituir um conhecimento compartilhado entre os sujeitos da relação social. Estes sujeitos, membros de uma cultura compartilham formas de falar e de se referir a fenômenos específicos. Os significados compartilhados mediam as interações entre as pessoas, sendo fundamentais no seu relacionamento.

Os conhecimentos de senso comum dos adolescentes correspondem àqueles que o ajudam a "sobreviver", diariamente, resolvendo seus problemas. Conhecimentos que permeiam a sociedade onde vive e que não são exatamente os mesmos para todos, na medida em que eles aprendem na escola, com a família, amigos, mídia, os novos instrumentos de comunicação entre outros. Este conhecimento que se relaciona com sua cultura, que vê e dá sentido ao mundo, influencia na aprendizagem de ciências.

### **I-3 Conhecimento científico**

Desconfiando das verdades e certezas do conhecimento de senso comum, o conhecimento científico questiona, coloca problemas e obstáculos (BACHELARD, 1998). Através de levantamento de hipóteses na possibilidade de resolver novos problemas, não fica restrito àqueles eminentemente práticos.

O conhecimento científico, segundo Bachelard (1971), não se encontra pronto na natureza esperando ser revelado; é um conhecimento que está, continuamente, sendo construído. A investigação científica pressupõe pluralidade de métodos iniciando-se com um problema relevante que deve levar em conta a razão e a experiência.

A atitude científica estaria centrada na interpretação objetiva dos fatos, sem oferecer conclusões definitivas nem verdades permanentes, antes provisórias. À medida que são conhecidos novos dados, o conhecimento, segundo Bachelard (1998), estaria sendo retificado e novas questões surgindo num movimento aberto, de transformações contínuas, num processo de construção de uma visão geral e coerente do mundo.

O conhecimento científico difere do conhecimento comum por constituir-se num corpo de conhecimentos conceituais, elaborados pelo pensamento humano em atividade social e histórica e com linguagem e métodos específicos. Constitui-se numa das formas de interpretar o mundo através de explicações consistentes, sendo fundamental o desenvolvimento do espírito crítico para compreendê-lo.

O conhecimento científico, como conhecimento público é constituído e comunicado através da cultura e das instituições sociais da Ciência (DRIVER et al, 1999). O conhecimento científico veiculado pela escola, diferentemente da produção de conhecimento científico, segundo Lopes (1999), é selecionado e transportado para ser ensinado na escola dando suporte e credibilidade ao conhecimento a ser ensinado, o chamado conhecimento escolar.

A escola, entre outros meios, é mediadora entre o conhecimento que é inerente à sociedade e o conhecimento científico. É na escola, preferencialmente, que o aluno tem oportunidade de compreender o mundo por outras formas de conhecimento, através das disciplinas escolares e, entre elas a disciplina de Química, promovendo a tomada de consciência da experiência humana acumulada desde tempos remotos.

## 1-4 Conhecimento Tecnológico

Na sociedade atual, a ciência e a tecnologia fazem parte da vida diária das pessoas e a tendência é que essa relação aumente com o decorrer do tempo. Continuamente, estão sendo construídos produtos novos que passam a fazer parte do mundo. Segundo Trivelato (1993), essas inovações causam grande impacto pela capacidade de destruição e de transformar a organização do trabalho assim como de provocar debates de posições éticas.

A partir dos recursos naturais disponíveis na natureza, o homem produz outros materiais que causam impacto, ao incidir diretamente na qualidade de vida das pessoas, provocando transformações na sociedade. Podem-se relacionar as técnicas desenvolvidas pela humanidade às mudanças nas condições de vida da sociedade e no meio ambiente. Por sua vez, a sociedade condiciona as atividades tecnológicas.

O conhecimento tecnológico está inserido num processo histórico e social relacionado ao conhecimento científico. Sendo um produto da construção humana, as questões políticas, econômicas e éticas estão envolvidas em sua construção.

Segundo Díaz (1996), o conhecimento tecnológico é construído com base na própria experiência tecnológica e nos conhecimentos de outras áreas do conhecimento construindo um conhecimento básico estruturado pela tensão entre as demandas da funcionalidade do projeto e as restrições impostas pelo entorno sociocultural e meio ambiente; conhecimento que está orientado para uma práxis concreta através da resolução de problemas e tomada de decisões. Segundo o autor, há vários componentes da tecnologia, destacando o científico-tecnológico, que coloca em destaque a relação entre ciência e tecnologia o que não significa finalidades e objetivos comuns.

A tecnologia utiliza numerosos conceitos científicos que sofrem uma reelaboração e reconstrução conceitual para poder integrá-los e adaptá-los ao contexto tecnológico e procedimentos metodológicos. A ciência, por sua vez, recebe, além de instrumentos, conhecimentos teóricos e metodológicos da tecnologia.

Considerando a relação entre o conhecimento tecnológico e o conhecimento científico, podem-se construir conhecimentos científicos na escola que permitam os alunos compreender melhor alguns problemas da sua vida, por ter sido afetada pelo uso do conhecimento científico e tecnológico, e a possibilidade de vir a participar de decisões que dependam destes conhecimentos. Compreender ciência na escola, implica que a disciplina de ciências leve em conta as modificações sociais, a crescente diversificação cultural da sociedade, o impacto tecnológico, as transformações do mercado de trabalho e as transformações da ciência (TRIVELATO, 2000).

Na aula de ciências, podem-se relacionar os assuntos de ciência e tecnologia às implicações que o uso e aplicação desses recursos supõem para a sociedade, relacionando o teórico e a aplicação da ciência na sociedade, não apenas uma apresentação com finalidade informativa. Essa relação entre o conhecimento científico e tecnológico pode pôr em evidência como ambos contribuíram, ao longo da história, para a sobrevivência do homem.

O ensino de ciências enfrenta o desafio de capacitar os alunos para utilizar os conhecimentos adquiridos em situações e mercados de trabalho que continuamente, estão-se modificando (TRIVELATO, 1993). Conhecimentos sociais relevantes, focalizando problemas reais e atuais, envolvendo ambientes naturais e tecnológicos, que façam sentido para os alunos, podem contribuir para que o sujeito compreenda melhor a sociedade tecnicista em que vive e possa atuar mais crítica e conscientemente.

### **I-5 Idéias prévias**

O aluno chega à 8ª série com uma gama de conhecimentos que foram sendo elaborados durante sua vida em sociedade. Através da interação com o meio natural e social, incluindo os meios de comunicação, obteve informações que foram sendo por ele relacionadas, constituindo sua forma particular de visão de mundo. Os

conceitos elaborados relacionam-se com algo que pode ser reconhecido através dos órgãos dos sentidos assim como as explicações acerca de fenômenos do seu convívio diário. Quando questionado a respeito da possível causa de um determinado evento por ele observado, limita-se a repetir o acontecimento, atribuindo aos materiais em si o motivo das transformações e tece explicações embutidas de crenças particulares. Não sente em geral a necessidade de outras explicações, satisfazendo-se com as que possui e que podem ser superficiais baseadas em informações obtidas por observações diretas e perceptíveis da experiência.

Segundo Alves (1981) aquilo que é visto, o aparente imediato, será tomado como verdade sem questionamentos ou dúvidas, afogando curiosidades na medida em que tudo já estaria sabido. A aparência do real dá acesso ao conhecimento direto do conhecer

Na escola, durante as aulas de ciências, entrará em contato com a forma de pensar da ciência, uma forma diferente de explicar o mundo, outra cultura diferente da cultura de senso comum. As idéias que os alunos trazem e suas explicações a respeito dos fenômenos são em geral diferentes daquelas fornecidas pela ciência, constituindo os conceitos prévios.

Driver et al (1999), mostram, através de pesquisas, que os estudantes possuem idéias pessoais e diferentes sobre os conceitos ensinados em sala de aula e que aqueles conceitos prévios são muito arraigados, de forma a sobreviver após o ensino de conceitos que os contradizem.

Os alunos trazem para a sala de aula idéias consistentes a respeito dos fenômenos científicos que geralmente são contrários aos conceitos que se pretende transmitir. A origem destas idéias estaria na atividade cotidiana das pessoas e as concepções se organizam na forma de "teorias pessoais" (POZO, 1991).

As idéias que os alunos trazem, suas "teorias pessoais", mediam a interpretação dos fenômenos colocando resistência àquilo que contraria sua forma de pensar. Conhecer e levar em conta as idéias prévias que os alunos trazem, seu conhecimento sobre fenômenos científicos que serão trabalhados nas aulas de

ciências e que eles mesmos as conheçam, pode ser importante para a construção do conhecimento científico.

Segundo Campanário (2000a), os leitores interpretam de forma diferente um mesmo texto. Isto seria devido a vários fatores, entre eles, textuais e fatores pessoais, incluindo as idéias prévias.

## **I-6 Desenvolvimento cognitivo do adolescente**

Considerando que o livro didático de ciências é dirigido para o aluno da 8ª série que inicia o estudo de ciências, conhecer a forma de pensar deste adolescente contribui para a reflexão da relação que pode se estabelecer entre a linguagem do livro didático e o significado desta para o aluno-leitor.

Considerando que o livro didático, alvo de interesse neste trabalho, é endereçado para o aluno da oitava série do Ensino Fundamental, de faixa etária próxima aos treze anos, compreender as características do estágio de desenvolvimento cognitivo em que se encontra e as habilidades relacionadas por Piaget (1997) para o mesmo, pode auxiliar a entender se este sujeito-leitor(a) é capaz de incorporar ao seu universo as mensagens transmitidas pelo livro didático através da linguagem.

*Até esta idade, "as operações da inteligência infantil são, unicamente, concretas, isto é, só se referem à própria realidade e, em particular, aos objetos tangíveis suscetíveis de serem manipulados e submetidos a experiências efetivas". (PIAGET, 1997, p.59).*

Piaget (1997) estuda o processo pelo qual os seres humanos constroem o conhecimento, segundo esse autor, a evolução da inteligência seria fruto da interação do sujeito com seu meio. O comportamento intelectual da criança pode ser dividido em estágios ou períodos de desenvolvimento cognitivo que vão sendo construídos e substituídos até a adolescência, que são descritos por meio da lógica formal e da matemática. A cada um deles, corresponde um tipo de nível mental

diferente, indicativo das ações e explicações que a criança pode realizar quando interage com o ambiente.

Cada estágio de desenvolvimento cognitivo apresenta certas características que estariam se modificando, à medida que vai ocorrendo o processo de desenvolvimento da criança em direção ao adulto, que consiste num processo de equilíbrio. Toda ação, em cada estágio e em cada conduta dentro do estágio, exterior ou interior, corresponde a uma necessidade ou interesse. A necessidade tende a assinalar o mundo exterior às estruturas que fazem parte do sujeito e acomodá-las aos objetos novos, na tentativa de incorporar o universo para si (PIAGET, 1997).

A adolescência, para Piaget (1997) constitui uma fase de pensamento e afetividade próprios. O adolescente se interessa por problemas alheios às realidades da vida diária e elabora teorias abstratas de transformação do mundo. É por volta de onze a doze anos que ocorre uma transformação no pensamento da criança: a partir do pensamento concreto, passa a ter um pensamento formal (hipotético-dedutivo). As operações lógicas passam do plano da manipulação concreta, no qual a mente se limita a ordenar os objetos como seriar, classificar, medir e numerar, para o plano das idéias podendo a mente imaginar outras ordenações.

Dos onze até os quinze anos aproximadamente, o adolescente se encontra no estágio das operações intelectuais formais que corresponderiam aos indivíduos cuja característica fundamental seria, segundo Piaget (1997, p.60), "subordinar o real ao possível". Isto indica profundas modificações ocorridas a partir das estruturas anteriores, podendo pensar em algo que não se encontra no seu campo de ação num processo de internalização, raciocinando em termos do possível, formulando hipóteses através do pensamento verbal, que constitui o raciocínio abstrato, "As operações formais fornecem ao pensamento um novo poder, que consiste em destacá-lo e libertá-lo do real, permitindo-lhe, assim, construir a seu modo as reflexões e teorias".

O ensino do conhecimento químico pode demandar raciocínio lógico-formal e linguagem própria, e o aluno desta série, mesmo com idade aproximada de treze anos, encontra-se, de forma geral, no nível das operações concretas em movimento

para operações lógico-formais, características observadas em experiência pessoal que mostra que as atitudes da maioria dos alunos podem ser encaixadas. O aluno analisa os objetos de sua realidade e adquirem um certo significado através da estrutura característica a este estágio cognitivo em que se encontra.

Levando em conta o desenvolvimento cognitivo do aluno, pode-se inferir que, em termos de construção do conhecimento, deve-se partir de idéias atreladas ao concreto vivido, dando passos no sentido da abstração.

A aprendizagem de conhecimentos específicos depende do desenvolvimento de estruturas cognitivas gerais. A forma como se dá o aumento dos conhecimentos é explicada por Piaget através da teoria da equilibração, processo pelo qual o sistema cognitivo de cada indivíduo é acionado cada vez que a previsão deste indivíduo, tecida com relação a um determinado evento, não coincide com o que de fato ocorre ou é insuficiente para interpretá-lo por falta de informações. No sentido de atingir um novo equilíbrio que incorpore a nova informação à sua estrutura inicial, o sistema cognitivo no processo de reorganização, sofre transformações irreversíveis.

Conhecer seria conferir sentido, e sentido não se encontra pronto e evidente nos objetos de conhecimento, podendo ser considerado consequência de um trabalho de assimilação<sup>1</sup>.

Durante o desenvolvimento, a capacidade de assimilação do sujeito modifica-se, mas sempre impõe um limite às possibilidades de aprendizagem (LA TAILLE, 1997). O sujeito, em nosso caso o adolescente, interpreta a informação que provém do meio a qual ocorre em função de seus esquemas conceituais disponíveis. No desenvolvimento dos conhecimentos há o envolvimento da linguagem, cujo papel fundamental nos processos de pensamento será discutido a seguir.

---

<sup>1</sup> Assimilação seria o mecanismo pelo qual o organismo incorpora estímulos externos que passarão a fazer parte de suas características estruturais e funcionais. Acomodação seria todo esquema de assimilação que se modifica em função das particularidades dos elementos que assimila. Ambos processos estão normalmente em equilíbrio. Segundo a teoria de equilibração piagetiana, ocorre desequilíbrio (conflito cognitivo) quando um novo objeto não se deixa assimilar pelos antigos esquemas. A busca do equilíbrio explicaria, em parte a evolução da inteligência e dos conhecimentos.(LA TAILLE, 1997).

## II LINGUAGEM

### II-1 Linguagem e pensamento

Considerando que o trabalho em questão está centrado na análise da linguagem escrita do livro didático, a abordagem deste capítulo será na linguagem escrita.

A linguagem simbólica, como é denominada por Langer (1971), que diferencia o homem do animal, é observada em todas as culturas e evolui com o passar do tempo. A capacidade de usar as palavras para referir-se a coisas ausentes, relacioná-las e fazer previsões, constitui o uso simbólico das palavras e o acúmulo destes símbolos assim como a elaboração de outros, à medida que o tempo passa, ocasiona a evolução da linguagem. Este processo ocorre na mente de forma espontânea como as outras necessidades básicas humanas. À medida que uma palavra que designa um objeto for sendo usada, ambos, o abstrato e o concreto parecem pertencer um ao outro. O som da palavra aproximaria cada vez mais o objeto à mente, capturando a concepção desse objeto.

O papel do signo na atividade psicológica, segundo Vygotsky (1989) equivale ao papel do instrumento no trabalho, ambos exercem função mediadora em suas atividades específicas. O instrumento leva a mudanças nos objetos, ao controle da natureza e o signo estaria orientado internamente não modificando o objeto da operação, estando relacionado ao nível psicológico do indivíduo.

Essa função mediadora entre o homem e o mundo implica a percepção da impossibilidade de leitura do mundo diretamente, mas através de signos como mediação simbólica. A linguagem é o sistema simbólico básico de todos os grupos humanos em que as palavras, além da função denotativa e comunicativa,

apresentam a função conotativa, de forma a exprimir significados diferentes, dependendo do contexto em que for utilizada.

As significações, idéias e conceitos são construídas por palavras de forma que, ao nomear uma delas, oferece o sentido daquilo a que se refere de acordo com cada situação. A palavra, quando é nomeada, não carrega o contexto a que se refere, sendo fundamental explicitá-lo para que tenha significado, já que a palavra sem significado, segundo Vygotsky (1989) é um som vazio. A essência da linguagem estaria na capacidade de significar.

Para Vygotsky (1989) o significado das palavras seria um amálgama entre o pensamento e a linguagem. O pensamento ganha corpo por meio da fala e a fala ilumina-se pelo pensamento, constituindo um processo de movimento contínuo, vivo. O pensamento se apóia nas palavras e produz-se o discurso interior, quando as palavras seriam *internalizadas*, fazendo parte das aquisições do desenvolvimento da criança. As palavras desempenham papel central no desenvolvimento do pensamento e seriam como instrumentos dele. O desenvolvimento de conceitos espontâneos na criança surge quando esta entra em contato com uma situação concreta na prática social, evoluindo com o decorrer do tempo no sentido de complexidade crescente

Na adolescência, ao contrário do que ocorre na infância, lembrar significa pensar. Este processo de lembrar é o processo de estabelecimento de relações lógicas, início do pensamento abstrato. Os seres humanos são capazes de lembrar com auxílio dos signos, atribuindo a este uma função mediadora pela qual interagem com o ambiente, modificando seu comportamento (VYGOTSKY, 1991).

Este processo de estabelecimento de relações lógicas e início do pensamento abstrato são de origem simbólica, sendo possível apenas pela linguagem. Antes de ser expresso em palavras, o pensamento tende a relacionar uma coisa com outras, estabelecendo conexões com os conceitos que faziam parte do repertório conhecido; assim, o pensamento, além de ser expresso por palavras, é também por meio delas que passa a existir (VYGOTSKY, 1989). Se uma palavra não puder ser

interligada nessa teia de relações significativas, não fará sentido para o aluno pois carecerá de significado.

As palavras definem a linguagem da sociedade por expressar as características mais significativas da sua realidade que se relacionam com a sobrevivência e o modo de pensar sobre o mundo, o conhecimento dessa sociedade e sua cultura. Segundo Vygotsky (1989), a palavra seria um microcosmo da consciência humana.

Estabelece-se uma relação estreita entre linguagem, cognição e cultura, termos polissêmicos, segundo o qual *"não há possibilidades integrais de pensamento ou de conteúdos cognitivos fora da linguagem nem possibilidades integrais de linguagem fora de processos interativos humanos, contingenciados sócio-culturalmente"* (MORATO,1997,p.39). A palavra pode ser considerada como mediadora dos conceitos cotidianos e científicos.

## II- 2 Linguagem do senso comum

A linguagem do senso comum é coloquial, imaginativa, exprime pensamentos, sentimentos e valores. Uma palavra pode indicar sentidos e significados diferentes dependendo do contexto em que é usada. Segundo Chauí (2001), a linguagem cotidiana é conotativa e polissêmica, ou seja, as palavras possuem múltiplos significados simultâneos, subentendidos, ambigüidades e exprimem tanto o sujeito quanto as coisas, exprimindo as relações vividas entre o sujeito e o mundo qualitativo de sons, cores, valores, sentimentos, etc.

Essa linguagem, a linguagem do senso comum, é a linguagem utilizada em geral pelo aluno da 8ª série do Ensino Fundamental e que reflete conceitos do seu conhecimento comum e inclui sua visão de mundo e idéias prévias, sua realidade particular que se relaciona com sua cultura. As palavras carregam seus saberes e certezas que explicam, satisfatoriamente, seus problemas imediatos.

Segundo pesquisas relatadas por Llorents (1987, citado por BLANCO, 1996), no vocabulário cotidiano há ambigüidades e imprecisões. A palavra *peso*, pode aplicar-se tanto à massa, densidade, ligeiro, pesado, sólido como maciço, por exemplo. Pode-se utilizar indistintamente diferentes términos referidos a processos que se agrupam sob a mesma categoria como fundir, derreter, liquefazer e dissolver. Relacionando o “desaparecimento de sólidos”; ao aparecimento de gases, pode-se, por exemplo, associar queimar, evaporar e ferver.

Nem sempre o que falado é compreendido como desejado, pois a linguagem, segundo Smolka (1997), ao ser polissêmica, permite a pluralidade de sentidos e significados. Há palavras que apresentam significados diferentes no sentido comum e no sentido científico, o que pode acarretar dificuldades para os alunos iniciantes no estudo de ciências. Por exemplo, a palavra “ *fusão*”, no dicionário (FERREIRA, 1986), é definida como: “ *ato ou efeito fundir; derretimento pela ação do calor; liga; mistura; aliança; associação; (sociol.) (V. amalgamação); (Fís) passagem direta de uma substancia do estado sólido para o estado líquido; união de dois núcleos atômicos para formar um mais complexo; reação termonuclear*”.

Há outras linguagens diferentes da linguagem de senso comum, como a linguagem da ciência, que se refere a uma cultura diferente e a outra visão de mundo. O aluno será introduzido nessa nova linguagem, principalmente na escola.

### II-3 Linguagem da Ciência

O aluno, que utiliza a linguagem do senso comum, detendo conhecimentos já construídos, inicia o estudo de Química, conhecimento este que envolve conceitos científicos e linguagem própria.

A ciência, considerada como criação do espírito humano, com suas idéias e conceitos inventados, no decorrer do tempo, sujeita à influência dos fatores sociais, culturais e econômicos, desenvolveu uma linguagem própria, a linguagem da ciência. Esta linguagem, segundo Hempel e Llorens (citados por Moliné, 2000), é definida, direta, exata, emprega substantivos abstratos, usa voz passiva e reflexiva,

refletindo uma criação coletiva da comunidade científica objetivando gerar enunciados universais.

A linguagem científica, como aponta Sutton (2003), baseado nos historiadores e estudiosos, está fortemente implicada no processo de gênese e formação de novas idéias. Para referir-se aos novos conceitos e aos avanços tecnológicos, a ciência desenvolve nova linguagem com terminologia própria, a linguagem da ciência. Ela apresenta características diferentes da linguagem do senso comum por corresponder a uma outra forma de ver o mundo, de falar sobre este de forma diferente e por referir-se a modos de fazer coisas de novas maneiras. É através dessa linguagem que os membros da comunidade científica se comunicam em escala mundial.

Segundo Mortimer et al (1997), na linguagem do senso comum predominam as narrativas que relatam seqüências lineares de eventos e o narrador está presente nelas, ao contrário do que ocorre na linguagem científica, em que o narrador está ausente e os processos são transformados em grupos nominais, ligados por verbos que exprimem as relações entre os processos. Se a linguagem comum está muito mais próxima da fala, a linguagem científica exige uma reflexão consciente, o que a torna mais próxima da escrita.

A linguagem da ciência, diferentemente da linguagem comum, se expressa de uma forma direta e precisa num determinado contexto. É uma linguagem formal construída segundo os princípios que norteiam o objetivo da ciência, e conceitual por se referir ao mundo além das aparências e indicar entre outras, causas e possibilidades. O pensar e o falar próprios das ciências requerem linguagem adequada, a linguagem que a ciência desenvolveu, e a linguagem comum não poderia ser aplicada para se reportar aos fenômenos da ciência por pertencerem a campos de conhecimentos diferentes.

A ciência procura afastar os dados qualitativos e perceptivo-emotivos dos objetos ou fenômenos guardando ou construindo apenas seus aspectos quantitativos e relacionais (CHAUÍ, 2001).

As explicações científicas, elaboradas através dos tempos e expressas com palavras novas inventadas nesse processo, ou com palavras já conhecidas, porém com diferente significado, tornam a compreensão da linguagem científica difícil para os alunos pela razão de cada palavra corresponder a um novo conceito e pode não ter significado para ele.

A ciência ao tomar com freqüência palavras da linguagem comum dotando-as de novos significados, produz interferência entre o sentido cotidiano e o sentido científico, o que pode criar muitas confusões, como por exemplo as palavras *precipitado*, *elemento* e *fusão* (MOLINÉ, 2000).

As novas palavras da Ciência são conceitos que estão distantes do sentido comum. Frente a um fenômeno que o sentido comum explica de uma determinada maneira, devem ser usadas novas palavras com explicações diferentes (SANMARTÍ et al, 1999 citado por MOLINÉ, 2000).

Segundo Bachelard (1971) a linguagem científica encontra-se em estado de revolução semântica permanente, portanto a construção desta nova racionalidade exige uma nova linguagem. É importante estar atentos aos novos sentidos dos elementos utilizados, pois podem constituir obstáculos epistemológicos já que pode ocorrer encobrimento das rupturas existentes entre conhecimento comum e conhecimento científico.

## **II- 4 Linguagem Tecnológica**

Além de problemas relacionados com o ambiente que, freqüentemente, são objeto de estudo na escola, aparecem, na mídia, notícias relacionadas com a ciência e tecnologia como organismos transgênicos, clonagem animal e viagens espaciais que acabam sendo comentadas em sala de aula, de maneira informativa, como coloca Trivelato (2000), sem contemplar as implicações decorrentes do uso desses novos recursos.

Ao relacionar o conhecimento de ciências com as aplicações tecnológicas, contribui-se com a compreensão do mundo tecnológico e suas implicações ambientais, políticas, sociais e econômicas.

Segundo Diaz (1996), é importante investigar as relações que possam ser estabelecidas entre a ciência e tecnologia o que significa compreender os princípios da ciência em que esta se baseia. Essa compreensão passa por entender minimamente símbolos e vocabulário específico próprios da tecnologia, para que seja possível a leitura do mundo na medida em que a tecnologia está presente na ciência, na arte, enfim, em todos os setores da sociedade.

No caso do estudo de ciências, partindo de um assunto de interesse real citando por exemplo, a água, pode-se relacionar com hidrelétricas e evidenciar o sentido tecnológico e de sua linguagem assim como as relações com o social, político e econômico das mesmas. O tratamento destas questões depende da necessidade do momento e do nível de desenvolvimento cognitivo do estudante.

Muitos alunos que finalizam o Ensino Fundamental iniciam-se no mundo do trabalho e, para enfrentar esses desafios, seria importante ter desenvolvido certas competências e habilidades como a aquisição de uma linguagem tecnológica básica que, pelas necessidades, foram sendo criadas com o desenvolvimento tecnológico.

O simbolismo científico rompe com o simbolismo da linguagem cotidiana, seus símbolos têm significado único e universal, construindo uma linguagem própria (CHAUÍ, 2001).

## **II- 5 Ruptura**

A filosofia de Bachelard (1971) fundamenta-se no princípio epistemológico segundo o qual o conhecimento científico não pode atingir a verdade objetiva, absoluta e definitiva, podendo fornecer um conhecimento provisório que está-se modificando num processo de retificação permanente. O pensamento científico não evoluciona de forma linear ou contínua, ao contrário, o faz por mudanças bruscas,

revoluções, contra conhecimentos anteriores que constituem uma ruptura com as antigas teorias e criação de novas num processo nunca acabado.

Bachelard (1971) pensa a verdade como retificação histórica de um longo erro. A verdade absoluta não existe, são etapas de um processo de conhecimento provisório que sempre está sendo retificado. Segundo postulado da epistemologia, o objeto de estudo não pode ser designado como objeto imediato, à medida que o conhecimento sensível determina um ponto de partida enganoso, não constituindo uma evidência racional. A experiência científica está sujeita à retificação de erros, o que caracteriza o pensamento científico contrariamente à experiência comum.

O progresso científico, segundo Bachelard (1971), faz-se por rupturas com o senso comum, contra as primeiras opiniões, ilusões de um saber imediato. Não há continuísmo dos conhecimentos comum e científico.

Bachelard (1971), filósofo racionalista, opondo-se às filosofias intuitivas e imediatas, coloca que o pesquisador, em vez de tomar o imediato e visível pelo real, antecipa-se à experiência, questiona e desconfia das evidências observadas. As observações feitas através de instrumentos já são interpretações de fatos observados à luz de uma teoria, ficando impossível a separação do fato/teoria. A atividade científica, independente de seu ponto de partida, tem que levar em conta a razão e a experiência, num movimento do racional ao real.

O fato científico é conquistado, à medida que é pensado e construído. Esta construção encontra-se subordinada à ruptura epistemológica, à constante descontinuidade entre o conhecimento científico e o conhecimento comum.

Bachelard (1971, p.18) caracteriza epistemologicamente, as ciências físicas e químicas no seu desenvolvimento contemporâneo, como "*domínios do pensamento que rompem nitidamente com o conhecimento vulgar*".

## II- 6 Obstáculos Epistemológicos

Segundo Bachelard (1971), obstáculos epistemológicos são obstruções que aparecem no próprio ato de conhecer que dificultam a construção e desenvolvimento do conhecimento científico. A partir da concepção de descontinuidade desse conhecimento, que pressupõe romper com conhecimentos anteriores num movimento de construção de outros, coloca-se a necessidade de superar os obstáculos que, continuamente, irrompem durante este processo.

O conhecimento adquirido durante a vida constitui saberes com os quais tecem-se opiniões a respeito do mundo em que vivemos. Estas opiniões a respeito dos objetos e acontecimentos constituem as certezas cotidianas, profundamente arraigadas por estar baseadas no visível e palpável.

A ciência, segundo Bachelard (1971), opõe-se de forma radical à opinião, e a opinião pensa mal, não pensa, traduz necessidades em conhecimentos. As necessidades, assim traduzidas, impedem de conhecer os objetos, constituindo as certezas cotidianas, opiniões, um primeiro obstáculo ao conhecimento científico a ser superado. É em termos de obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado. Os obstáculos aparecem no próprio ato de conhecer pois conhece-se contra um conhecimento anterior, contra um pensamento que resiste a mudanças.

A noção de obstáculo está relacionada com a elucidação das "perturbações" no processo de produção de conhecimento científico e sua função é de preencher uma ruptura entre o conhecimento científico e conhecimento comum. O obstáculo surge como uma resistência do pensamento na constituição do conhecimento, toda vez que um pensamento já existente estiver ameaçado por uma ruptura, ora impedindo o surgimento do pensamento científico, ora desviando a questão de seu verdadeiro sentido, reduzindo o pensamento ao nível de pensamento comum, dificultando o processo de construção do conhecimento científico (Japiassú, 1976).

A noção de obstáculo epistemológico é estudada por Bachelard (1998) tanto no desenvolvimento histórico do pensamento científico, como na prática da educação, obstáculo pedagógico.

Segundo Bachelard (1971), o aluno chega à sala de aula com conhecimentos empíricos já construídos. Para mudar a cultura da qual é portador, é necessário eliminar os obstáculos acumulados na vida cotidiana, impedir as primeiras ilusões do saber imediato. O pensamento procura prender o pensamento no real aparente e isto constitui um obstáculo ao conhecimento científico, mascarando a ruptura existente entre este e o conhecimento comum.

Bachelard (1998) se surpreende com o fato de que os professores de ciências possam não compreender que alguém não compreenda, ignorando os obstáculos que supõe a mudança da cultura do senso comum para a cultura científica. Os saberes imediatos, as idéias prévias que constituem as certezas individuais, podem tecer explicações diferentes daquelas colocadas pela ciência e se mostram resistentes à colocação de novas possibilidades e às novas explicações, enfim, à mudança conceitual.

Para Bachelard (1998), estando o conhecimento sensível baseado no pragmatismo e no realismo imediato, a objetividade científica será possível, somente, após ter rompido com aquilo que é imediato, fechado, desconfiando daquilo que é facilmente observável à primeira vista. O primeiro obstáculo para a cultura científica é a observação primeira, concreta, cheia de imagens que são descritas constituindo a explicação natural do fenômeno considerado. Quando um conhecimento no qual se acredita já não é mais questionado não exigindo mais ser justificado e verificado, passa a constituir-se uma crença, um preconceito, deixando de ser um conhecimento científico.

O conhecimento das próprias crenças, baseadas no conhecimento comum e o levantamento de questões que as coloquem em dúvida, poderia estar contribuindo para conscientizar sobre os obstáculos que dificultam a construção do conhecimento científico e para sua eliminação.

Considerando que o objetivo do trabalho é centrado na análise da linguagem do livro didático de ciências da 8ª série, utiliza-se, como referencial teórico, o conceito de obstáculo epistemológico.

Bachelard (1998) considera como obstáculos ao pensamento científico, hábitos de natureza verbal que ocorrem quando uma imagem ou palavra é a própria explicação. A palavra, em questão, possibilita expressar vários fenômenos, que por serem reconhecidos, por serem tão evidentes, tornam suas funções auto-explicativas. Ao nomear a palavra, o fenômeno atrelado a ela e às suas funções, parece claro e relacionado ao experimental. A palavra seria auxiliar do pensamento para o empirismo ingênuo.

Bachelard (1998) critica a associação de uma palavra concreta a uma abstrata, movimento puramente lingüístico, por considerar que seu efeito não permite o avanço de idéias, impedindo a visão abstrata e nítida dos problemas reais.

A linguagem da ciência está em estado de revolução semântica permanente e, devem ser levados em conta, os novos sentidos da linguagem científica. O novo sentido do termo, do ponto de vista epistemológico, é sinal de uma ruptura, que indica descontinuidade de sentido de uma forma de conhecimento, ficando a linguagem atrelada à idéia de ruptura (BACHELARD, 1971).

Se o sinal de ruptura for mascarado pela linguagem, ao não levar em conta os novos sentidos dos termos, passa a constituir um obstáculo epistemológico à construção de conceitos científicos.

Segundo Lopes (2000), por vezes há elementos de linguagem da ciência que também são utilizados pela linguagem comum, sem que se alerte para a ruptura que é estabelecida quando o termo é utilizado em outro contexto, no caso relacionado às teorias científicas. Além de poder impedir o entendimento do conceito científico, fortalecem conceitos errados e impedem a percepção das rupturas do conhecimento.

Segundo Bachelard (1998), os obstáculos mais poderosos correspondem às intuições da filosofia *realista* por se remeter às experiências individuais, denominadas *palavras-obstáculo*. Esta filosofia inata orienta o pensamento do senso comum baseando-se nas impressões obtidas através dos sentidos. Acreditando estar de posse do real, o pensamento resiste à abstração.

Para o realismo, o melhor e o de mais valor corresponde ao mais oculto, nele se encerra o conhecimento que precisa apenas ser apreendido. Conhecer um objeto é descrevê-lo através de suas propriedades, podendo ao se basear nos dados dos sentidos, formular leis gerais para os diferentes fenômenos, obstaculizando a compreensão dos aspectos matemáticos envolvidos (LOPES, 1992).

O obstáculo "substancialista" aparece, quando se atribui à substância qualidades diversas, tanto a superficial como a profunda, tanto a qualidade que aparece quanto a que permanece oculta Bachelard (1998). Para o espírito pré-científico, "*a substância tem um interior, ou melhor, a substância é um interior*", sendo necessário vasculhá-la para vê-la de um ponto de vista íntimo. O "mito do interior" é o mais difícil de ser expulso do pensamento por pertencer aos domínios do sonho e fantasia.

A "substancialização" de uma qualidade traz uma explicação simples à medida que une observações aparentes de um fenômeno à substância, pode inibir o avanço do pensamento científico. Segundo Bachelard (1998), este mecanismo aboliu o percurso teórico que levaria o espírito científico ao questionamento e à percepção da relatividade das substâncias químicas entre si e que suas propriedades são conseqüências dessas relações.

Desta forma, havendo uma explicação simples, não são necessárias outras explicações ligadas às abstrações, evita-se o questionamento que, eventualmente, poderia surgir, permanecendo o pensamento no nível de senso comum.

Lopes (1993) citando Bachelard (1971) questiona o "substancialismo", também, por desconsiderar a relação da propriedade da substância com a técnica,

que mostraria como a natureza é pobre em fenômenos comparada ao que o homem promove pela técnica articulada à razão, ou seja, pela aplicação da técnica, novos fenômenos podem ser observados e explicados.

Bachelard (1998) chama a atenção para as sensações de sabor e cheiro que, pela forma direta e íntima, transmitem uma mensagem segura da realidade material. Estas sensações podem dar ao substancialismo convicções que possibilitarão tornar-se, mais tarde, obstáculos ao conhecimento químico, ao relacioná-las a certas propriedades funcionais.

As metáforas, segundo Bachelard (1998), constituem imagens particulares e distantes que acabam prevalecendo como esquemas gerais, criando obstáculos para o pensamento científico. Após a explicação, através da abstração, é que será o momento de ilustrar os esquemas racionais desenvolvidos. Na mentalidade científica, a teoria é ilustrada, contrariamente, à mentalidade pré-científica.

O uso de metáforas, na explicação, estaria contribuindo com uma forma de explicar atrelada às propriedades observáveis, macroscópicas, que se apresentam simples e referem-se a um sistema particular ficando no superficial e conhecido não havendo necessidade de questionamentos outros que poderiam levar a diversas explicações.

O cuidado a ser tomado com a utilização da metáfora e da analogia, com o intuito de facilitar o processo ensino-aprendizagem, é que sua banalização, o distanciamento do raciocínio formal, pode ter como consequência a idéia de continuísmo entre o conhecimento comum e o conhecimento científico (LOPES, 1997).

Obstáculos animistas, segundo Bachelard (1998), podem ser considerados como aqueles que se opõem à objetividade da fenomenologia física. A idéia intuitiva de considerar a vida como um dado claro e geral, marca as substâncias e as anima com valor indiscutível. Se a matéria abandona um ser vivo, perde propriedades importantes, atribui-se à vida algo mágico e sobrenatural. Ao privilegiar os

fenômenos biológicos, obstaculizam-se os fenômenos físicos que serão explicados pelos fenômenos vitais.

Lopes (1992) aponta para o fato que mais recentemente os obstáculos animistas aparecem não pela presença do espírito pré-científico na visão de ciência do autor do livro didático, mas intencionalmente utilizados na tentativa de tornar os conceitos mais abstratos acessíveis aos alunos, descaracterizando-os.

A construção do conhecimento científico ocorreria na superação de obstáculos epistemológicos, entraves às rupturas próprias desse processo. Conhecer os obstáculos ou anti-rupturas, seria uma forma de contribuir no processo de ensino-aprendizagem.

### III O LIVRO DIDÁTICO DE CIÊNCIAS

#### III-1 Programa Nacional do Livro Didático

O ensino de ciências passa a ser obrigatório a partir de 1971, Lei 5692, nos oito anos de Ensino Fundamental. Nesta época, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs, 1998) o ensino adotava o estilo tradicional, baseado nas aulas expositivas, em que o conhecimento era transmitido pelo professor e o aluno respondia o que lhe era apresentado. O foco das aulas de ciências era o conteúdo e a avaliação baseada nas respostas aos questionários que deveriam espelhar as idéias do professor e do livro didático adotado.

Segundo os PCNs, (1998) propostas de mudanças sobre o processo de aprendizagem de ciências, motivadas de um lado pelo movimento da Escola Nova e por outro pelos avanços científicos, levam a valorizar a participação do estudante nesse processo e são introduzidas atividades práticas que facilitem a compreensão dos conceitos. O foco das aulas passa a ser o que dá condições ao aluno de redescobrir conhecimentos, com ênfase no método científico a partir de observações. Esta proposta representou um certo avanço por passar a levar em conta o trabalho em grupo e experimental.

Nos anos 80, problemas ambientais e sociais, gerados pelo modelo desenvolvimentista tanto no Brasil como no mundo, passam a ser abordados nos currículos de ciências. "Ciência, Tecnologia e Sociedade" (CTS) constitui uma tendência a discutir as relações entre educação e sociedade que influencia o ensino de ciências e enfatiza a abordagem de questões reais de forma interdisciplinar.

Discute-se a forma como o aluno constrói o conhecimento científico, a partir de pesquisas que mostraram que os alunos possuíam idéias prévias e não eram "tabulas rasas". Atualmente, as pesquisas que se relacionam com o processo ensino-aprendizagem, levaram a propostas construtivistas, em que as idéias que os alunos trazem, são levadas em conta e as interações entre o estudante, professor e objeto de conhecimento são fundamentais para acontecer o aprendizado. São objetivos das Ciências Naturais no Ensino Fundamental, segundo os PCNs (1998), o desenvolvimento de competências que lhe permitam compreender o mundo e atuar como indivíduo e como cidadão, utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica.

Os PCNs, produzidos pelo MEC, orientam e apóiam os professores nas questões inerentes ao ensino-aprendizagem. Estas visam transformar um ensino que era fundamentado no acúmulo de inúmeras informações e fragmentado, em um ensino baseado na interdisciplinaridade e contextualização como princípios pedagógicos e no desenvolvimento das competências.

Há sugestões de como trabalhar a partir do conteúdo, por exemplo através de projetos interdisciplinares e contextualização. Segundo Wartha (2002) editoras encomendaram aos autores incluir, nos livros, as novas propostas, de forma que o livro didático pode assumir uma importância ainda maior, por constituir-se uma ponte entre os PCNs e os professores.

O Decreto-Lei nº 91.542, instituído em 1985, que trata do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), define as características do programa de distribuição do livro didático. A Resolução CD/FNDE nº 603, de 21 de Fevereiro de 2001 é o mecanismo que organiza e regula o PNLD. O Ministério da Educação e Cultura, (MEC), cria comissões que avaliam, por meio de critérios previamente estabelecidos e divulgados, os livros enviados pelas editoras. O MEC elabora um guia que consiste em textos formulados a partir da análise dos livros, para que subsidie a escolha dos livros, informações sobre as obras e critérios adotados.

Os aprovados serão enviados junto a pareceres dos avaliadores, para que os professores possam efetuar suas escolhas. Aqueles que foram escolhidos serão

distribuídos, gratuitamente, às escolas, quando chegarão aos alunos do Ensino Fundamental.

A seleção de livros didáticos tem se tornado uma tarefa complexa devido ao grande número deles que circulam no mercado, que se relaciona com o aumento do número de alunos matriculados no Ensino Fundamental. Proporcionalmente, há grandes interesses editoriais envolvidos por causa do volume de livros movimentado.

Os conteúdos dos livros, segundo o GUIA 2002, devem procurar a informação correta, exata e atualizada, e apresentar pertinência educativa. Porém alerta o professor a fazer reparos nas coleções selecionadas para os aspectos que dependem da compreensão mais profunda dos conteúdos e normalmente são fruto de simplificação didática. O GUIA 2002 ressalta que os casos apontados nas resenhas apenas exemplificam a natureza dos problemas encontrados e não pretendem esgotar ali todos os pontos da obra que necessitam de revisão.

Os livros didáticos apresentam limitações e é importante saber reconhecê-las, e procurar outras fontes de consulta, na medida que o livro deve constituir apenas uma entre as ferramentas que devem ser usadas no ensino de ciências.

### **III-2 Importância e utilização do livro didático**

Na sala de aula há muitos fatores interagindo que contribuem na construção do conhecimento, como o professor, os alunos e materiais, entre eles o livro didático. Pesquisadores do Brasil como Lopes (1995) e Freitag (1987) e de outros países como Cachapuz e Campos (1997), e Campanário (2000b) apontam o livro didático como o instrumento mais importante nas atividades no processo ensino-aprendizagem ficando difícil imaginar o ensino de ciências sem este recurso.

O autor do livro didático de ciências tem suas próprias concepções sobre a Ciência, sobre como o sujeito aprende ciências e sobre a significação social da

apropriação do conhecimento científico, segundo coloca Fumagalli (1993). O livro didático refletirá essas concepções, enfatizando certos aspectos em detrimento de outros e estabelecendo a seqüência de conteúdos a ensinar (SACRISTÁN, 1988, citado por FUMAGALLI, 1993).

O professor pode, eventualmente, não trabalhar no mesmo sentido do livro adotado, porém dadas as características do nosso professorado, a visão de ciências do livro é a visão que o professor adota. O livro didático escolhido representará, provavelmente, o que é ministrado na sala de aula desses professores (LOPES, 1995).

O fato do livro didático (LOPES, 1992) ser considerado o instrumento didático mais importante de nossas escolas é atestado por diferentes épocas. O professor de ciências utiliza o livro didático também para extrair dele os conhecimentos, dado as deficiências de sua formação. Como Freitag (1987) aponta, não se atém a auxiliar o processo ensino-aprendizagem, mas é um modelo a ser seguido. O livro didático oferece facilidades, como a seleção de conteúdo, exercícios propostos e fonte de perguntas para avaliação dos alunos. Como instrumento de comunicação e de formação de significados, estabelece interações com o leitor, com o professor e com o aluno através da linguagem escrita. A forma como esta linguagem aparece será fundamental na compreensão da mensagem que o livro envia.

Estas interações livro didático/professor/alunos podem ocorrer na sala de aula, onde muitas variáveis estão participando de forma que, possivelmente, um mesmo livro didático será veiculado de forma diferente em diferentes salas de aula. Dependendo do professor, por exemplo, é possível tirar proveito de erros e imprecisões apresentadas pelos livros (CAMPANÁRIO, 2001). Por outro lado, havendo erros e imprecisões nos livros didáticos, incluindo linguagem inadequada ou não suficientemente clara, se o professor tiver dificuldades em detectá-los, aqueles podem se constituir em obstáculos à construção dos conceitos científicos, por exemplo, reforçando conceitos prévios de alunos, comprometendo a aprendizagem (MOLINÉ, 2000).

Considerando a leitura de um texto como um processo interativo, o aluno ativa seu conhecimento prévio para interpretar o conteúdo do texto do livro didático avaliando a veracidade ou falsidade do que está lendo de acordo com esses conhecimentos (CAMPANARIO, 2000b).

Sutton (2003) aponta que quando uma área do pensamento científico é nova para os alunos, o papel interpretativo da linguagem é fundamental, caso dos livros que estão sendo analisados.

Tanto para professores como para alunos do Ensino Fundamental, a palavra escrita do livro didático se reveste de uma aura de credibilidade pelo fato de envolver uma publicação submetida à avaliação oficial e devidamente registrada, o que a torna mais responsável.

### **III-2-1. Análises críticas de livros didáticos**

Dada sua importância, ao ser considerado o instrumento fundamental no processo escolar, inúmeras pesquisas sobre livros didáticos têm sido e continuam sendo realizadas.

Cachapuz e Campos (1997) analisaram livros didáticos de química portugueses e constatam a influência marcante que os mesmos exercem no processo de ensino-aprendizagem. A maioria dos professores entrevistados pelos pesquisadores indicam os livros didáticos como uma das fontes mais importantes e utilizam freqüentemente o livro didático adotado pela escola na preparação de suas aulas.

Campanário (2000b), aponta para a evidência de que os livros didáticos são uma das fontes de consulta mais utilizadas por conter uma proposta didática que pode ser implícita ou explícita. Segundo pesquisa efetuada em centros públicos e privados da Espanha, a maioria dos professores utilizou livros didáticos em suas aulas nesse período e nenhum outro gasto, como material de laboratório ou biblioteca, supera a importância econômica dos livros didáticos.

Balau (1981), ao estudar as publicações, referentes às décadas de 60 e 70, observa que são renovados aspectos do planejamento curricular mas não com relação ao texto didático. A qualidade da linguagem desses livros foi considerada distante dos alunos e assuntos de complexidade acima do nível adequado, com tendências ao dogmatismo e às conclusões fechadas. Coloca a grande importância de analisar livros didáticos pelo uso generalizado do mesmo e pelo importante papel que exerce na Educação na medida em que pode contribuir no processo de estruturação do pensamento do estudante, na interação professor-aluno-texto, podendo auxiliar na compreensão do mundo.

Borges (1982), aborda o tema da utilização do método científico em livros didáticos de ciências. Analisa vários livros didáticos e conclui que eles não favorecem a formação científica do aluno.

Freitag (1987), coloca o livro didático como elemento importante para o funcionamento da engrenagem do sistema educacional e no mercado editorial. Estuda e analisa a história do livro didático dentro do contexto geral do sistema educacional brasileiro focalizando-o como importante instrumento de ensino, alertando porém para seu uso, no sentido do professor adotar o livro e não o contrário. Aponta para o fato que a produção de livros didáticos é gigantesca, tornando-se um grande negócio para as editoras. Os professores, ao escolherem esses livros, passam a assimilar os conteúdos do mesmo, ainda que contrariem suas crenças íntimas e passa a considerá-los como verdade absoluta.

Guedes (1992), contribui com a análise do conteúdo de livros didáticos de ciências mais utilizados no período de 1988 a 1992 ressaltando os termos químicos que aparecem. Percebe que os livros utilizam extenso vocabulário de termos de química cuja compreensão está distante do aluno e aponta para a necessidade de existir um compromisso no livro didático no sentido de não só apresentar os fatos, mas também de questionamento a respeito dos mesmos. Analisando entrevistas com alunos sobre temas que os próprios entrevistados escolhem, pode concluir que os termos científicos utilizados nos livros não estão incorporados nesses discursos.

Lopes (1991), analisa livros didáticos no ensino de química entre os anos 1930 e 1990, com base nas concepções de Bachelard, evidenciando a presença de obstáculos epistemológicos. Suas publicações constituíram referência importante neste trabalho, destacando seus estudos sobre obstáculos verbais nos livros didáticos de química do Ensino Médio.

Wartha (2002), em sua Dissertação de Mestrado focaliza o aspecto do termo "contextualização", como é conceitualizado nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) e como é utilizado em livros didáticos. Destaca a importância de usar o contexto para entender conceitos de química. As orientações oficiais sugeridas pelos PCNEM e DCNEM (Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio) são incorporadas por alguns autores o que torna o livro ainda mais importante por constituir-se um dos principais elos entre os PCNs e os professores.

Silveira (2003), em sua Dissertação de Mestrado faz uma análise epistemológica do conceito de "substância" em livros didáticos de ciências, baseado nas concepções de real, ruptura e obstáculo epistemológico de Bachelard. A substância é considerada como um dos pilares para a compreensão de conceitos fundamentais em química. Um de seus livros analisados coincide com um dos escolhidos neste trabalho, sendo complementar à análise efetuada nesse livro. A partir da análise efetuada, conclui que nesses livros os conceitos não são desenvolvidos, apenas há definições desvinculadas de problematização, predominando as abordagens no nível microscópico e obstáculos epistemológicos.

Oliveira (1986) aponta tendências gerais do livro didático manifestadas ao longo das últimas décadas destacando reflexos mais diretos sobre o ensino. A análise de livros didáticos aponta para a existência de obstáculos realistas e metáforas animistas entre outros. Critica o verbalismo e experimentalismo presente nos mesmos ao mesmo tempo em que propõe efetuar mudança qualitativa na cultura do aluno, através de uma ruptura continuada com os hábitos e crenças que obstaculizam o desenvolvimento do conhecimento científico.

Loguercio (2001) Procura conhecer e analisar os critérios dos professores para a seleção dos livros didáticos que são preferencialmente, a relação do conteúdo com o cotidiano, com o vestibular e sobretudo que os livros estejam compactados num volume único.

Schnetzler (1980) analisa livros didáticos do ponto de vista do conhecimento químico para o Ensino Médio de 1875 a 1978 focalizando o conceito de reações químicas.

O aumento de pesquisas sobre o livro didático, nestas últimas décadas explica-se pelo fato de ser considerado o instrumento fundamental no processo de escolarização. Em centros de pesquisa como na UNICAMP- o *Catálogo Analítico-Que sabemos sobre o livro didático*, e em outros países como Espanha, França e Portugal, elaboram-se balanços sobre as pesquisas realizadas. Estas mostram como o livro didático é um objeto cultural complexo e como tal vai ser pesquisado como produto cultural, mercadoria suporte de conhecimentos escolares propostos pelas disciplinas e veículo de sistema de valores de uma determinada cultura. No projeto "*Educação e Memória: Organização de acervos de livros didáticos (2000)*" o livro é objeto de pesquisa. Este projeto pretende dar continuidade à organização do acervo do livro didático atualizando dados sobre os livros didáticos e colocando a disposição dos pesquisadores o acesso à produção das diversas disciplinas escolares do Brasil desde o século XIX até 2000 fornecendo referenciais e fontes. A pesquisa pretende inclusão na Internet, na medida em que acordam-se convênios internacionais visando comparação de estudos. As constantes pesquisas que são realizadas por especialistas no assunto analisando os livros em diferentes vertentes, ampliam continuamente a organização do acervo.

### **III-3 Ensino/Aprendizagem de ciências**

Os alunos chegam à aula de ciências com os conhecimentos prévios que constituem suas certezas, não são uma tabula rasa. Trata-se de acordo com Bachelard (1998) de mudar de cultura pela eliminação dos obstáculos epistemológicos incorporados, através da desconstrução dos conhecimentos

anteriores. Aprender ciências não seria ampliar os conhecimentos sobre os fenômenos nem desenvolver o raciocínio do senso comum, envolve a introdução do aluno a uma forma diferente de pensar sobre o mundo. Aprender ciências não significa fazer Ciência, atividade restrita à comunidade científica como Lopes (1995) coloca, mas entender como a ciência é feita, sua cultura e processo histórico.

Conhecer quais os conceitos prévios que constituem obstáculos ao aprendizado, é uma questão fundamental para o professor no sentido em que este poderá desenvolver atividades pertinentes que contribuam para promover a mudança de cultura. Bachelard (1998) aponta que, não levá-los em conta, faz com que os professores não compreendam que alguém não compreenda.

Mortimer (1996), utilizando a noção de perfil conceitual, referente ao perfil ontológico de cada conceito por parte de um indivíduo, coloca a importância da tomada de consciência do estudante de seu próprio perfil, na medida em que poderia auxiliar o aluno a empregar a linguagem do novo conceito em situação adequada e a não utilizar o conceito alternativo. À proporção que avança o processo ensino-aprendizagem, o novo perfil conceitual pode incluir as novas idéias científicas.

Incluir idéias científicas indica que as concepções alternativas não são abandonadas, antes convivem no indivíduo, mesmo eventualmente, sendo antagônicas. Se o aluno tomasse consciência de seu perfil conceitual, poderia, com mais sucesso, utilizar o conceito no contexto adequado, impedindo que a linguagem do senso comum e seu significado sejam aplicadas inadequadamente.

O processo de ensino-aprendizagem para Bachelard (1975, citado por LOPES, 1993), é concebido não como mera transmissão de conceitos que supõem os resultados obtidos pela ciência, mas como a compreensão do caminho racional que levou a esse resultado, sua construção. Não se aprenderia ciências pelo acúmulo de informações; estas só constituem conhecimento, quando conseguem modificar a forma de pensar do aluno de acordo com a nova cultura com a qual está se iniciando, a cultura científica.

Levando em conta que todo conhecimento é resposta a uma questão (BACHELARD, 1998), a aprendizagem pode ser considerada como enfrentamento de situações problemáticas (GIL, 1993) dentro do mundo do aluno. Aprender ciências na escola deve contribuir para a ampliação de visão de mundo do aluno para que possa atuar de forma mais consciente e crítica. No lugar de enfatizar as evidências do conhecimento comum, que aparecem como reais. Oliveira (1991) propõe colocá-las em cheque para que, mediante reflexão, o estudante consiga iniciar um processo de rupturas levando-o a uma mudança de qualidade na cultura do mesmo. A aprendizagem de ciências deve-se dar contra um conhecimento anterior, na medida em que a racionalidade do conhecimento científico é outra, diferente do racionalismo do conhecimento comum (BACHELARD, 1998).

A visão macroscópica do mundo do aluno que inicia o estudo de ciências, permite, num primeiro momento, abordar aspectos da realidade relacionados com fatos concretos e observáveis, que permita seguir a construção de conceitos a partir dos mesmos, propiciando outra visão de mundo através do conhecimento de química, não sendo possível transportar as noções de mundo macroscópico para o microscópico.

Mortimer et al (1997) mostram a importância da linguagem científica na construção do conhecimento científico para dar novo sentido aos fenômenos que estão ocorrendo no dia-a-dia do aluno. Aprender ciências também requer a expressão através de sua linguagem, constituindo uma das funções da escola, fazer com que os alunos sejam introduzidos nessa linguagem.

O cotidiano do aluno está embebido de tecnologia e o ensino de ciências pode contribuir para o entendimento do funcionamento da sociedade moderna através do desenvolvimento de competências e habilidades que permitam o enfrentamento de questões relacionadas com o mundo real dentro de um ponto de vista interdisciplinar. Decorre daí, a importância da escolha do conteúdo a ser trabalhado na série. As competências e habilidades desenvolvidas, no ensino de ciências, podem contribuir para que o aluno possa compreender e atuar na sociedade de forma mais consciente que, segundo Freire (1996) estaria de acordo com as metas da educação.

## IV METODOLOGIA

### IV-1 Análise de Conteúdo

Considerando a análise da linguagem de livros didáticos de ciências da 8ª série do Ensino Fundamental como o objetivo principal deste trabalho, foi escolhida a Análise de Conteúdo (Bardin, 1977) como metodologia para seu estudo.

As mensagens, transmitidas pelo livro didático, devem ser interpretadas de forma impessoal, com rigor, e a Análise de Conteúdo, constituindo um conjunto de técnicas de análise de comunicações, pode contribuir para a análise dos significados dessas mensagens. Através de procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, obtém-se indicadores que permitam inferências sobre o aspecto da linguagem presente nesses livros. Procura-se, por meio deste instrumento diagnóstico, Análise de Conteúdo, conhecer o significado não aparente das palavras que constituem o texto.

Uma das técnicas da Análise de conteúdo é a definição de categorias de análise que norteiam o recorte de material que irá ser analisado permitindo a classificação dos elementos significativos da mensagem. Os critérios de classificação são orientados pelos objetivos a serem alcançados.

Segundo esta técnica, a abordagem a ser feita pode ser quantitativa, quando a freqüência for o foco principal de informação, ou qualitativa, quando a importância recair sobre a presença ou ausência de características de conteúdo como neste caso.

Primeiramente, na pré-análise, efetua-se a seleção de documentos, (neste caso os livros didáticos), construção de hipóteses e dos objetivos do trabalho e

elaboração dos indicadores que irão fundamentar a interpretação das mensagens, constituindo-se numa fase de organização prévia.

A primeira atividade seria estabelecer contato com os textos a analisar, mediante uma leitura dita "flutuante" que permitiria colher as impressões sobre o material e, aos poucos, a leitura tende a ficar mais precisa, à proporção que avança a análise. Na fase seguinte à pré-análise, denominada "codificação", explora-se o material agrupando as informações extraídas do texto em unidades que caracterizam o conteúdo, permitindo uma descrição mais exata do mesmo.

O recorte do texto relaciona-se com a escolha das "Unidades de Registro (UR) e de Contexto". A unidade de registro (UR) é uma fração de conteúdo considerada como unidade de base, com algum significado que visa à elaboração de categorias. Neste caso, foram consideradas frases que contém os elementos de linguagem escolhidos e citados acima e que aparecem em todo o livro texto.

Para compreender melhor a significação da unidade de registro, escolhem-se segmentos de mensagem denominados "Unidades de Contexto" cujas dimensões são mais abrangentes que as anteriores. Neste caso, as unidades de contexto escolhidas para cada unidade de registro foram as unidades didáticas (capítulos) em que aparecem, determinadas suas dimensões pelo autor do livro analisado.

Os procedimentos de análise a seguir envolvem o processo denominado de "categorização" que consiste em classificar elementos de um conjunto mediante critérios previamente definidos. Neste caso, os elementos correspondem às unidades de registro (UR) que são agrupadas levando-se em conta suas características comuns, impondo certa organização às mensagens.

As categorias foram elaboradas dentro do referencial teórico adotado: Ruptura e Obstáculo Epistemológico (Bachelard), estágio de desenvolvimento cognitivo (Piaget). Considerou-se a linguagem como de fundamental importância na formação de conceitos (Vygotsky) procurando fazer surgir um sentido que permita a verificação da hipótese levantada.

A abordagem qualitativa será a escolhida para efetuar esta análise, por ser adequada aos casos que se requer uma interpretação de mensagens. É por meio dela que se pode perceber a presença ou ausência de determinada(s) característica(s) de conteúdo numa determinada fração de mensagem escolhida.

## **IV-2 Critérios de escolhas**

### **IV-2-1 Livros analisados**

A escolha dos documentos neste caso recaem sobre dois livros didáticos de ciências da 8ª série do Ensino Fundamental e o critério de seleção foi o fato de terem sido selecionados pelo MEC e de terem atingido grande tiragem no ano de 2002<sup>1</sup>.

A escolha recai sobre a 8ª série do Ensino Fundamental por constituir o início do curso de química do adolescente, o primeiro confronto entre os conhecimentos de senso comum e os conceitos de química.

#### **O denominado Livro-1**

FÍSICA E QUÍMICA- 8ª série

Carlos Barros

Wilson Roberto Paulino

Editora Ática-2002

#### **O denominado Livro-2**

CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

QUÍMICA E FÍSICA-8ª série

Daniel Cruz

Editora Ática-2002

---

<sup>1</sup>Número de exemplares vendidos no Brasil em 2002: Livro 1 – 3.841.420 e Livro 2 – 4.044.880 segundo dados fornecidos pela editora.

#### IV-2-2 URs selecionadas

A escolha de índices deu-se em função da hipótese levantada ficando a análise centrada no aspecto da "LINGUAGEM". Para este propósito foram utilizados os seguintes elementos de linguagem:

FUSÃO/DERRETER  
 COMBUSTÃO/QUEIMAR  
 EBULIÇÃO/FERVER  
 MISTURAR/DISSOLVER

De acordo com a hipótese do trabalho, trata-se de verificar se a linguagem do livro didático é acessível ao nível cognitivo do aluno nesta faixa etária, nível operacional concreto e, se constitui um obstáculo epistemológico à aquisição do conhecimento científico, o critério de escolha das Unidades de Registro (UR), deu-se no sentido de que fosse possível sua verificação.

Desta forma, o critério de escolha das URs foi que a(s) frase(s) que continha(m) os elementos de linguagem, remetesse(m) a um conceito que permitisse descobrir qual o sentido que o autor quer dar. Observaram-se as páginas em que aparecem os elementos de linguagem e escolheu-se a frase que melhor representava o conceito que permitiu analisar a linguagem aí utilizada.

Quando foi observada repetição do elemento de linguagem, deixaram-se de lado alguns casos, em que apareciam como exemplos e tabelas de dados que não modificam o sentido.

Seguem algumas frases que não foram escolhidas como UR e a justificativa da não inclusão.

Exemplos referentes ao L-1 :

- Na página 106 a frase "O calor latente de fusão do gelo é de 80 cal/g (calorias por grama)". O conceito de fusão previamente analisado na UR-2

-Na página 26, aparece *"Ponto de fusão e ebulição"*. São citados como uma das propriedades físicas das substâncias. No próprio texto aparece a frase: "Já foram estudados no capítulo anterior". Ambos tinham sido analisados em URs anteriores.

-Na página 198 *"Ao entrar em contato com o fermento, a água oxigenada parece ferver"*. "Ferver", neste caso, refere-se ao aparecimento de gás numa transformação química, e não à mudança de estado.

Exemplos referentes ao L-2

-Na página 8, a frase: *"produzir calor\_ fazendo as coisas se derreterem, ficando quentes, ferverem ou se evaporarem"*.

Aparece como um dos itens do texto "Matéria e energia" e se propõe a enumerar os efeitos da mesma e não a elaborar os conceitos de fusão e ebulição.

-Na página 202, a frase: *"Coloca-se água fervendo dentro da caixa, de modo que os bastões fiquem totalmente cobertos. Depois de alguns instantes, a cera se derrete, primeiro no bastão de prata e, depois, nos outros, na seguinte seqüência: cobre, alumínio e ferro"*. O texto se refere a um experimento que pretende ilustrar como alguns metais conduzem melhor o calor do que outros. Deu-se preferência a outras frases que envolviam as palavras "derrete", ao abordar o conceito de fusão, presentes em UR-1 e UR-2.pg 20, e "fervendo" ao de ebulição, na UR-2 pg 24.

-Na página 121, uma frase sobre a Lei de Proust: *"Os compostos químicos, ao contrário de soluções e misturas, se caracterizam por uma composição definida e constante"* Neste caso, os conceitos de "soluções" e "misturas" não estão sendo elaborados.

Como Unidades de Contexto, (BARDIN,1977), consideraram-se os capítulos onde as palavras escolhidas apareciam nos livros didáticos, tanto na forma de linguagem comum como na forma de linguagem científica.

Os elementos de linguagem escolhidos fazem parte de conceitos básicos que pertencem a um domínio específico da química, a estrutura da matéria. Ao explicar

os fenômenos envolvidos do ponto de vista macroscópico, é possível associá-los a um modelo explicativo em nível cognitivo operacional formal.

Segundo Cuevas (1990), a linguagem é apontada como um aspecto fundamental na aquisição dos conceitos científicos e a relação entre os processos cognitivos e linguagem já tinha sido apontada, entre outros, por Vygotsky (1991), É importante perceber se há coerência entre as estruturas cognitivas do aluno, o vocabulário empregado e o conteúdo apresentado no texto escrito.

A compreensão de textos de ciências envolve diversas variáveis, entre elas o estímulo recebido do professor e os diálogos na sala de aula. Neste estudo, porém, será focalizado apenas o aspecto da leitura por parte do aluno.

#### OBSERVAÇÃO

Sobre a classificação das URs nas categorias de análise:

Em determinadas URs, devido à linguagem utilizada nos livros analisados, conhecimentos científicos e comuns coexistem nos respectivos textos. Outras envolvem palavras que remetem ao concreto e idéias abstratas na mesma frase ou parágrafo.

Levando-se em conta que os alunos apresentam conhecimentos da vida diária e escolar diferentes e podem apresentar níveis cognitivos diferentes, ao efetuar a classificação das URs nas categorias de análise, levou-se em conta a idéia principal que se acreditou que o autor teria ao escrever a UR em questão ao dirigir-se ao aluno-leitor, de nível cognitivo operacional concreto, nível geral dos alunos matriculados na 8ª série do Ensino Fundamental.

## IV-2-3 Categorias

### I- CONHECIMENTO

I-1. Senso comum

I-2. Científico

I-3. Tecnológico

Pretende-se observar, no texto do livro didático, como o conhecimento se apresenta através do tipo de linguagem utilizada. Para isso observou-se o conceito envolvido na unidade de registro que está sendo analisada como indicativo da relação com o senso comum, como a palavra “derreter” (categoria I-1) indicativo do uso de linguagem que busca efetuar conexões com o conhecimento familiar ao aluno, estabelecendo uma relação com seu universo e suas concepções prévias, ou sob forma de linguagem científica como “fundir” (categoria I-2). Pretende-se ainda observar se a linguagem utilizada é indicativa de alguma ação que remeta à aplicação prática (categoria I-3), relacionada com as transformações da sociedade pelas aparições de novos materiais na sociedade tecnicista.

### II-NÍVEL COGNITIVO

II-1. Operacional Concreto

II-2. Abstrato

Considerando que os alunos que estudam na 8ª série, entre doze e catorze anos, e que, segundo Piaget, estariam num estágio cognitivo operacional-concreto (em que a atitude experimental de agir sobre os objetos na tentativa de responder os problemas estaria favorecendo o aprendizado) caminhando para o lógico formal (pensamento mais organizado e reflexivo, do raciocínio abstrato) pretende-se observar se os conceitos, em questão, remetem a algo concreto, (categoria II-1) ou a idéias abstratas (categoria II-2), na medida em que o aluno está introduzido a uma nova forma de ver o mundo, a uma nova ciência à qual corresponde uma nova linguagem.

### III-CONEXÃO

#### III-1 .Inserção do conceito no texto e relação com os outros conceitos

A categoria III visa constatar:

- Como os elementos de linguagem escolhidos estão inseridos no texto?
- Quais relações estabelecem com os outros conceitos e situações?

Neste sentido, partindo do pressuposto que conhecer é conhecer o significado (Machado, 2000), entende-se que é fundamental para o aluno que, ao ler uma palavra, esta indique o motivo e a adequação do seu aparecimento, para que ele possa estabelecer novas relações com sua rede de significados

## V-ANÁLISE DOS LIVROS

### V-1 Análise do livro 1

FÍSICA E QUÍMICA

8ª Série

Carlos Barros

Wilson Roberto Paulinho

Editora Ática-São Paulo

2003.

#### Aspectos gerais

O livro é estruturado em três partes denominadas unidades I, II e III. Ao final, há uma parte denominada de Exercícios de revisão de múltipla escolha, sendo 49 deles de Física e 63 de Química.

Na abertura da unidade I, "Conceitos básicos de Física e Química" (22 páginas) o autor denomina Física e Química como ramos da Ciência e coloca-as como de grande importância no cotidiano e na melhoria do padrão de vida. Cita várias áreas do conhecimento e aplicações relacionadas à Física e Química desenvolvidas pelo homem e propõe-se a tratar dos conceitos básicos de ambas. Nesta unidade, dividida em 4 capítulos, aborda conceitos sobre matéria, suas transformações, estados físicos e propriedades da matéria.

Na unidade II, denominada "O Estudo da Física" (134 páginas), o autor propõe-se a estudar os conceitos de matéria, energia, movimento e força por considerar que estes estão presentes concretamente no nosso cotidiano, sendo

estes conhecimentos, em grande parte, responsáveis pela forma como o mundo está estruturado.

Na unidade III, que tem por título "Estudo da Química" (78 páginas), o autor relaciona alguns afazeres do cotidiano do aluno com o conhecimento de Química, no intuito de torná-la familiar e coloca o objetivo desta ciência de explicar a composição da matéria e as reações entre as substâncias. Entre os conteúdos abordados, estão a estrutura do átomo, os elementos químicos e sua classificação, ligações químicas, as substâncias, misturas e combinações, fórmulas, funções e reações químicas e leis ponderais.

### V-1-1 Conceitos escolhidos para análise: fundir/derreter

fusão, ponto de fusão, fundir, observa-se que seu aparecimento ocorre, principalmente, nas unidades I e III do livro nas respectivas páginas:

Conceito	Fusão	Ponto de fusão	Fundir	Derreter	Fusão nuclear
Páginas em que aparece	19,20 106	19,20, 26, 182 210	20  210	13,19,  210	13, 92 174

### Unidades de Registro (UR) escolhidas

**UR-1 (p.13):** "Entendemos como agentes físicos aqueles que, em geral, não mudam a natureza da substância. O calor é um exemplo de agente físico. Ele pode derreter uma pedra de gelo, mas, mesmo derretido o gelo continuará sendo a mesma substância em qualquer lugar deste planeta ou do universo. Há, no entanto, agentes físicos que podem modificar a natureza de uma substância. O próprio calor, se fornecido em quantidade tal que a temperatura atinja valores extraordinariamente altos (cerca de 100 milhões de graus Celsius), pode fazer com

que átomos de hidrogênio se fundam, dando origem a átomos de hélio. É o que ocorre no interior do Sol, das estrelas e nas explosões nucleares”.

**UR-2 (p.19):** “Fusão é a passagem de uma substância do estado sólido para o estado líquido.

Os sólidos puros sofrem fusão sempre a uma temperatura e pressão determinadas. A essa temperatura chamamos ponto de fusão. Até o fim de todo o processo de fusão, essa temperatura permanece inalterada.

A fusão é um processo muito importante para a indústria; dela depende a fabricação de objetos de metal. O metal é derretido em fornos de altíssima temperatura e depois recolhido em fôrmas especiais”.

**UR-3 (p.20):** “O ponto de solidificação é o mesmo que o de fusão. Como na fusão, a temperatura permanece constante durante todo o processo. O processo de solidificação também é muito importante para a indústria de metais. Depois de fundidos, os metais são esfriados para tomarem a forma definitiva dos objetos desejados”.

**UR-4 (p.26):** “Propriedades físicas. São as propriedades que caracterizam as substâncias fisicamente, diferenciando-as entre si. Destacamos: pontos de fusão, solidificação, ebulição e condensação; dureza; solubilidade; densidade; calor específico; condutibilidade; magnetismo”.

**UR-5 (p.92):** “Energia nuclear ou atômica é a energia que se origina das reações nucleares. Pode-se obtê-la pelo processo de fissão nuclear dos processos de fusão nuclear dos elementos químicos pesados (urânio e plutônio) em reações nucleares, ou pelo processo de fusão nuclear dos elementos químicos leves (hidrogênio se transformando em hélio)”.

**UR-6 (p.210):** “Sabendo qual é o ponto de fusão de cada uma das substâncias sólidas, fica relativamente fácil separá-las.

O estanho funde-se a 231°C; o chumbo, a 327°C; o ferro, a 1536 °C. Podemos derreter (fundir) primeiro o estanho, depois o chumbo e, por último, o ferro. Cada elemento, ao derreter-se, é separado dos demais”.

### Análise dos conceitos com relação à linguagem

<b>Categoria I CONHECIMENTO</b>	<b>Unidade de registro (UR)</b>
I-1 Senso comum	UR-1
I-2 Científico	UR-1; UR-2; UR-3; UR-4; UR-5; UR-6
I-3 Tecnológico	UR-2; UR-3 UR-4; Ur-5; UR-6

Observando os textos onde aparecem as URs do livro em questão, percebe-se que, na maioria das unidades de registro, selecionadas para análise, prevalece o conhecimento científico. Mesmo que o aluno tenha ouvido falar em estanho, ferro e outros metais, não faz parte da maioria daqueles, no seu dia -a- dia, estas atividades .

Para a compreensão dos textos, requer-se que o leitor possua conhecimento científico com relação ao tema tratado, dado o resultado do agrupamento em categorias como visto acima. Da forma como são escritas as palavras, elas transmitem conceitos através de definições.

A compreensão de uma informação escrita formal (PIAGET, 1997) depende, entre outros fatores, da estrutura lógica do problema e do conteúdo a que se refere; esta influência é mediada pelas concepções prévias do estudante sobre o conteúdo.

Aceitando esta idéia, que o aluno-leitor processa o texto mediante seus conhecimentos prévios, seria importante considerar as concepções espontâneas que aparecem mais freqüentemente nesse conteúdo, fazendo com que estas fossem o ponto de partida para ele estruturar a concepção científica. Não se observa, no texto, esta preocupação, pois não se levanta em nenhum item questões e problemas que possam remeter às suas idéias prévias e trazê-las à tona.

Observando o texto, em cada UR destacada, percebem-se palavras que podem não ter significado para o aluno. Em UR-1 e UR-5: *fundam* e  *fusão nuclear* referem-se ao conceito científico  *fusão nuclear*, que é abstrato. Além disso, pode não ficar bem diferenciada esta idéia, que remete à junção, com a de fusão comum e criar outro obstáculo, quando aquele venha a ser aprofundado, mais tarde, no Ensino Médio.

Na UR-4 refere-se às propriedades como diferenciadoras das substâncias entre si; pergunta-se, e das misturas?

Outras vezes, usa-se da linguagem comum como em UR-2: *derretido* e em UR-6: *derreter (fundir)*, linguagem comum e linguagem científica como sinônimos com o intuito de facilitar a compreensão, mas não se especificam as diferenças.

Lê-se em UR-2, p.19 ... "O metal *derretido* em fornos de altíssima temperatura e depois recolhido em fôrmas especiais" e UR-3, p.20... "Depois de *fundidos*, os metais são esfriados para tomarem a forma definitiva dos objetos desejados". A primeira frase se refere ao processo de fusão e a segunda ao de solidificação, mas ambas ao contexto industrial de fabricação de objetos de metal que, ao não utilizar a mesma terminologia, pode causar confusão. Segundo Pozo (1991), numerosas pesquisas neste campo, permitem descrever que o uso descuidado ou incorreto da terminologia, induz à formação de confusões na formação do conceito científico. Segundo Bachelard (1998), constitui um obstáculo epistemológico verbal.

A expressão "ponto de fusão", mesmo se referindo a "uma temperatura e pressão determinadas, que permanece inalterada até o fim do processo", não garante a compreensão do texto pois a palavra "ponto" pode não ser entendida no significado científico, que se quer indicar. Poderia talvez, ser utilizada em vez de

ponto de fusão, temperatura de fusão que é o que se pretende. A palavra ponto parece ser mais polissêmica que temperatura. A compreensão da leitura desse texto, mesmo tendo sido escrito anteriormente que a temperatura permanece inalterada, foge ao conhecimento de senso comum. Apenas através desta definição, sua compreensão pode ficar dificultada, porque não há, no texto, uma explicação que leve a aceitá-la.

Colocada como aplicação prática, a fusão fracionada, selecionada na UR-6, o texto não remete ao problema que gerou essa solução e nem à forma como se faria na prática, ou numa solução tecnológica. O texto sobre metais leva a pensar que, numa liga metálica, os seus constituintes preservam suas propriedades individuais como a temperatura de fusão. Ignoram-se a existência de eutéticos e interação entre metais.

As aplicações práticas, citadas nas outras URs, ficam apenas sugeridas sutilmente, como obter energia de reações nucleares e diferenciar substâncias pelas propriedades. São citadas aplicações tecnológicas de metais na p.182, na unidade III, e seus usos mais comuns.

A utilização prática da obtenção de objetos de metal aparece como um exemplo, e não colocado no sentido de aplicação e de problematização que chame a atenção do aluno para resolvê-lo e justificar a aprendizagem daquele conceito e, posteriormente, elaborar modelo explicativo mais complexo.

Categoria II NÍVEL COGNITIVO	UNIDADE DE REGISTRO (UR)
II-1 Operacional concreto	UR-1; UR-2; UR-6
II-2 Abstrato	UR-1; UR-2; UR-3; UR-4; UR-5;

As URs destacadas, referentes ao nível operacional concreto remetem à idéia de “derreter”, que é palavra pertencente à linguagem comum, portanto conhecida e relacionada com processos da vida diária.

Observa-se, no texto, a ausência de maiores considerações a respeito de como o autor chegou a esses dados da tabela de pontos de fusão de metais da p.19. Há pouca ênfase dada aos exemplos, como “fabricação de objetos de metal”, talvez por imaginar que os alunos saibam do que está se falando, mas pode ficar pouco claro para o leitor como aponta Sutton (2003) que questiona se os alunos estão lendo a forma de rastejar as idéias, o mundo mental e os dados do escritor. O autor questiona ainda a fala do autor e em que prova ela se baseia.

No início do capítulo 3 “Os estados físicos da matéria” (onde se localizam as UR-2 e UR-3 ) afirma-se que “as *partículas* que compõem uma substância.... As diferentes organizações das partículas são relacionadas aos estados físicos”. O que se percebe é que se adota um modelo de partículas, idéia abstrata, para explicar os estados físicos da matéria; mas parte-se do modelo pronto e não como consequência da necessidade de explicar o motivo pelo qual se têm os diferentes estados, nas diferentes condições de pressão e temperatura, ou seja, parte-se do abstrato para explicar o concreto. O modelo, desta forma colocado, parece ser algo real e não uma forma para dar entendimento a algum fenômeno, inexistindo relação entre aspectos teóricos e experimentais. A importância de utilizar um modelo de partículas está em que este constitui uma estrutura básica comum aos modelos mais complexos da Química, porém este modelo de partículas já foi apresentado ao aluno-leitor pronto, deixando de lado a oportunidade de sua elaboração.

A história da ciência mostra que as explicações nem sempre foram dadas desta forma e que as representações abstratas são uma construção social elaboradas para dar explicações aos fenômenos. A idéia da descontinuidade da matéria é fundamental, mas nada disso é mencionado no texto. Há uma idéia fechada, acabada, dando a impressão de que sempre foi assim e que tudo funciona mediante essas definições, sem incentivo à colocação de novos questionamentos.

As UR-1 e UR-5 referem-se a processos nucleares que representam conceitos diferentes dos conceitos da física clássica. Segundo Bachelard (1971, p. 200), *"provocaria uma gargalhada geral quem perguntasse se a física nuclear fabrica um termômetro para medir a temperatura do núcleo!"*. As palavras fusão e temperatura deveriam ser escritas entre aspas, indicando outro significado, alertando para a diferença, visto que há uma descontinuidade entre a temperatura medida em laboratório e a temperatura referente ao núcleo. Não alertar para esta diferença pode constituir obstáculo para a construção do conhecimento científico.

Bachelard (1971) coloca que para sermos entendidos no mundo científico, seria necessário falar cientificamente a linguagem científica, traduzindo os termos da linguagem comum em linguagem científica. Para o aluno que está sendo iniciado na construção do conhecimento científico, é importante estabelecer uma relação entre este novo conhecimento e sua linguagem, para perceber as rupturas entre este e o conhecimento comum.

A temperatura do núcleo, segundo Bachelard (1971, p.201), corresponde a *"uma espécie de conceito de conceito, um conceito que não é um conceito de primeira abstração"* e, considerando que o aluno está no nível cognitivo concreto, a compreensão do conceito, neste momento, pode ficar comprometida.

Categoria III- CONEXÃO	UNIDADE DE REGISTRO (UR)
INSERÇÃO DO CONCEITO NO TEXTO E RELAÇÃO COM OS OUTROS CONCEITOS	UR-1: Capítulo 2, As transformações físicas e químicas da matéria "Agente físico (calor), modificando a natureza da substância  UR-2 e UR-3 : Capítulo 3, Os estados físicos da matéria Subtítulo: Mudanças de estado físico  UR-4: Capítulo 4, As propriedades da matéria Subtítulo: Propriedades físicas  UR-5: Capítulo 14, Energia e trabalho

	<p>Subtítulo: Conceito e formas de energia</p> <p>UR-6: Capítulo 28, Os processos de fracionamento de misturas</p> <p>Subtítulo: Separando misturas (fusão fracionada).</p>
--	---

No capítulo 2, após exemplificar que o calor é um agente físico, capaz de *derreter* o gelo, passa, no mesmo parágrafo, a descrever o processo de fusão nuclear. É no capítulo 3, após ter definido os estados sólido, líquido e gasoso, que se refere ao processo de fusão (UR-2) mediante definição apenas, não fazendo ligação com o capítulo anterior que se referia ao *derreter*. A ligação fusão/ *derreter* (nesta ordem) é feita após tabela de pontos de fusão, abaixo de uma foto de uma mão segurando um pedaço de gelo com os dizeres: *“um exemplo muito comum de fusão é o gelo... quando retiramos do congelador.....ele começa a derreter”*. (p.19) A relação com o ponto de solidificação é feita, logo a seguir, da mesma forma anterior, ou seja, definindo. (UR-3)

No capítulo 4 (UR-4), ao colocar as propriedades físicas das substâncias, apenas cita-se este conceito entre outros e, a partir desta citação, o leitor deve imaginar como caracterizar as substâncias para diferenciá-las.

O capítulo 14, na parte referida do estudo da física, refere-se ao tema “energia e trabalho”, e a energia nuclear é colocada como uma forma de energia, mas, ao se referir à fusão nuclear, não se faz relação com o que foi dito anteriormente a este respeito.

Após 16 capítulos dedicados ao estudo da física, começa o estudo de química. Depois de ter apresentado o átomo e ligações químicas entre outros conceitos, o capítulo 27 trata de misturas com enfoque macroscópico e, a seguir, da separação das mesmas no capítulo 28 com mesmo enfoque.

A separação de sólidos é *facilmente* resolvida através do conhecimento do ponto de fusão. Esta “facilidade”, atribuída ao processo, talvez pretenda tornar mais próximo do aluno-leitor este assunto distante do seu dia-a-dia, obstaculizando a

ruptura com o conhecimento científico. Ao não ser feita a conexão com os capítulos iniciais onde se tratou do conceito de fusão, a distância é tão grande que pode criar dificuldades para que os alunos, durante a sua leitura, consigam por si próprios, estabelecê-la.

Os conceitos abstratos, abordados no tratamento dado ao estudo do átomo e ligações químicas entre outros, não foram utilizados para dar explicações no que se refere às diferenças de propriedades das substâncias e separação das mesmas. Para o leitor, os assuntos podem parecer estanques, sem significado e a saída pode ser a memorização.

A UR-1 está localizada no capítulo denominado "*transformações físicas e químicas da matéria*". Mesmo remetendo ao *derretimento do gelo*, fato conhecido do aluno, a frase contém as palavras "*natureza das substâncias*", sobre as quais o autor tem em mente uma série de idéias, mas que, para o aluno, podem significar outras.

Segundo Vygotsky (1991), o texto escrito é a fala dirigida para uma pessoa imaginária, oposta à fala interior que é conhecida e por esse motivo compacta. A escrita deve explicar plenamente a situação que o autor deseja colocar, para que seu pensamento seja compreendido. Neste caso, as palavras colocadas no texto não parecem ser suficientes para compreendê-lo.

O texto, repleto de definições, não deixa claro, neste momento, conceitos de temperatura e calor, tratados de forma ambígua e vaga "que pode provocar fusão comum e explosões nucleares", dando a impressão de que estas constituem um processo químico (de acordo com o título do capítulo). Este mesmo assunto volta a ser tratado na UR-5, no capítulo 14, quando aborda as formas de energia. "fusão nuclear de elementos químicos leves" ...No final do parágrafo "*as reações de fusão...*" possivelmente reforçando a idéia.

Colocar no mesmo parágrafo (UR-1), derreter (idéia de separação e linguagem comum) e fusão (refere-se à fusão nuclear, linguagem científica, com idéia de junção), pode parecer que estes processos não constituem ruptura e,

ainda, ser um entrave para o entendimento do sentido científico de fusão e fusão nuclear.

O uso da palavra fusão (com sentido de fusão nuclear), nesta UR -1, não relacionada ao assunto proposto, pode trazer interpretações inadequadas que dificultam a compreensão dos novos conceitos que se pretendem estudar.

A idéia de "transformação" é relacionada aos acontecimentos denominados "fenômenos" e estes a fatos observáveis (p.13); porém não é trabalhada no sentido de estabelecer diferenças de características observáveis entre o estado inicial e final do sistema em questão.

A diferenciação entre transformações físicas e químicas também é passível de ser discutida, preferindo muitos autores a não colocação nestes termos, sendo necessário explicitar os critérios a serem considerados.

As UR-2 e UR-3, referem-se à fusão, palavra com outros significados na linguagem comum, e, por sua vez, o aluno está sendo solicitado a utilizá-la com outro significado, o científico, sem que isto tenha sido pelo texto abordado. Sendo assim, a leitura deste texto, plena de definições para o aluno, pode levar a outras interpretações, diferentes para os diferentes leitores e ao não entendimento do texto no sentido que se deseja.

As frases são desprovidas de questionamentos, de exemplos, dados, gráficos, de como se chegou a esse conhecimento, de utilização do mesmo, etc que pudesse estar motivando a leitura e compreensão do texto. Na UR-4, retoma-se o conceito "ponto de fusão", ao lado de outros, apenas para classificá-lo nas propriedades físicas.

### **V-1-2 Conceitos escolhidos para análise: Combustão/Queima**

Aparecem nos capítulos 2 e 3

<b>Conceito</b>	<b>combustão/queima</b>
Páginas em que aparece	27, 28, 174, e 187

### **Unidades de Registro escolhidas ( UR )**

**UR-1: p.27** *"Combustão. É a propriedade que algumas substâncias têm de reagir com o oxigênio do ar. Para ela acontecer, obviamente, é necessária a presença do gás oxigênio".*

**UR-2: p.27** *"Para haver fogo, é necessário haver uma combinação adequada entre combustível, comburente e temperatura de inflamação.*

*A combustão se processa na superfície de contato entre o combustível e o oxigênio gasoso. Desse modo, quanto maior a superfície combustível, maior a chance de haver combustão. Essa superfície de contato pode ser multiplicada, se pulverizarmos um pedaço de material combustível qualquer. O que não estava em contato com o oxigênio do ar passa a estar em contato com ele.*

*Assim, uma panela ou uma chapa de ferro não se incendeia. Mas o ferro pulverizado queima. Até mesmo a farinha de trigo, nas fábricas e nos moinhos, corre o risco de se incendiar se entrar em contato com uma centelha".*

**UR-3 : p.28** *"...Para entender por que a temperatura varia, é preciso saber que o fogo decorre da reação de várias substâncias combustíveis com o oxigênio liberando energia térmica. A dinâmica da combustão é estabelecida por correntes ou movimentos dos gases liberados pela reação. E a intensidade da chama depende, portanto, do fluxo desses gases. Num fogão, à medida que as substâncias combustíveis começam a reagir perto da boca, começa-se a liberar energia química e os gases vão se aquecendo".*

**UR-4: p.174** *"...O gás hidrogênio-molécula de fórmula  $H_2$  - é combustível; sua queima é importante fonte de calor e energia".*

**UR-5: p.187** "...A cor depende, basicamente, do elemento químico em maior abundância no material que está sendo queimado. A mais comum, vista em incêndios e em simples velas, é a chama amarelada, resultado da combustão do sódio que emite luz amarela quando aquecido em altas temperaturas..." "...Nas queimadas, são comuns labaredas de cor violeta, resultado do potássio liberado pela madeira das árvores. Outro tipo de chama – que dificilmente é produzido pela queima de materiais, mas, geralmente, aparece nos fogos de artifício- é a de cor vermelho vivo, produto da combustão de cálcio".

### Análise dos conceitos com relação à LINGUAGEM:

Categoria I CONHECIMENTO	Unidade de registro (UR)
I-1 Senso comum	UR-2; UR-3
I-2 Científico	UR-1; UR-2; UR-3; UR-4; UR-5
I-3 Tecnológico	UR-3; UR4

A UR-1 define *combustão* do ponto de vista científico, considerando o envolvimento do oxigênio, um não-observável. Mesmo o aluno sabendo da necessidade da presença de ar na combustão, como sabe: que o oxigênio é o gás envolvido no processo?

Ao apresentar uma definição do conceito atual de combustão, o aluno, ao ler esta definição, pode imaginar que sempre se pensou desta forma, e o oxigênio sempre foi reconhecido como tal. O texto não contribui para a idéia de ciência como processo descontínuo de evolução das idéias, cuja construção ocorre através de rupturas epistemológicas como apontado por Bachelard (1971). Para chegar ao conceito de combustão, como se entende modernamente, foi necessário romper com o conhecimento anterior, e a História da ciência poderia auxiliar no sentido de

perceber o enriquecimento do pensamento. O conhecimento científico é resultado de conhecimento elaborado socialmente através dos tempos, portanto, nem sempre foi assim, como mostra a História da ciência.

As cores das chamas que o texto da UR-5 faz referências, sódio e potássio, são explicadas a partir da transição eletrônica e não pela combustão. Os elétrons dos átomos, quando recebem energia, passam para um estado excitado e, ao voltar ao estado fundamental, emitem energia na forma de radiação de frequência característica.

A UR-3 foi extraída de um texto que responde à pergunta sobre a temperatura da chama. A resposta está clara para um leitor com conhecimentos sobre os conceitos: temperatura, reação, substâncias combustíveis, gases, gases liberados pela reação do fogão, energia química e reagentes. *Temperatura e calor* são conceitos científicos, em geral, diferentes dos conceitos cotidianos dos alunos. Calor chega a ser diferente para alunos e professores (CAMPANÁRIO, 2000a) e estes conceitos só serão tratados posteriormente na página 99.

Os gases citados, por serem invisíveis, dificultam o entendimento de como seria seu fluxo, movimento e aquecimento. Uma das idéias prévias dos alunos sobre gases, é que eles não pensam gás como uma categoria geral da matéria, como um estado físico, mas como um gás em particular, o gás de cozinha (MORTIMER, 1995).

Além disso, a linguagem desse texto é pautada pela construção da linguagem científica, em que o observável é a *chama*, mas o observador quase não aparece, é impessoal. As frases são escritas empregando os conceitos, acima mencionados, tornando difícil para o aluno-leitor entender o conteúdo do texto através desta linguagem.

Na UR-4, apresenta-se o hidrogênio como um elemento dotado de certas propriedades. Na frase escolhida: "O gás hidrogênio - molécula de fórmula  $H_2$  - é combustível..." as palavras que indicam os conceitos, gás hidrogênio, molécula,

fórmula,  $H_2$ , combustível podem não ter significado para o aluno-leitor, porque elas não estabelecem relação com seus saberes. "Molécula foi apenas definida na p.10 e "fórmulas" no capítulo 29, p.212.

Quanto ao conhecimento tecnológico, relacionado à aplicação prática, UR-3 é relacionada com *fogões*. UR-4 remete à obtenção de energia do combustível hidrogênio, sem estabelecer uma relação com outros combustíveis e UR-5 faz menção à queima de velas e fogos de artifício. As aplicações aparecem como ilustrações, não com o sentido de relacionar o conhecimento adquirido com as questões econômicas, sociais e tecnológicas.

Categoria II NIVEL COGNITIVO	UNIDADE DE REGISTRO (UR)
II-1 Operacional concreto	UR-2; UR-5
II-2 Abstrato	UR-1; UR-2; UR-3; UR-4

As URs remetem a conhecimentos de nível operacional concreto, 2 e 5, por referir-se à combustão de ferro pulverizado, à farinha, aos incêndios, às velas e fogos de artifício em que há evidências passíveis de observação por parte do aluno.

Por outro lado, sobre o oxigênio envolvido no processo, e no qual se baseia a definição dada no início (UR-1) sobre combustão, nada é colocado no sentido de elucidar sua participação. O texto, em geral, encontra-se permeado de conceitos que remetem a idéias que, provavelmente, não fazem parte da estrutura cognitiva do aluno-leitor.

Categoria III CONEXÃO	UNIDADE DE REGISTRO (UR)
III-1: INSERÇÃO E RELAÇÃO DO CONCEITO NO TEXTO E RELAÇÃO DO CONCEITO COM OUTROS CONCEITOS	UR-1; UR-2 e UR-3: Capítulo 4: As propriedades da matéria Subtítulo: Propriedades químicas Combustão  UR-4: Capítulo 23: Os elementos químicos Subtítulo: O mesmo número de prótons  UR-5: Capítulo 24: Classificação dos elementos químicos Subtítulo: A cor da chama depende do elemento químico

As URs 1,2 e 3 referem-se ao conceito combustão, sendo colocadas no item “*propriedades químicas*” após as “*propriedades físicas*”. As propriedades químicas tinham sido definidas no capítulo anterior (página 14) como aquelas em que “*substâncias reagem dando outras*”.

Os exemplos descritos, fazer bolo e aparecimento da ferrugem, se, por um lado, remetem ao cotidiano do aluno e fazem sentido para ele, por outro, pode não conseguir estabelecer critérios para perceber as mudanças notadas entre os estados iniciais e finais, à medida que o texto não avança neste sentido, isto é, não propõe que sejam observadas evidências observáveis que lhe permitam estabelecer essas comparações. O fato de não argumentar sobre como caracterizar a transformação por meio de evidências, limita a possibilidade de que, em outras situações, possa discernir sobre ocorrência ou não de transformação, ou colocar a possibilidade de ocorrência de transformações sem evidências observáveis.[...] “*farinha, ovos, leite, fermento, açúcar e manteiga se transformam num bolo. Trata-se de uma série de reações químicas, pois as substâncias do início reagem formando outras: no final do processo, o bolo fica pronto*” (p.14)

A descrição do “*fazer o bolo*” é colocada como algo misterioso, “*uma série de reações químicas*”. Saber se houve formação de outras substâncias fica simples como fazer bolo.

O exemplo da formação da ferrugem, logo abaixo, declara qual seria a reação química : ferro com gás oxigênio e vapor de água. Mesmo podendo observar a mudança de cor, quando da formação da ferrugem, não há, no texto, levantamento de hipóteses, experimentos descritos que levem a concluir que são essas substâncias que, de fato, estão envolvidas na formação da ferrugem.

A UR-4 que se refere ao elemento hidrogênio, está dentro do estudo da química, na Unidade III, capítulo 23, p.174 "Os elementos químicos" após o capítulo que trata da estrutura do átomo constituído de prótons, elétrons e nêutrons. O hidrogênio é definido como sendo constituído por um próton e um elétron. A seguir, são apresentadas propriedades químicas do gás hidrogênio, sendo uma delas a de ser combustível e produzir água. A fusão nuclear é citada e exemplificada. A combustão do hidrogênio fica relacionada ao capítulo 3, p.17 (no início do livro didático, quando as propriedades da matéria foram mencionadas). Cabe saber se o leitor consegue fazer tais ligações.

### V-1-3 Conceitos escolhidos para análise: Ebulição/Ferver

Conceito	Vaporizar	Evaporar	Ebulição	Ferver
Páginas em que aparecem	20	21, 216, 208	20 e 26	198, 202 e 209

Estes conceitos aparecem no capítulo 3 (unidade I) 26, 27, 28 e 30 (unidade III)

### Unidades de Registro escolhidas para análise (UR)

**UR-1: p.20** "Vaporização é a transformação de uma substância do estado líquido para o estado gasoso".

*Existem dois tipos de vaporização: ebulição e evaporação.*

A ebulição ocorre quando fornecemos calor a um líquido ou reduzimos a pressão que atua sobre ele. Colocando-se uma panela com água sobre uma fonte de calor, após um certo tempo, a água começará a ferver, isto é, entrará em ebulição, e bolhas de vapor se formarão em toda a parte líquida”.

**UR-2: p.20** “A uma certa pressão, o líquido entra em ebulição numa determinada temperatura. A água, à pressão normal, entra em ebulição (ferve) a 100°C.

Durante todo o processo de ebulição, ou seja, até que todo o líquido se vaporize, a uma pressão constante, a temperatura permanece inalterável. A essa temperatura denominamos ponto de ebulição, que é particular a cada líquido puro”.

**UR-3: p. 20** “Ao contrário do ponto de fusão, o ponto de ebulição é bastante sensível à variação da pressão externa. O aumento de pressão externa faz com que o ponto de ebulição de um líquido puro aumente, ocorrendo o inverso quando a pressão externa é diminuída. Por que quando se usa panela de pressão, o alimento é cozido mais rapidamente?”

**UR-4: p.21** “... qual é a diferença entre a ebulição e a evaporação?... Só a ebulição tem as características de uma mudança de estado: a temperatura se mantém constante durante todo o processo e, para uma determinada pressão, há uma determinada temperatura definida para cada líquido entrar em ebulição (ponto de ebulição). A evaporação, por sua vez, pode ocorrer espontaneamente a qualquer pressão e temperatura”..

**UR-5: p.202** “Se fervermos a mistura de água com sal, a água vai se evaporar aos poucos até que reste apenas sal no fundo da panela. Então, pela fervura - um processo físico - é possível separar a água do sal. Esse processo recebe o nome de análise imediata”.

**UR-6: p.209** “O processo de destilação fracionada compreende o aquecimento de uma mistura de mais de dois líquidos que possuem pontos de ebulição não muito próximos.

A destilação fracionada é usada, por exemplo, em indústrias petroquímicas para separar os diversos derivados do petróleo”.

### Análise dos conceitos com relação à LINGUAGEM:

Categoria I CONHECIMENTO	Unidade de registro (UR)
I-1 Senso comum	UR-1; UR-5
I-2 Científico	UR-1; UR-2; UR-3; UR-4; UR-5; UR-6
I-3 Tecnológico	UR-6;

As Unidades de Registro selecionadas transmitem conhecimento científico, pois remetem a conceitos como pressão e temperatura. Mesmo as unidades que transmitem conhecimento comum, estão repletas dessas palavras sobre as quais recai conhecimento elaborado cientificamente.

Na UR-1, durante a ebulição, o texto refere-se à formação de bolhas que se formam em toda a parte líquida, mas não menciona a formação de pequenas bolhas que se observam, à medida que a água está sendo aquecida, antes da ebulição, indicando a diminuição da solubilidade dos gases dissolvidos nela.

Como já colocado, durante todo o parágrafo, conceitos de calor e temperatura estão envolvidos sem que a relação entre ambos tenha sido estabelecida até a p.99 do capítulo 15. Os alunos apresentam dificuldades reais na compreensão desses conceitos, à proporção que são utilizados na linguagem comum com significados, geralmente, diferentes daqueles estabelecidos pela ciência, constituindo conceitos prévios, como pensar que calor e temperatura correspondem ao mesmo conceito, que calor é uma substância ou que o frio pode estar sendo transferido para resfriar um material mais quente que outro colocado em contato. Esclarecer o significado desses conceitos, no conhecimento comum e no conhecimento científico, poderia colocar em evidência a ruptura existente entre essas concepções.

A segunda frase: *“Colocando-se uma panela com água... começará a ferver, isto é, entrará em ebulição,...”* é uma frase que relaciona um evento conhecido da vida diária do aluno, a temperatura em que o líquido ferve, com o conceito de ponto de ebulição. Desta forma, trazendo a linguagem do aluno para o texto, ao ler a frase, adquire significado, permitindo introduzir o aluno na linguagem da ciência, desde que, a seguir, sejam estabelecidas as diferenças, ou seja, não no sentido da substituição “ferver” por “ebulição”, mas esclarecer que a linguagem científica refere-se a outra forma particular de conhecer o mundo, diferente, e deverá ser utilizada num contexto específico. *Ebulição* corresponde a uma forma “científica” de falar, diferente da linguagem comum (ferver); mas, no texto, seguidamente se observa que são usadas ambas as formas como sinônimos, podendo constituir um obstáculo epistemológico verbal, segundo Bachelard (1971), na medida em que não se esclarece a diferença.

Segundo o dicionário (FERREIRA, 1986), “ferver” é entrar em ebulição, a formação de bolhas num líquido. “Efervescência”, é desenvolvimento de bolhas num líquido como desprendimento do gás carbônico em água, produzida por comprimidos efervescentes e na fermentação do caldo de cana. Ambos exemplos envolvem transformações químicas e aí reside a confusão como coloca Lutfi (1992).

As percepções dos fenômenos cotidianos e mesmo os observados na escola, são para o aluno mais relevantes que outras características mais relevantes do ponto de vista dos conceitos científicos. Seria este o motivo pelo qual o aluno classifica ebulição e efervescência na mesma categoria (Llorens, 1987 citado por Blanco, 1996). Outras pesquisas mostram a confusão que os alunos estabelecem entre transformação química e mudanças de estado (Shollum, 1982 citado por Rosa, 1998).

Na UR-3 o texto afirma que *“o ponto de ebulição é bastante sensível à variação da pressão externa, diferentemente do ponto de fusão”*, mas não questiona nem coloca o motivo, parecendo simples e imediata a afirmação, porém, não há um só exemplo que justifique esta afirmação ficando, provavelmente, sem significado para o aluno, que pode passar a ignorá-la.

Na UR-5, ao se referir à *fervura da mistura água e sal*, logo a seguir o texto coloca que a água vai se *evaporar*... Conclui, então, pela *fervura*. Na UR-4, havia sido estabelecida a diferença entre ebulição e evaporação, o que deve deixar confuso o leitor, ao não poder perceber, claramente, as diferenças de conceitos e linguagens pelo uso que é dado a estas palavras. Fica confusa a declaração que a evaporação não indica mudança de estado, já que, anteriormente, foi colocado de forma diferente.

A definição de destilação fracionada na UR-6,...de dois líquidos que possuem pontos de ebulição "*não muito próximos*" não esclarece a diferença. A ausência de exemplos ou gráficos de variação da temperatura em função do tempo de aquecimento do material deixa a cargo da imaginação de cada um o entendimento do texto. Mesmo que todas as palavras individualmente sejam conhecidas, pois já foram definidas, nas definições, pode não ter significado para o aluno pela ausência de processo na construção do conceito, e pode não perceber que não entendeu (CAMPANARIO, 2000b).

As URs destacadas que apresentam relação com a vida diária do aluno, remetem a processos como "ferver água", "cozinhar na panela de pressão", "secar a roupa no varal", "obtenção da gasolina" com os quais ele está familiarizado. Esses fenômenos indicam as aplicações práticas decorrentes das transformações ocorridas como nas definições. Numa leitura, ao final do capítulo 28, ilustrada com foto de refinaria, faz-se referência à destilação do petróleo, citam-se algumas frações obtidas por esse processo e relaciona-se com a indústria petroquímica.

Na colocação desses exemplos, colocados como ilustrações, mesmo indicando aplicações práticas, não são estabelecidas relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

<b>Categoria II NIVEL COGNITIVO</b>	<b>UNIDADE DE REGISTRO (UR)</b>
II-1 Operacional concreto	UR-1;UR-5
II-2 Abstrato	UR-1; UR-2; UR-3; UR-4;UR-6

O aluno está familiarizado com o fato descrito nas URs, pois no seu cotidiano, percebe a água ferver, quando aquecida numa panela colocada no fogão, porém o parágrafo inicia-se pela frase contendo as palavras "ebulição"...e ..."reduzimos a pressão " que transmitem conceitos. Na UR-5, atribui-se a separação da água e o sal à fervura, processo físico, mas não se declaram as respectivas temperaturas de ebulição da água e do sal (qual sal ?), para justificar a causa do fenômeno, podendo ficar o aluno com seu conhecimento anterior .

Ainda na página 21, coloca-se que o *ponto de condensação é igual ao ponto de ebulição*. A dificuldade que pode advir, ao ler o texto, é pensar que um processo, para ocorrer, necessita de energia; precisando, portanto, ser aquecido e o outro que é o oposto deve ser resfriado. Como podem ter algo em comum? Não há, no texto, levantamento de hipótese que possa levar à procura de explicações. As definições são a tônica do texto, e os exemplos, alguns fatos do cotidiano.

Categoria III- CONEXÃO	UNIDADE DE REGISTRO (UR)
III-1: INSERÇÃO DO CONCEITO NO TEXTO E RELAÇÃO DO CONCEITO COM OS OUTROS CONCEITOS	UR-1; UR-2; UR-3; UR-4: Capítulo 3: Os estados físicos da matéria Subtítulo: Mudanças de estado físico.Vaporização  UR-5: Capítulo 27: Misturas Subtítulo: Separando substâncias  UR-6: Capítulo 28: Os processos de fracionamento de misturas Subtítulo: Separando misturas homogêneas (destilação fracionada)

As UR-1 até 4 referem-se aos estados físicos da matéria e são abordados num primeiro momento no capítulo 3 com esse propósito. A abertura do capítulo, como já foi comentado no caso da análise da  *fusão*, inicia-se fazendo referência às *Partículas que compõem a substância*, modelo explicativo abstrato; afirmação esta que será utilizada no decorrer do capítulo, para justificar os estados físicos da

matéria, mas não para explicar as mudanças de estado nem a separação de misturas.

Mesmo não fazendo parte da análise da linguagem escrita, não deixa de chamar a atenção a foto colocada na introdução do conceito de sólidos. Trata-se de uma foto de vários pássaros de madeira, de formato idêntico, mas de cores diferentes. A legenda diz: "os sólidos têm forma definida. As partículas que constituem a matéria no estado sólido podem ser átomos, moléculas ou íons (os íons serão estudados na unidade III, p.17). Esta linguagem pode ser interpretada de várias formas, uma delas poderia ser que os átomos ou outras partículas podem ser coloridos, estando aí a diferença". Rosa (1998) relata pesquisas realizadas por Bem-Zvi e col (1987), entre as quais encontraram manifestações como "o ouro é dourado porque possui átomos de cor dourada".

Segundo Bachelard (1998, p.101), "o perigo das metáforas imediatas para a formação do espírito científico é que nem sempre são imagens passageiras, levando a um pensamento autônomo, tendem a concluir-se no reino da imagem".

A UR-5 aparece no capítulo 27, intitulado "Misturas", no sub-item *separando substâncias* e a UR-6 no capítulo 28 que trata de "Os processos de fracionamento de misturas". Nestes dois casos, há figuras que ilustram estes métodos, mas no caso da destilação fracionada, mesmo descrito seu funcionamento, não são explicitados quais os líquidos e quais as temperaturas de ebulição a que se refere o texto ao menos com um exemplo, o que para o aluno-leitor deve ser de difícil compreensão neste nível cognitivo.

#### V-1-4 Conceitos escolhidos para análise: Misturar/Dissolver

conceito	Misturar	Dissolver	Solução
Páginas em que aparece	27 201, 202, 205, 208.	53 90 206, 208.	208

Estes termos aparecem nos capítulos: 2, 9, 13, e 27

## Unidades de Registro escolhidas para análise (UR):

**UR-1: p.27** "A água e o óleo não se misturam... o óleo flutua sobre a água, porque sua densidade é menor que a da água. Pela mesma razão, uma pedra de gelo pode flutuar na água".

**UR-2: p.201** "Substâncias puras são aquelas que apresentam as mesmas propriedades químicas em todas as suas partículas constituintes. Mas quando, ao contrário, uma certa quantidade de matéria apresentar uma composição de substâncias diferentes, podemos ter misturas ou combinações".

**UR-3: p.202** "Existem substâncias que se misturam, isto é, podem ser separadas por métodos físicos, sem que os componentes separados sofram alteração química, por exemplo, água e o sal de cozinha".

**UR-4: p.206** Como separar o sal de uma porção de areia do mar? Neste caso, trata-se de dois sólidos. Se adicionarmos água a essa mistura, o sal irá se dissolver.

...A água é considerada o solvente universal, pois dissolve uma grande quantidade de substâncias. Existem algumas, porém, como o enxofre, que ela não dissolve.

**UR-5: p.208** Você pode achar impossível, mas não é, separar misturas nas quais uma das substâncias esteja dissolvida em outra. Para misturas homogêneas ou soluções, também existem processos de fracionamento.

### Análise dos conceitos quanto ao aspecto LINGUAGEM

Categoria I CONHECIMENTO	Unidade de registro (UR)
I-1 Senso comum	UR-1; UR-3; UR-4
I-1 Científico	UR-1; UR-2; UR-3; UR-4; UR-5;

O conhecimento de senso comum está presente nas URs, quando o texto remete a materiais com os quais o aluno lida operacionalmente como água, sal de cozinha, óleo, gelo e areia.

Na Ur-1, é familiar para o aluno ver o óleo flutuar na água, mas o que vem a seguir, a explicação dada através do conceito de densidade (conceito científico que relaciona dois outros conceitos, massa e volume não são conceitos simples para alunos deste nível cognitivo), provavelmente, traga dificuldades para ele pois este conceito foi apenas definido, anteriormente, mediante uma relação matemática e não mediante a sua construção.

A UR-2 trata de introduzir a palavra mistura, a partir da diferenciação com substância pura. Na definição desta, consta que, para ser pura, uma substância deve apresentar as mesmas propriedades químicas em todas as partículas, abstração, o que pode levar o leitor a pensar que as propriedades de cada partícula são idênticas às da substância e não devidas às relações entre a substância e outros objetos.

Na UR-3, a separação da água e sal de cozinha, eventualmente, pode ser familiar, mas a expressão "*sem alteração química*" não está explicitada. Fica a cargo de cada leitor decodificar esta mensagem, podendo, por exemplo, entender que significa não haver alterações visíveis, quando alterações podem ocorrer sem evidências perceptíveis. Como este exemplo é muito conhecido, pode ser facilmente percebido que se trata de sal de cozinha e água ao final da separação, mas para o caso de outras misturas homogêneas, como ter certeza de que se refere aos mesmos materiais de origem? Não há outros exemplos no texto.

A UR-4 remete à separação de sal e areia, materiais do cotidiano do aluno. O método de separação familiar, com o uso da água como solvente, facilita a compreensão do texto. Porém, algumas questões podem ser levantadas tais como: que quantidade de água é suficiente para dissolver todo o sal? Em vez de água, pode-se usar outro líquido? A temperatura influi na dissolução? Estas questões não são levantadas no texto e para o aluno-leitor podem não existir, permanecendo com a idéia de "dissolução" da forma como iniciou a leitura, com seu senso comum.

Na UR-5, o texto usa uma linguagem direta, dialoga com o leitor e faz um juízo do mesmo "você pode achar impossível..." Provavelmente, o leitor, ao ser questionado, vai fazer essa pergunta para ele mesmo, pensar sobre o assunto, discursar com seu interior, para checar se o seu pensamento confere com que o texto está dizendo. Neste processo de reflexão, de buscar o que pensa a respeito do assunto, coloca à tona suas idéias prévias, exercitando, intelectualmente, a relação pensamento e linguagem. Na mesma frase e seguidamente, o texto responde: "mas não é" dando de imediato uma taxativa resposta: não está em discussão.

O texto coloca como sinônimos: *misturas homogêneas* e *soluções*. Na linguagem comum, a palavra "solução/soluções" é polissêmica, porém, na linguagem científica, adquire outro significado, diferente daqueles que o aluno-leitor está acostumado a usar. Por este motivo, pode constituir confusão se isto não for especificado, e o emaranhado de significados implica a impossibilidade da compreensão do conceito científico por constituir obstáculo verbal, segundo Bachelard (1998).

Seriam os processos de fracionamento citados na UR-5 que remeteriam às aplicações do conhecimento científico, estabelecendo relações com o conhecimento tecnológico, mas, no texto, apenas é citada a destilação do petróleo, já comentado na página 210.

Categoria II NIVEL COGNITIVO	UNIDADE DE REGISTRO (UR)
II-1 Operacional concreto	UR-1; UR-3; UR-4
II-2 Abstrato	UR-2; UR-5

Na UR-2, remete-se a "partículas", que constituem as misturas e combinações, idéia abstrata associada ao modelo explicativo. "Partículas" é um elemento de linguagem muito utilizado no texto, inicialmente, para referir-se "ao que

compõe uma substância", passando para referir-se nos sólidos, a átomos, moléculas ou íons (p.17).

No capítulo 3, (p. 17) "Os estados físicos da matéria", o texto se inicia com o pressuposto de que as substâncias são constituídas por partículas, adotando este modelo explicativo abstrato e descontínuo da matéria para justificar os estados físicos e mudanças de estado físico. As idéias abstratas não surgem, no texto, da necessidade de dar explicações para fatos observados.

Categoria III CONEXÃO	UNIDADE DE REGISTRO (UR)
III-1: INSERÇÃO DO CONCEITO NO TEXTO E A RELAÇÃO COM OS OUTROS CONCEITOS	UR-1: Capítulo 4: As propriedades da matéria Subtítulo: propriedades específicas da matéria: Propriedades físicas, mais precisamente no item densidade UR-2 e UR-3, Capítulo 27: Misturas UR-2 no início do texto UR-3 Subtítulo: Separando substâncias UR-4 e UR-5, Capítulo 28: Os processos de fracionamento de misturas UR-4: subtítulo: separando misturas heterogêneas entre sólidos, no item Dissolução fracionada UR-5: subtítulo: Separando misturas homogêneas, no início do texto

As UR-2 e UR-3 estão inseridas dentro do capítulo "misturas", colocado após o estudo das ligações químicas (as substâncias juntas, resultam nas misturas). O que se observa, nesta unidade, é uma ênfase ao aspecto que considera a matéria constituída de partículas para explicar a existência de todos os materiais, porém este modelo não é citado para explicar os fenômenos envolvidos na formação e

separação de misturas, em que se encontram a UR-4 e a UR-5 comprometendo a relação entre os conceitos abordados.

## V-2 Análise do livro 2

CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

QUÍMICA E FÍSICA – 8ª série

Daniel Cruz

Editora Ática- São Paulo

2002

### Aspectos gerais

O livro é estruturado em três partes denominadas Unidades I (A Matéria), II (Química), e III (Física). Na parte final há sugestões de 8 títulos para leituras complementares, duas páginas de glossário e uma de referências bibliográficas.

A Unidade I, intitulada "A Matéria" (40 páginas) trata, em dois capítulos, da matéria, propriedades, estados físicos e mudanças de estados físicos. Os dois capítulos finais do átomo e suas características.

Na Unidade II, que têm por título "Química" (83 páginas), dedica dois capítulos ao assunto substâncias e separação de misturas. Nos sete capítulos seguintes, trata de conteúdos sobre a classificação dos elementos químicos, ligações, representações, reações, funções, leis. Ao final, um tópico especial sobre meio ambiente (p.125-129) onde estão incluídos, entre outros, tópico sobre as principais atividades da indústria química, (em forma de itens), desenvolvimento X custos ambientais, substâncias químicas e problemas ambientais e aplicações da química.

No texto de abertura, o autor coloca a importância da ciência Química em nossos dias, dada a diversidade de produtos que são produzidos nas indústrias através das reações químicas. A química é definida como "ciência que estuda as propriedades das substâncias e as combinações dessas entre si para formar outras" e cita química orgânica e inorgânica como áreas de estudo.

A Unidade III é dedicada ao estudo da física (128 páginas). Segundo o texto, física é uma ciência que se baseia em observações experimentais e expressa suas leis em uma linguagem matemática com um pequeno número de equações, sendo a mais fundamental entre as ciências que se preocupam com os princípios que regem o Universo. Os conteúdos desta unidade permitiram, apenas, algumas unidades de registro.

### V-2-1 Conceitos escolhidos para análise: Fundir/Derreter

Fusão, ponto de fusão, fundir, entrar em fusão, derreter, observa-se que seu aparecimento ocorre nas três unidades, nas seguintes páginas:

Conceito	Fusão	Ponto de fusão	Fundir	Derreter
Páginas em que aparece	18, 20,21 59	20, 21	6, 20,21 25, 59	6, 8, 13, 20, 21, 59 192, 202

### Unidades de Registro (UR) escolhidas para análise:

**UR-1 (p.20):** "Quando esquentamos um pedaço de chumbo ou de qualquer outro metal, ele começa a derreter ou fundir-se ao atingir determinada temperatura, a uma determinada pressão...Por exemplo, à pressão normal e aquecida a uma temperatura próxima de 1500°C, uma barra de ferro funde-se, ou seja, passa do estado sólido para o estado líquido.

A passagem de uma substância do estado sólido para o estado líquido chama-se fusão".

**UR-2 (P.20)** "Se você colocar alguns cubos de gelo numa vasilha com um termômetro, poderá observar que, enquanto o gelo estiver derretendo, isto é fundindo-se, obtém-se uma mistura de água e gelo que se mantém sempre à mesma temperatura, até que todo o gelo se derreta... Cada substância pura mantém uma temperatura constante durante todo o tempo de fusão. Essa temperatura constante é denominada ponto de fusão".

**UR-3 (p.25)** : "Se apertarmos dois pedaços de gelo um contra o outro, ao tentar separá-los, notaremos que os pedaços se fundiram na região em que estavam em contato. Por quê?".

**UR-4 (p.59):** "Fusão fracionada. Como esse processo é o inverso ao de solidificação, vamos retomar o exemplo do leite congelado, com a gordura acima da água. Deixando agora o leite se fundir (descongelar-se), a água se derrete primeiro e pode então ser separada da gordura".

**UR-5 (p.192)** : "Colocando um cubo de gelo dentro de um copo com água quente, constatamos que o gelo se derrete e que a água fica fria. Qual a causa da alteração na água e no gelo? É a água que faz o gelo derreter-se ou é o gelo que faz a água esfriar? A resposta correta é: Há uma troca de calor entre a água e o gelo. O gelo derrete por causa do calor que recebe da água e a água esfria por causa do calor que transfere ao gelo".

### Análise dos conceitos com relação à LINGUAGEM

Categoria I CONHECIMENTO	Unidade de registro (UR)
I-1 Senso comum	UR-1; UR-3; UR-4; UR-5
I-2 Científico	UR-1; UR-2; UR-3; UR-4; UR-5
I-3 Tecnológico	UR-1

A palavra "derreter" na linguagem do senso comum e na linguagem científica, "fundir", são colocadas como sinônimos, nas UR-1 e UR-2 talvez na tentativa de facilitar a compreensão, pois, neste caso, referem-se ao mesmo fenômeno, porém não se especifica qual delas deve ser usada como linguagem científica e qual o motivo.

Segundo Lopes (1993, p.329), "O descaso para com as rupturas existentes na linguagem científica, mantém o aluno no conhecimento comum, é fazê-lo desconsiderar que a ciência sofre constantes mudanças e retifica seus erros". Bachelard (1998) denomina estes casos de obstáculos epistemológicos verbais.

Ainda na UR-2 "enquanto o gelo estiver derretendo... , mantém sempre a mesma temperatura, até que o gelo se derreta" afirmação que pode estar contrariando o senso comum. Como ficaria o gráfico, neste caso, ou, ainda, se a quantidade de material for diferente ou, ainda, se o material for mistura, não é problematizado no texto.

Nas duas URs iniciais, foi-se relacionando as palavras derreter e fundir, o conhecimento diário e o conceito científico. A palavra "fundiram" no caso da UR-3, indica junção, que remete ao significado que o aluno possui no seu dia a dia quando ouve falar em "fusão de bancos, empresas..." Reforça a idéia que ele possui, de junção, podendo criar confusão quanto à idéia que a palavra na linguagem científica indica, que é bem diferente desta. O fato de não alertar para estas diferenças cria um emaranhado de idéias que pode interferir no processo de construção do conhecimento científico e permanecer com sua idéia antiga.

Na UR-5, no texto de aproximadamente cem palavras, escreve três vezes "derreter" e, ilustrando o texto, há uma foto de um béquer contendo água e gelo com a legenda "gelo derretendo-se na água quente". Essa freqüência, segundo Bardin (1977) é significativa. Usa-se a linguagem comum diretamente, derreter, reforçando esta forma de falar. Para o aluno, esta palavra e a ação correspondente, são familiares, porém aprender ciências é também aprender a se expressar na linguagem científica (MORTIMER, 1997). Se insistir na linguagem comum, a linguagem familiar é tão clara que o aluno pode não sentir necessidade de falar de

outra forma, podendo-se criar obstáculos para perceber a ruptura entre os conhecimentos comum e científico que deve ser acompanhada pela diferença de linguagens.

O texto desta UR-4 refere-se a um experimento simples que o aluno possa realizar. Colocar um copo de leite no congelador e verificar que, após um tempo, "...se congelou e a gordura fica acima da água. Isto acontece porque sendo o ponto de solidificação da gordura mais alto que o da água, toda a gordura contida no leite se congela primeiro, indo para a superfície". A linguagem utilizada pode passar a impressão de que o leite é uma mistura constituída, apenas, de gordura e água. O texto não deixa claro, também, se o fato da gordura ter ido à superfície por ter menor densidade está relacionado com o valor da temperatura de solidificação, o que poderia acarretar outra confusão.

Coloca-se a seguir que a fusão fracionada baseia-se no fato de que "o ponto de fusão é uma temperatura característica de cada sólido", podendo ser entendido que qualquer mistura de sólidos pode ser, desta forma, facilmente separada. O exemplo do texto, separação do estanho do chumbo, antimônio e ferro, mesmo apresentando os valores de temperaturas de fusão, reforça essa idéia. Observa-se que não é comentado o caso de mistura eutética.

Aplicações práticas são observadas na UR-1, no exemplo da purificação de metais, relacionadas com o conhecimento tecnológico baseado na fusão fracionada.

Categoria II NÍVEL COGNITIVO	UNIDADE DE REGISTRO ( UR)
II-1 Operacional concreto	UR-1;UR-2;UR-3; UR-4
II-2 Abstrato	UR-5

As unidades de registro selecionadas mostram que há uso de elementos de linguagem que se remetem ao nível cognitivo operacional concreto, referindo-se a operações relacionadas a fenômenos realizados pelos alunos desta faixa etária, quando se refere ao "derreter gelo", "apertar dois pedaços de gelo", "descongelar o leite com a gordura acima da água"; porém há elementos de linguagem científica envolvidos, quando se refere à troca de calor, que envolve abstração.

Há uma imagem ao lado da tabela de pontos de fusão na p.20 (UR-1 e UR-2) que ilustra a fusão do gelo acontecendo à temperatura ambiente e, ao lado, chumbo em fusão, numa vasilha semelhante a uma panela, tendo, como fonte de energia, uma lamparina. O termômetro, mergulhado no metal, indica 327°C. É a partir desta ilustração que o aluno terá que imaginar como fundir metais, como ferro, por exemplo, que faz parte da tabela apresentada a seguir (Anexo I). Relaciona-se cada "ponto de fusão" a uma substância pura, porém não há questionamentos sobre este fato nem explicações.

Um gráfico (temperatura X tempo) que ilustra a mudança de estado de forma generalizadora, para qualquer substância, apresenta no início e fim do patamar, as letras "a" e "b", coincidindo com o "PF". Na legenda, relaciona-se a temperatura com o estado físico que alerta para a constância da temperatura durante a fusão, embora o fornecimento de calor continue porém este fato não é polemizado. Alunos de nível cognitivo operacional concreto podem apresentar muita dificuldade com este tipo de linguagem na forma como está apresentada, ou seja, sem envolver construção.

Ao comparar o ponto de fusão e de solidificação, conclui-se que a equivalência entre ambos para uma substância, *"acontece porque esses dois pontos coincidentes representam a fronteira entre os estados sólido e líquido"* (p.21). Esta linguagem, que utiliza a palavra "fronteira", é linguagem do senso comum que encobre a causa atribuída à coincidência dessas temperaturas. A energia envolvida nesses processos não é mencionada ficando a explicação atrelada à idéia de "fronteira", familiar e comum, o que pode impedir de perceber a ruptura existente entre o conhecimento comum e o científico.

De forma semelhante à tabela de pontos de fusão, é colocada outra de pontos de solidificação e os quatro valores fornecidos correspondem a temperaturas negativas, de  $-39^{\circ}\text{C}$  a  $-144^{\circ}\text{C}$ . Não são comuns, no dia a dia do aluno, estas temperaturas e, sem comentários a respeito, pode trazer dificuldades de compreensão. O gráfico correspondente de "Temperatura X tempo" como seria?

A UR-3 corresponde a um exercício proposto ao final do capítulo. Mesmo tratando-se de fenômeno que pode, facilmente, ser visualizado, a explicação envolve certa complexidade por referir-se a uma anomalia. O gelo, mesmo estando no estado sólido torna-se líquido ao aumentar a pressão na mesma temperatura, e a explicação para este fato depende da articulação de esquemas conceituais, além da pressão já citada, temperatura, estado de agregação e representação de modelo de partículas. No livro, a explicação dada "*No gelo por exemplo, a pressão atua no sentido de diminuir as forças de coesão... essa pressão faz com que o gelo se liquefaça à temperatura ambiente*" pode não trazer subsídios suficientes para resolver o problema proposto.

Quando o texto apresentou a idéia de mudanças de estado físico da matéria, discutiram-se como os fatores de pressão e temperatura influem nas mesmas, relacionando-os com o modelo explicativo de partículas. Um dos trechos ilustra a linguagem utilizada: "*Quando o aumento de temperatura tiver uma influência maior que o aumento de pressão, a estrutura do corpo sólido se desorganiza. Aí o corpo passa do estado sólido para o estado líquido. Exemplo: uma barra de gelo*" (p.19). Não se encontram, no texto, dados em que se baseiam estas afirmações, ficando, a linguagem utilizada, incompreensível para o aluno, por não permitir avaliar e comparar essas influências. O exemplo, não sendo elucidativo, fará com que o leitor possivelmente imagine que a barra de gelo encontra-se sob pressão constante, à temperatura ambiente e ... "derrete". Tão familiar é o exemplo que pode levar o aluno a ficar com suas idéias anteriores.

Categoria III <u>CONEXÃO</u>	UNIDADE DE REGISTRO (UR)
III-1: INSERÇÃO DO CONCEITO NO TEXTO E RELAÇÃO COM OS OUTROS CONCEITOS	UR-1; UR-2; UR-3: Capítulo 2: Estados físicos da matéria e mudanças de estado físico Subtítulos: Fusão e ponto de fusão  UR-4: Capítulo 6: Separação de misturas homogêneas e heterogêneas Subtítulo: Fusão fracionada  UR-5: Capítulo 21: Calor e temperatura Introdução

Relação com outros conceitos:

O conceito "fusão", definido no capítulo 2, estados físicos e mudanças de estado, envolve os estados sólido e líquido que foram caracterizados no capítulo anterior pelo comportamento das moléculas. O texto parte de uma abstração, afirmando sobre as substâncias " *Algumas são formadas de átomos e moléculas— são as substâncias puras ou moleculares; outras são constituídas apenas de átomos— são os compostos iônicos*". (p.7).

Molécula foi definida na página 8 como "a menor porção de uma substância pura que conserva as propriedades e a composição de uma substância", e seria conseguida, segundo o autor deste livro, por "fragmentação da água até que se chegue à menor partícula da substância pura água: a molécula de água". Esta idéia de que a substância tem um interior, de atribuir as propriedades da mesma ao mais profundo e íntimo dela, reforça, segundo Bachelard (1998), de considerar o interior da substância como justificativa para todas suas propriedades denominado "substancialismo do íntimo".

Atribuir à molécula, isoladamente, as propriedades da substância como um todo, pode levar a pensar que a molécula de água ou qualquer molécula possui ponto de fusão, ponto de ebulição, ser quente ou fria, ter cheiro, ser transparente, macia entre outras (ROSA,1998) e não leva a pensar que as propriedades são relativas às interações das partículas. O estado físico não existe na partícula isolada, é um produto de relações entre partículas, portanto o estado físico não é atributo da substância, a substância; *não é, pode estar sólida, líquida ou gasosa.* Segundo Oliveira (1995), a substância em si não é nada em si mesma, e as características a ela atribuídas seriam consequência das relações com outras coisas.

Após o capítulo 2, é introduzido, no capítulo 3, o estudo do átomo e sua evolução que, numa seqüência de itens, vai definindo, entre outros, massa atômica, distribuição eletrônica, cátions e ânions (p.27-37). Dando continuidade, numa linguagem permeada de abstrações, no capítulo 4, define-se entre outros, elemento químico, número atômico, isótopos e fissão nuclear (p. 40-43). No capítulo 5, são classificadas as substâncias como moleculares, iônicas e puras, o que pode levar a pensar, neste tipo de linguagem, que as primeiras não são puras. (p. 46).

A definição de substância pura, é colocada, em primeiro momento, de forma abstrata, "*constituídas de partículas iguais*"(p. 47), para depois fazer a referência às propriedades das mesmas, ou seja, o modelo explicativo é que pode parecer um fato. Define substância pura a seguir como "*aquela que apresenta propriedades constantes e definidas*" e exemplifica através das propriedades do açúcar (gosto), acetona (cheiro e volatilidade), sal (cor e gosto) e Hélio ("*o gás hélio tem as mesmas propriedades no compressor e no balão*"). Considerando que as propriedades citadas são as já conhecidas da vida diária do aluno que, provavelmente, desconhece o hélio, e que não são mencionadas propriedades como temperatura de fusão, fica atrelada, esta linguagem aos conhecimentos familiares, ao uso de órgãos dos sentidos, ao senso comum.

O capítulo 6, onde está inserida a UR-4, trata da separação de misturas e estabelece relação com as propriedades mencionadas no capítulo 2, porém, após uma série de capítulos, 3, 4 e parte do 5, que introduziu muitos conceitos novos e

abstratos, pode comprometer a compreensão e a conexão entre eles. Os "pontos de fusão e pontos de ebulição" são conceitos que não são utilizados no capítulo 10, (p.92) para elaborar o conceito de reação química (aqui apenas utiliza o modelo de partículas).

A UR-5, no capítulo 21, refere-se à fusão do gelo, colocada como exemplo na introdução de conceitos de calor e temperatura. A explicação para a percepção de frio e quente é atribuída à agitação térmica, e esta ao movimento das moléculas: "*suponha que pudéssemos penetrar no interior da matéria onde estão as moléculas ou partículas . O que veríamos?*" Esta frase pode reforçar o obstáculo ao aprendizado de ciências ao atribuir a um interior as propriedades das substâncias, como no caso anteriormente assinalado.

### V-2-2 Conceitos escolhidos para análise: Combustão/Queima

Conceito	Combustão	Queima/queimar/queimado
Páginas em que aparece	15, 93, 108,116, 117, 118,127 158	6, 12, 13, 66, 100, 108, 116,117, 118, 119, 120, 126, 127, 158.

Encontram-se nas três unidades do livro em questão.

### Unidades de registro escolhidas para análise (UR)

**UR-1:p.15** "Combustão. Quando uma substância se queima, significa que ela está reagindo com o oxigênio do ar. Essa propriedade se chama combustão. (Nem todas as substâncias tem essa propriedade).

*Para que haja combustão, é fundamental a presença de oxigênio. Exemplo disso é a chama de uma vela: se você colocar um copo emborcado sobre uma vela acesa, a chama logo vai reagir com o oxigênio contido no interior do copo até consumi-lo; nesse instante , a vela se apaga".*

**UR-2:p.93** "São inúmeras as reações químicas que acontecem a nossa volta: a combustão da gasolina ou do álcool que movimentam os carros, a queima do gás que produz a chama no fogão, a fotossíntese, a respiração celular, etc".

**UR-3:p.117** "O aço é uma liga de ferro com pequena quantidade de carbono. Na presença de oxigênio, o ferro pode sofrer uma oxidação e produzir óxido de ferro. Considerando que tanto o ferro como o aço reagem com o oxigênio, temos a seguinte equação química :  $\text{Ferro} + \text{oxigênio} \rightarrow \text{óxido de ferro}$

Assim no caso da palha de aço, antes da combustão, a balança não indicava a massa de oxigênio que seria incorporada à palha de aço. Portanto, o aumento da massa indicado pela balança deve-se à incorporação da massa do oxigênio ao ferro, formando óxido de ferro".

**UR-4: p.158** "A força utilizada para movimentar veículos e máquinas industriais não foge à regra. Ela provém da energia que resulta principalmente da queima de combustíveis, sobretudo gasolina e óleo diesel".

<b>Categoria I CONHECIMENTO</b>	<b>Unidade de registro (UR)</b>
I-1 Senso comum	UR-1;UR-2; UR-4
I-2 Científico	UR-1;UR-2;Ur-3; UR-4
I -3 Tecnológico	UR-2;UR-3;UR-4

Com relação a esta categoria, pode-se considerar que o conceito combustão, na UR-1, remete-se a um conhecimento cientificamente elaborado, envolvendo reação entre uma substância e o oxigênio do ar. Não é comentado o fato da energia ser liberada, a necessidade de iniciar o processo com fornecimento de energia e que o processo, após ser iniciado, torna-se auto-sustentável.

O exemplo dado "a chama da vela logo vai reagir com o oxigênio contido no interior do copo até consumi-lo; nesse instante, a vela se apaga" colocando a "chama" na condição de substância, e trazendo confusão para o aluno-leitor, enraizará mais talvez as idéias prévias que ele tinha com relação à chama, e comprometendo a aprendizagem de um conceito fundamental, como a combustão. Ainda com relação a esta frase, quando se refere ao consumo de oxigênio, Braathen (2000) relata experiências que comprovam que a vela se apaga bem antes de consumido todo o oxigênio contido no recipiente com ar.

No capítulo 13 (p.116), volta a reforçar esta idéia "Da mesma forma, quando acendemos uma vela depois de algum tempo ela se consome quase inteiramente sob a ação do fogo, restando uma pequena quantidade de cera ou de parafina" podendo dar a impressão, devido à linguagem utilizada, que a chama é um dos reagentes.

O conceito de reação química aparece no capítulo 10, (p.93), como "transformações entre substâncias com surgimento de novos produtos" mas não explicita os critérios para saber se surgiram. Não são estabelecidas relações com as propriedades características anteriormente trabalhadas como "ponto de fusão e ebulição", explicando a reação via rearranjo de átomos. Cabe perguntar: quais critérios permitem afirmar que ocorreu ou não transformação química ?

Os exemplos fornecidos na UR-2, como combustão da gasolina, álcool, gás ou fazer bolo, são, facilmente reconhecidos pelos alunos por fazer parte de sua vida diária e por reconhecer nos produtos das combustões, materiais visivelmente diferentes. Como reconhecer a formação de novos materiais?

Na página inicial do capítulo 10, (p.92, Reações químicas) há uma ilustração que mostra uma bola onde está escrito "metal", dotada de dois braços agarrando, literalmente, um átomo de oxigênio de uma molécula de água representada por  $H_2O$ . Há uma questão acima da ilustração "Por que estaria o átomo do metal tentando agarrar o átomo de oxigênio da molécula de água, enquanto os dois átomos de

*hidrogênio estão querendo escapar?* Parte-se do modelo, como se fosse algo real, verdadeiro, para explicar, como uma atração inerente a pessoas, a atração do metal pelo oxigênio (ANEXO 2). Não se percebe a descontinuidade entre o conhecimento científico e os sentimentos humanos. Explica-se aquele da mesma forma desconsiderando-se que as explicações científicas envolvem abstrações e explicações que evoluem com o tempo. Bachelard (1998) refere-se a este fato como "animismo".

Na UR-3, o conhecimento científico está presente em muitos elementos de linguagem científica como aço, liga, equação química, oxidação e óxido de ferro, o que pode tornar difícil a compreensão do significado do texto.

A explicação para o aumento de massa no exemplo da formação do óxido de ferro, segundo o texto, pode-se aplicar a casos onde ocorre formação de ferrugem. O texto lembra o leitor: "Como você sabe, a ferrugem é uma reação química entre o oxigênio do ar e o ferro..." porém no capítulo anterior o texto se referia à ferrugem, envolvendo também a água como reagente, o que pode deixar dúvida sobre os reagentes envolvidos na formação da ferrugem.

Aplicações tecnológicas relacionadas à vida diária são citadas como ilustrações ao longo do texto.

Categoria II NÍVEL COGNITIVO	UNIDADE DE REGISTRO ( UR)
II-1 Operacional concreto	UR-1;UR-2; UR-3;UR-4
II-2 Abstrato	UR-1; UR-2; UR-3; UR-4

Nas URs, há menção a exemplos de operações concretas, queima de vela, de gasolina, gás do fogão...em que é possível a percepção através de evidências

observáveis e, mesmo na UR-3, pode-se efetuar medida numa balança, estando dentro do universo do aluno.

Idéias abstratas, como energia e oxidação, estão envolvidas nas URs relacionadas. Com relação ao envolvimento de oxigênio, invisível, mesmo que o aluno saiba que sem ar não há combustão, este entendimento é de difícil compreensão, como mostram pesquisas realizadas por Johnson (1997) citado por Braathen (2000), que são relacionadas entre outros aspectos à ausência de noção do que seja um gás; ou seja, gás pode não ser associado com uma substância ou mistura delas.

Categoria III - CONTEXTO	UNIDADE DE REGISTRO( UR)
<p>III-1: INSERÇÃO DO CONCEITO NO TEXTO E RELAÇÃO COM OUTROS CONCEITOS</p>	<p>UR-1 : Capítulo 2: Estados físicos da matéria e mudanças de estado físico Subtítulo Propriedades específicas da matéria</p> <p>UR-2: Capítulo 10: Reações químicas Subtítulo: Reações químicas em nosso dia a dia</p> <p>UR-3: Unidade II-Capítulo 13: As leis químicas Subtítulo: aumento da massa por incorporação de reagente</p> <p>UR-4: Unidade III-Capítulo16: Estudo das forças Subtítulo: Educação ambiental. Um passo na economia de petróleo.</p>

Relação com outros conceitos:

Há uma relação entre os significados científicos dos conceitos que estão sendo abordados e com o texto onde estão inseridos. A combustão é relacionada com as propriedades específicas da matéria, com as reações químicas e com as leis

ponderais, no caso de envolvimento de gases. Pode-se questionar se a forma como é feita, apenas com explicações sobre as reações químicas através do rearranjo de átomos (incluindo a combustão) e tendo em vista as considerações já apontadas, como ausência de critérios para o reconhecimento das reações, pode trazer dificuldades de entendimento para os alunos.

Há no texto exemplos de aplicações práticas e, no item "A química e o meio ambiente, (p.125) ", o texto enumera as principais atividades da indústria química e problemas ambientais decorrentes da produção desses materiais remetendo a contextos mais amplos e contribuindo para dar mais sentido ao que está sendo estudado

### V-2-3 Conceitos escolhidos para análise: Ebulição/Ferver

Conceito	vaporizar	evaporar	ebulição	ferver
Páginas em que aparece	23	8 22	23, 24, 25	8, 19 23, 35, 26 47
	58	56,59,60	58	58, 202

Estes conceitos aparecem no livro nas três unidades.

### Unidades de Registro (UR) escolhidas para análise:

UR-1,p.23 "Ebulição.

Mergulhando um termômetro na água colocada no fogo, podemos observar que ela entra em ebulição quando a sua temperatura atinge 100°C, sob pressão atmosférica normal.

Se repetirmos a experiência com álcool etílico veremos que ele entra em ebulição à temperatura de 78°C".

**UR-2,p.24** "Para uma mesma substância, sob a mesma pressão, o ponto de ebulição equivale ao ponto de liquefação. Por exemplo, à pressão normal, a água ferve a  $100^{\circ}\text{C}$  e o vapor de água se condensa também a  $100^{\circ}\text{C}$ .

Isso acontece porque esses dois pontos coincidentes representam a fronteira entre os estados líquido e gasoso".

**UR-3,p.47** "Em toda e qualquer substância, as partículas que a constituem (moléculas ou íons) são quimicamente iguais. Isso significa que qualquer parte de uma substância (por menor que seja a fração), tem as mesmas características que as partes restantes. Por exemplo, dividindo um litro de água em quatro copos ou em milhares de pingos, cada uma dessas porções apresenta o mesmo aspecto e as mesmas propriedades daquele litro de água. Ou seja, cada porção daquele litro de água, é igualmente incolor, inodora, insípida e, ao nível do mar, congela a  $0^{\circ}\text{C}$  e ferve a  $100^{\circ}\text{C}$ ".

**UR-4,p.60** "A seguir, a substância líquida é submetida a evaporação fracionada, separando dessa maneira os diferentes gases constituintes do ar atmosférico. Por exemplo, o nitrogênio evapora-se a  $-195^{\circ}\text{C}$  e o oxigênio a  $-183^{\circ}\text{C}$ ."

### Análise dos conceitos quanto ao aspecto LINGUAGEM

Categoria I CONHECIMENTO	Unidade de registro (UR)
I-1 Senso comum	UR-1;UR-2;UR-3
I-2 Científico	UR-1;UR-2;Ur-3;Ur-4;
I-3 Tecnológico	UR-4

O conhecimento do senso comum está presente nos exemplos das URs, tal como observar a água em ebulição, (em UR-2 aparece o termo ferve). Faz-se

referência a outros materiais, como ar, álcool e oxigênio que fazem parte da vida cotidiana.

Em todas as URs há conhecimento científico envolvido, conceitos como pressão, temperatura, moléculas, íons que envolvem linguagem e conhecimentos próprios da ciência.

Na UR-1, na figura ilustrativa que acompanha o texto, comparam-se as temperaturas de ebulição da água e do álcool etílico à pressão normal. Seguidamente ao exemplo, define-se ponto de ebulição "*cada substância, sob certa pressão entra em ebulição numa determinada temperatura que recebe o nome de ponto de ebulição*". Uma tabela de temperaturas de ebulição (PE no texto) de várias substâncias à pressão normal é fornecida e a temperatura de ebulição da água, em função da pressão, é citada em três situações: pressão normal, em São Paulo e no vácuo. Comenta-se que a temperatura de ebulição independe da quantidade de energia fornecida por unidade de tempo utilizada, mas não há comentário de que essa temperatura independe da quantidade de amostra da substância. Não aparece gráfico "temperatura X tempo", como no caso da fusão, nem se menciona a diferença de comportamento da temperatura de uma substância e de mistura durante a ebulição que permitiria sua diferenciação e tampouco, menciona o caso de misturas azeotrópicas.

A abordagem de aspectos diferentes com relação à propriedade de fusão e o não estabelecimento de comparações com esta, pode levar ao aluno a pensar que estas propriedades não apresentam, em comum, nada além de serem mudanças de estado.

O conceito de ebulição, após ter sido definido, na UR-2 nomeia-se "ferver", elemento da linguagem cotidiana e não se esclarece como deve ser a forma adequada no uso da linguagem científica constituindo um obstáculo epistemológico verbal, segundo Bachelard (1998).

Na UR-2 a linguagem remete-se ao conhecimento científico, não ficando claro o significado "*ponto de ebulição equivale ao ponto de liquefação*", pois na

explicação, usa a palavra *fronteira*, da linguagem comum, "... porque esses dois pontos coincidentes representam a fronteira entre os estados líquido e gasoso" (essa palavra também foi utilizada ao se referir à temperatura de fusão e solidificação). O papel da energia envolvida nos processos poderia ajudar a esclarecer a equivalência entre as temperaturas. No exemplo, ao colocar o caso da água, à pressão normal, temperatura de 100°C para ambas, o leitor pode pensar que a explicação é esta, apenas ser igual. A simplicidade do exemplo não deixa margem a dúvidas, diz tudo, não cabem questionamentos, a explicação parece estar no próprio exemplo.

Na UR-3 os conceitos científicos de molécula e íon, que são abstrações, modelos explicativos, construções mentais elaboradas pela ciência, são colocados no texto como se as partículas pudessem ser vistas e, nelas, a justificativa para as propriedades. Isto constitui-se, segundo Bachelard (1998) um caso de obstáculo epistemológico substancialista, que contribui para a concepção dos estudantes de que o nível microscópico é uma extrapolação do nível fenomenológico como apontam as pesquisas relatadas por Rosa (1998).

Segundo foi definido na página 22, a evaporação "*é um processo que ocorre de maneira espontânea, ou seja, à temperatura ambiente, neste caso a vaporização ocorre de forma mais lenta e acontece o tempo todo*". Na UR-4, página 60, fala-se em "*pontos de evaporação*", sendo fornecidas as temperaturas -195°C para o nitrogênio e -183°C para o oxigênio, o que pode trazer obstáculos para o entendimento dos conceitos "evaporação" e "ebulição".

Categoria II NIVEL COGNITIVO	UNIDADE DE REGISTRO (UR)
II-1 Operacional concreto	UR-1; UR-2
II-2 Abstrato	UR-3

A UR-3 apresenta nível cognitivo abstrato, podendo constituir empecilho ao aprendizado quando se inicia desta forma, "em toda e qualquer substância, as partículas que a constituem (moléculas ou íons) ..." à medida em que o nível cognitivo do aluno seria operacional concreto. Porém, o texto coloca o exemplo da água e, como foi comentado na categoria anterior, ao propiciar uma justificativa para as propriedades da substância no seu interior pode ficar limitada ao concreto.

Na UR-4, coloca-se a operação de medição de temperatura, compatível com nível operacional concreto, porém as temperaturas, em questão, já mencionadas, -195°C para o nitrogênio e -183°C para o oxigênio não são facilmente compreendidas.

Categoria III CONEXÃO	UNIDADE DE REGISTRO (UR)
<p>III-1: INSERÇÃO DO CONCEITO NO TEXTO E RELAÇÃO DO CONCEITO AOS OUTROS CONCEITOS</p>	<p>Capítulo 2: Estados físicos da matéria e mudanças de estado físico            UR-1: Subtítulos: Ebulição.            UR-2: Liquefação ou condensação</p> <p>UR-3: Capítulo 5: Substâncias, misturas e combinações.            Subtítulo: Substâncias puras</p> <p>UR-4: Capítulo 6: Separação de misturas homogêneas e heterogêneas            Subtítulo: Liquefação e vaporização fracionada</p>

Relação com outros conceitos:

O conceito de Ebulição está inserido no texto de forma semelhante ao conceito de fusão, com diferenças apontadas nos respectivos quadros dos itens III-1 devido às escolhas das URs, portanto, comentários que foram tecidos na p.83, sobre

o ponto de partida da construção do conceito, com linguagem formal, seriam os mesmos.

A UR-1 e UR-2 fazem parte do tema sobre mudanças de estado físico. Há muitas informações e os assuntos são colocados como uma seqüência de definições, alternadas com curiosidades. O texto, em geral, não faz perguntas abertas nem coloca outras possibilidades. Ebulição é relacionada com os conceitos trabalhados na unidade anterior, que se referiam aos estados físicos da matéria desde um ponto de vista microscópico. Os estados físicos são citados no início do capítulo para iniciar o estudo das mudanças de estado físico.

O capítulo 3, (p.27) trata do átomo, retomando o conceito de substância como formado de moléculas e, num caminho de linguagem abstrata, finaliza com distribuição eletrônica em camadas para o átomo. Estas idéias sobre os átomos, continuam no capítulo 4, com linguagem científica, terminando com a "fissão nuclear" (p.43). Este capítulo finaliza o que foi considerado estudo da matéria e inicia-se o estudo de química com o capítulo 5, substâncias, misturas e combinações, dando seqüência a uma série de definições do ponto de vista microscópico.

A UR-3, inserida num texto com uma grande quantidade de conceitos abstratos, modelos, símbolos, definições, se inicia mergulhando ainda mais fundo no mundo interior, o átomo. Os elétrons entram em cena para estudar "as substâncias moleculares, iônicas e puras". O título pode dar a entender, através dessa classificação, que substância molecular e iônica poderia não ser pura.

O conceito de substância já aparece no início do capítulo 1 e definida como "diferentes variedades de matéria". Esta linguagem não permite identificar o que seria uma substância assim como diferenciá-la de uma mistura, podendo levar o leitor a permanecer com suas idéias prévias. São fornecidos exemplos de substâncias, entre elas o aço e o barro, porém como Silveira (2003) também apontou, estes materiais constituem misturas, ficando esta definição sem significado. O conceito de substância é fundamental no conhecimento químico, e no entendimento de outros conceitos como o de transformação química.

## V-2-4 Conceitos: Misturar/Dissolver

Conceito	mistura/misturar	dissolver
Páginas em que aparece	50 a 56, 61,62, 65, 103, 121	11, 52, 53 ,62, 100, 102, 104

Aparecem nas Unidades I e II

### Unidades de registro para análise

#### UR-1 p.50 "Mistura.

*Dissemos, anteriormente, que substâncias não puras recebem o nome de misturas. Por exemplo, quando você adiciona uma colher de açúcar (substância pura) a um copo com água (substância pura), está obtendo uma mistura. O açúcar e a água, apesar de reunidos, mantêm as mesmas características e propriedades que cada um tinha antes de misturar-se. A água continua líquida, incolor, inodora; o açúcar permanece doce".*

**UR-2, p.51** "Uma mistura homogênea também é denominada solução. Nesse tipo de mistura, o soluto é a substância dissolvida e o solvente é a substância que dissolve o soluto".

**UR-3, p.53** "Quando aquecemos uma solução saturada em que há material depositado, geralmente ocorre uma dissolução total ou parcial do depósito. Disso conclui-se que geralmente o calor é capaz de aumentar a capacidade de dissolução de um solvente".

**UR-4, p.62** "...Como separar uma mistura de sal com areia? Não é difícil. Vamos estudar o método da dissolução fracionada usando o exemplos dessa mistura. Primeiramente o sal é dissolvido, despejando-se um pouco de água na mistura. Em seguida filtra-se a mistura, separando a areia (que fica retida no filtro) da solução de

sal. O sal finalmente é obtido por meio de evaporação da água, conforme você já sabe”.

### Análise dos conceitos quanto ao aspecto LINGUAGEM

Categoria I CONHECIMENTO	Unidade de registro (UR)
I-1 Senso comum	UR-1;UR-2;Ur-3; UR-4
I-2 Científico	UR-2; Ur-3; UR-4
I -3 Tecnológico	UR-4

A expressão “*substância não pura*” colocado na UR-1 como sinônimo de “mistura”, talvez venha a causar algum outro tipo de interpretação, por exemplo, uma mistura ser capaz de causar algum dano e ser indesejável. Como exemplo de solução gasosa é apontado o ar, “*o ar puro é uma mistura em que todos os componentes são gasosos*”. Anteriormente, mistura foi definida como “*substância não pura*”. A linguagem utilizada pode constituir obstáculo para a compreensão se não esclarecer o significado das palavras, neste caso, o que se quer-se dizer com “ar puro” (linguagem de senso comum).

No exemplo citado, na UR-1 ao observar a dissolução do açúcar, quando colocado na água, como se deve entender “*sem que ocorra alteração nelas*”? É o açúcar ou é a solução que fica doce? As propriedades de cada componente parecem se manter, não estão sendo levados em conta as interações entre soluto e solvente.

A definição de “mistura”, no texto, decorrente do que foi descrito na UR-1 “... *material que reúne duas ou mais substâncias sem que ocorra alteração nelas, mantendo-se, portanto, as mesmas características e propriedades das substâncias envolvidas*”, (p.50), não leva em conta que, na mistura, propriedades como

temperatura de fusão e temperatura de ebulição não são constantes, ocorrem em determinada faixa de temperatura devido às interações entre os componentes. A densidade é função da composição dos seus componentes, diferenciando-se das substâncias de origem. Esta linguagem, utilizada na definição, não está de acordo com a linguagem científica à medida em que pode-se ser aplicada, apenas, para misturas heterogêneas.

A palavra solução, largamente utilizada no cotidiano com outro sentido diferente do científico, causa confusões e problemas de aprendizado, se não for esclarecido devidamente. Neste texto, na UR-2 apenas é colocado mistura homogênea, o que pode não ser suficiente. Quais são o soluto e o solvente? Qual o critério? O texto não é claro pois não estabelece critérios para decidir.

Os tipos de misturas que o texto aborda : homogêneas e heterogêneas, foram introduzidos da seguinte forma : *"Apenas olhando e cheirando um copo com água você sabe dizer se essa água é pura , salgada ou açucarada? Certamente não, pois o aspecto e o cheiro da água são iguais nos três casos. Somente provando-a, podemos dizer que gosto ela tem"* (p.51). A forma de diferenciar se é mistura homogênea ou substância é através da utilização dos órgãos dos sentidos, neste caso, o gosto e, no exemplo a seguir, água com álcool, o olfato. O reconhecimento, neste caso, é possível por diferenciar-se da água, pois o gosto do açúcar e o cheiro do álcool são perceptíveis, mas, e no caso de materiais que não o são?

O gosto e o cheiro, trazendo mensagem segura da realidade para o leitor , Bachelard (1998) coloca que o realismo do nariz é mais forte que o da vista, costumando ser apresentado como prova de realidades individualizadas.

Tomando um dos exemplos no texto, *água e sal*, a densidade da mistura e a condução de corrente elétrica são alteradas. Além disso, a temperatura de ebulição ocorrerá em certa faixa de temperatura, diferenciando-a da substância água sem provar. A definição dada para "mistura homogênea", atendo-se ao aspecto visual, não a diferencia de substância (sem que a substância esteja em mudança de estado e, este caso não é mencionado).

Nos exemplos aparecem misturas de componentes diferentes porém não se menciona, no texto, a infinidade de soluções que se pode ter, mudando a proporção do soluto e solvente.

A UR-3 faz referência a solução saturada que, no parágrafo anterior foi definida como uma... "*Solução que contém uma quantidade tão grande de material dissolvido que a capacidade de dissolução do solvente está esgotada.*" A linguagem utilizada é vaga "...quantidade tão grande..." permitindo que cada leitor a interprete subjetivamente. A linguagem científica é objetiva, atém-se aos resultados obtidos experimentalmente num determinado contexto. A linguagem descuidada não permite perceber a ruptura existente entre o conhecimento comum e o conhecimento científico.

Não se fornecem exemplos que validem a afirmação da UR-3 sobre o aumento de solubilidade de um solvente com a temperatura. O único exemplo, no texto, é colocar açúcar num refresco de forma a ficar depositado no fundo, e isso ocorre ..."*porque a quantidade de açúcar colocada na água foi maior que a capacidade da água para realizar aquela dissolução*"; nada mais acrescentando, o aluno pode ficar com seu conhecimento anterior.

Com relação à UR-4, observa-se que o exemplo se remete ao conhecimento do aluno, podendo este acompanhar, facilmente, o procedimento descrito. Apenas este exemplo, no texto, referente ao processo, pode levá-lo a pensar, que o solvente a ser usado só pode ser água, e que sempre que houver uma mistura de duas substâncias sólidas podem ser separadas dessa forma. Não há questionamentos e, talvez, nada foi acrescentado ao seu conhecimento anterior. Mesmo que este processo leve a uma aplicação prática de uso tecnológico, não se faz menção a este respeito e a figura do filtro de barro que a ilustra, reforça o conhecimento familiar do aluno.

<b>Categoria II NIVEL COGNITIVO</b>	<b>UNIDADE DE REGISTRO ( UR)</b>
II-1 Operacional concreto	UR-1; UR-3 UR-4
II-2 Abstrato	UR-2; UR-3

O nível cognitivo observado é operacional concreto, de acordo com a idade do aluno, e pode acontecer que alguns deles tenham trabalhado experimentalmente na UR-3, porém não quantitativamente (ao fazer doces com calda, por exemplo). Esta forma de abordagem não melhorou o conhecimento que o aluno já possuía, por não levantar questionamentos, colocar outras possibilidades e explicações de cunho científico.

<b>Categoria III- <u>CONEXÃO</u></b>	<b>UNIDADE DE REGISTRO (UR)</b>
III-1: INSERÇÃO DO CONCEITO NO TEXTO E RELAÇÃO DO CONCEITO AOS OUTROS CONCEITOS	Capítulo, 5: Substâncias misturas e combinações UR-1: Subtítulo: Misturas UR-2: Subtítulo: Tipos de misturas: Homogêneas e heterogêneas UR-3: Subtítulo: Calor e dissolução.  UR-4: Capítulo 6: Separação de misturas homogêneas e heterogêneas Subtítulo: Dissolução fracionada

Os elementos de linguagem escolhidos para análise referentes às UR-1 até UR-3, estão localizados no capítulo 5, após o estudo do átomo. Este estudo ocorre nos dois capítulos anteriores através de abordagem microscópica, dando continuidade ao estudo de substância com este mesmo enfoque.

O conceito de "mistura" está inserido entre os conceitos de "substância" e "combinação", porém não são estabelecidas relações entre as propriedades

características, anteriormente estudadas como temperatura de fusão e temperatura de ebulição, constantes para as substâncias. Para as misturas, a fusão e a ebulição ocorrem em determinada faixa de temperatura dependendo de sua composição.

A seguir, coloca-se o tipo de misturas: homogêneas e heterogêneas, mas não é abordado o caso de ligas metálicas, importantes na indústria, misturas eutéticas e nem azeotrópicas.

A separação de misturas homogêneas e heterogêneas, no capítulo 6, onde se localiza a UR-4, segue com uma abordagem macroscópica, com ilustrações e textos que, por vezes, remetem a aplicações práticas.

Os métodos de separação de misturas no capítulo 6 são propostos para essa finalidade, partindo do pressuposto que trata-se de uma mistura. Relacionam-se alguns dos métodos propostos com as propriedades características das substâncias como temperatura de fusão, temperatura de ebulição e densidade, porém de forma vaga, apenas fazendo a citação como no caso da destilação fracionada : “..se os componentes cujos pontos de ebulição sejam diferentes...”

## CONCLUSÃO

O livro didático de ciências tem um papel importante no processo de aprendizagem de ciências por se constituir o instrumento mais importante nas atividades do processo ensino-aprendizagem. A linguagem do livro didático não serve, apenas, para dar informações, é importante na elaboração de conceitos.

Nesta pesquisa, o objetivo consistiu em analisar a linguagem do livro didático de ciências da 8ª série do Ensino Fundamental, buscando conhecer sua contribuição na construção de conhecimento científico e de sua linguagem.

O livro didático, mediador entre os conceitos do aluno e os conceitos científicos por ele veiculados, utiliza a linguagem do aluno e a linguagem da ciência. A análise dessas linguagens possibilitou testar a hipótese para as questões propostas nestas condições de trabalho:

*A linguagem do livro didático é acessível ao nível cognitivo do aluno nesta faixa etária? Esta linguagem constitui obstáculo epistemológico à aquisição do conhecimento científico?*

A análise dos livros didáticos foi efetuada através da Análise de Conteúdo, centrada na linguagem e por meio das categorias de análise consideradas adequadas e dos elementos de linguagem escolhidos, permitiu efetuar observações que possibilitaram identificar as concepções científicas veiculadas, apontadas com detalhes no corpo do trabalho. O que se observa em comum nos livros analisados e que constitui característica dos mesmos possibilitou chegar a algumas conclusões.

A linguagem utilizada nesses livros didáticos é, em geral abstrata. Observa-se que o ponto de partida dos textos é o modelo de partículas, idéia que pode não

coincidir com as idéias do aluno que, neste caso, encontra-se em geral no estágio de desenvolvimento cognitivo operacional concreto (PIAGET,1997) e a linguagem que usa é a do senso comum. O modelo explicativo de partículas, em ambos os livros analisados, é definido à *priori*, ou seja, independente da necessidade de dar explicação a fenômenos observáveis.

No Ensino Fundamental de ciências, considera-se importante abordar conceitos fundamentais que permitam compreender propriedades e transformação dos materiais e suas relações com a aplicação tecnológica e a sociedade. Conceitos como fusão, ebulição e solubilidade seriam importantes nesse processo de construção do conhecimento.

Os livros, em questão, partem do modelo abstrato e exemplificam com algumas aplicações concretas, mas não seria suficiente para ocorrer aprendizagem e mudança conceitual. Ler as palavras que indicam concepções cientificamente corretas não bastaria para modificar as idéias que o aluno-leitor possui, é necessário que elas tenham significado.

Nos livros analisados, observa-se o uso generalizado da linguagem científica, prevalecendo o emprego de conceitos que são apenas definidos, não se percebendo a construção dos mesmos. Os conteúdos são resumidos, sem explicações e, de forma geral, não se estabelecem conexões entre eles.

Há palavras como *fusão* e *solução* que são usadas no cotidiano com significados diferentes que a linguagem científica utiliza. Nesses livros, percebe-se que, em muitos casos, não se alerta para este fato, o que pode vir a causar obstáculos ao aprendizado de ciências.

Algumas vezes, o elemento de linguagem é utilizado com sentido científico, como sinônimo da palavra no sentido comum, sem diferenciar os significados. Um exemplo dessa observação é a utilização dos conceitos fundir/derreter e ebulição/ferver, constituindo obstáculos à construção do conhecimento científico, dificultando a percepção da ruptura entre conhecimento científico e a linguagem científica e o conhecimento de senso comum e sua linguagem.

A linguagem do senso comum é pouco utilizada e aparece, geralmente, em exemplos a título de ilustração. O que se percebe, porém, é que, nesses momentos, não é usada no sentido de buscar problemas ou de desvelar conceitos prévios, mas de servir para estabelecer ponte entre os conhecimentos que o aluno traz e os conhecimentos a serem ensinados de uma forma imediata e realista. Sem problematização, o novo conhecimento pode ficar ignorado e o aluno pode permanecer com suas idéias originais.

Na maioria das vezes, definem-se os conceitos com linguagem científica e, a seguir, exemplifica-se com linguagem do aluno, linguagem da vida diária, e as palavras que, num primeiro momento, não faziam sentido por estar desvinculadas da realidade do aluno, tornam-se, através do exemplo, imediatamente compreendidas. Esta facilidade pode levar o aluno a permanecer com suas idéias primeiras e, ainda, reforçadas, pois as palavras, nesse caso, nada significaram.

Quanto à aplicação, há, em geral, alusão a alguns exemplos de aplicações tecnológicas com a preocupação de ilustrar, mas não se parte de problemas sociais e tecnológicos a serem resolvidos, nem os relaciona com as questões mais gerais para introduzir conceitos científicos.

O uso indiscriminado da linguagem científica não contribui para a compreensão de que o conhecimento científico constitui uma nova forma de pensar e ver o mundo. Não é enfatizada a diferença entre esta linguagem e a linguagem de senso comum.

A análise da linguagem usada nesses livros no recorte efetuado, mostrou a importância da utilização adequada da mesma no processo de construção do conhecimento científico. Ela deverá ser uma contribuição e não obstáculo ao processo de construção do conhecimento científico.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O resultado da análise da linguagem desses livros não difere significativamente de outras efetuadas por pesquisadores diversos sobre vários ângulos, vindo a somar esforços, para que certos aspectos citados possam ser refletidos e, se necessário, mudados.

As sugestões são colocadas no sentido de repensar, além da linguagem, o conteúdo a ser trabalhado nesta 8ª série que é tão particular, tanto em extensão conteudística como os conceitos trabalhados.

A partir das análises efetuadas nesse estudo, poderíamos sugerir que o texto do livro didático de ciências poderia dialogar mais com o aluno. A finalidade seria que o leitor percebesse que a mensagem se dirige a ele, problematizando a realidade, colocando situações que se relacionem com suas redes de significações, com sua cultura através do ensino de alguns conteúdos determinados. Esta linguagem parece distante do aluno, tornando-se, dessa forma, desinteressante, não contribuindo para a resolução de problemas, desafios, curiosidades e criando empecilhos para o aprendizado de ciências.

Se a linguagem do livro didático não privilegia a reflexão, ensinando-se apenas resultados, sem justificar afirmações, numa aprendizagem superficial, pode não contribuir com a formação de um indivíduo crítico e atuante, como se pretende, com o objetivo maior da educação.

À pergunta formulada pelo GUIA 2002: *Que perfil de aluno o livro didático deve-se propor a desenvolver?* Pode-se responder que, provavelmente, corresponderá a um aluno que memoriza e repete.

Há muitos fatores interferindo na construção do conhecimento científico do aluno, entre eles as interações com o professor, como os meios de comunicação, o contexto da sala de aula, os materiais didáticos e o livro didático. A linguagem do livro didático, foco desta pesquisa, constitui um dos fatores de influência. Entretanto, deve-se, levar em conta que as análises dizem respeito a um recorte de todo um contexto dentro do livro didático de ciências, e este estudo não tem a pretensão de esgotar todos os elementos que fazem parte deste vasto universo.

Na análise dos livros escolhidos para análise foram verificadas mais semelhanças que diferenças, como partir de um modelo abstrato, ausência de problematizações e conteúdos simplificados. Entretanto, não há critério que especifique o número de obstáculos epistemológicos presentes ou quantidade de páginas em que aparecem as palavras escolhidas para análise para definir se um livro é melhor que o outro. Há, porém diferenças que poderiam ser analisadas em outros trabalhos, entre elas, a seqüência e seleção de conteúdos como citada no início da análise de cada um deles.

A pesquisa pretende contribuir com autores no uso relevante e criterioso da linguagem e também com os professores na reflexão da própria atuação, para o uso consciente dos livros didáticos de ciências e, conseqüentemente com a melhora na qualidade do ensino nas escolas e na formação dos alunos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. *Conversas com quem gosta de ensinar*. São Paulo: Cortez, 1981.

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico*. 1ª reimpressão. Rio de Janeiro: Contraponto, 1998.

\_\_\_\_\_. *A Epistemologia*, Lisboa, Edições Setenta, 1971, coletânea de textos organizada por Dominique Lecourt, 220p.

BALAU, V. L. *Texto didático: reflexões sobre análise de conteúdo e análise do discurso*. São Paulo, 1981. Dissertação (Mestrado). PUC-SP.

BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70 Ltda, 1977.

BARROS, C.; PAULINO, W. R. *Física e Química – 8ª série*. São Paulo: Ática, 2002.

BARROS, J. M. "O rodar do moinho". Notas sobre a antropologia e o conceito de cultura. *Cad. Ciênc Soc.*, Belo Horizonte, v.3, n.3, p. 5-13, abr., 1993.

BITTENCOURT, C. M. F. *Educação e memória: organização de acervos de livros didáticos*. São Paulo, 2002. Projeto temático da FAPESP.

BLANCO, A., PRIETO T. Algunas cuestiones sobre la comprensión de la Química desde la perspectiva de las "ideas de los alumnos". *Investigación em la Escuela*. n.28, p.69-78, 1996.

BORGES, G. L. A. *Utilização do método científico em livros didáticos de ciências para o 1º grau*. Campinas, SP, 1982. 359p. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação. UNICAMP.

BRAATHEN, P. C. Desfazendo o mito- da combustão da vela para medir o teor de oxigênio no ar. *Química Nova na Escola*. São Paulo ,n. 12, p.43-45, nov. 2000.

BRASIL. *Guia de livros didáticos*. Brasília: Ministério da Educação;2002

\_\_\_\_\_. *Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais*. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF,1998.

CACHAPUZ A., CAMPOS, C. Imagens de Ciência em manuais de química portugueses. *Química nova na escola*. N. 6, nov. 1997.

CAMPANÁRIO, J. M. ¿Qué puede hacer um profesor como tu o um alumno como el tuyo com um libro de texto como este? Una relación de actividades poco convencionales. *Enseñanza de las ciencias*. Barcelona, v.19, n. 3, p.351-363.,2001.

CAMPANÁRIO, J. M. ; OTERO, J. C. Más Allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estratégias metacognitivas de los alumnos de Ciencias. *Enseñanza de las Ciências*, Barcelona, v. 18, n. 2, p. 155-169, 2000a.

\_\_\_\_\_. *La Comprensión de los libros de texto*. In: PERALES, F. J., PORLAN, R. (Eds). *Didactica de las Ciencias Experimentales* Madrid:Editorial Marfil, 2000b, p.323-338.

CHAUÍ, M. *Filosofia*. São Paulo: Ática, 2001

CORTELLA, M. S. *A Escola e o Conhecimento: Fundamentos Epistemológicos e Políticos*. 3. ed, São Paulo: Cortez, 2000.

CRUZ, D. *Ciências e educação ambiental – Química e Física 8ª série.1. ed.* São Paulo: Ática, 2002.

CUEVAS, L. S. La comprensión de lectura em textos de ciências naturales. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 8, n. 1, p. 59-64, 1990.

DÍAZ, J. A. A. La tecnologia em las relaciones CTS. Una aproximación al tema. *Enseñanza de las Ciencias*. Barcelona, V.14 n.1, p. 35-44, 1996.

DRIVER, R. et al. Construindo conhecimento científico na sala de aula. *Química nova na escola*. São Paulo, n. 9, p. 31-40, maio, 1999.

FERREIRA, A. B. de H. *Novo dicionário da língua portuguesa*. 2 ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.

FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa*. 5. ed, São Paulo: Paz e Terra, 1996.

\_\_\_\_\_. *Medo e ousadia: o cotidiano do professor*. 2ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

\_\_\_\_\_. *A pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e terra, 1974.

FREITAG, B. *Estado da arte do livro didático no Brasil*. Brasília: Reduc, 1987.

FUMAGALLI, L. *El desafío de enseñar Ciencias Naturales*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Troquel, 1993.

GEWANDSZNAJDER, F.; MAZZOTTI, A. J. A. *O Método nas Ciências Naturais e Sociais: Pesquisa Quantitativa e Qualitativa*. São Paulo: Pioneira, 1998.

GIL, P. D. Contribución de la historia y de la filosofía de las ciências al desarrollo de um modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las ciencias*. Barcelona , v.11, n.2, p.197-212, 1993.

GUEDES, M. A. *A análise de conteúdo de livros didáticos da Ciências: os termos químicos apresentados e suas representações possíveis*. 209f. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1992.

JAPIASSÚ, H. *Para ler Bachelard*. Rio de Janeiro: Alves editora, 1976.

LA TAILLE, Y. *O erro na perspectiva piagetiana*. in: AQUINO, J. G (org). *Erro e Fracasso na Escola – Alternativas Teóricas e práticas*. São Paulo:Summus, 2 ed, 1997.

LANGER, S, K. *Filosofia em nova Chave*. São Paulo: Perspectiva, 1971.

LOGUERCIO, R. et al. A dinâmica de analisar livros didáticos com os Professores de química, *Química Nova*. São Paulo, v.24,n.4, p.557-562, 2001

LOPES, A. R. C. Reflexões sobre a epistemologia da disciplina escolar Ciências. *Educação em foco*. Juiz de Fora, v.5 n.1, p. 55-64, set. 2000.

\_\_\_\_\_. *Conhecimento Escolar: Ciência e cotidiano*.Rio de Janeiro: UERJ, 1999

\_\_\_\_\_. Currículo e a construção do Conhecimento na escola. Controvérsias entre conhecimento comum e conhecimento científico no ensino de Ciências Físicas In: Moreira, A. F. B. (org). *Conhecimento educacional e formação do professor – questões atuais*. 2.ed. Campinas: Papirus, p. 39-52, 1995.

\_\_\_\_\_. Conhecimento escolar em química- Processo de mediação didática da ciência. *Química Nova*. São Paulo, v. 20, n. 5, p. 563-568, 1997.

\_\_\_\_\_. Livros Didáticos: Obstáculos Verbais e Substancialistas ao Aprendizado da Ciência Química. *R. bras. Pedag.*, Brasília, v. 74, n. 177, p. 309-334, maio/ago, 1993.

\_\_\_\_\_. Livros Didáticos: Obstáculos ao Aprendizado da Ciência Química I – Obstáculos Animistas e Realistas. *Química Nova*, São Paulo, v.15, n.3, p. 254-261, 1992.

LUTFI, M. *Os ferrados e os cromados: produção social e apropriação privada do conhecimento químico*. Rio Grande do Sul:Unijuí, 1992.

MACHADO, N. J. *As Concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente*. 4. ed., São Paulo: Cortez, 2000.

MARTINS, J.S. O senso comum e a vida cotidiana. *Tempo Social; Rev. Sociol. USP*, S. Paulo, v. 10 n.1 p. 1-8, maio, 1998.

MOLINÉ M,R,G. SANMARTÍ N. Reflexiones sobre el lenguaje de la ciência y el aprendizaje. *Educación Química*; v.11 n.2, p.266-273, 2000.

MORATO, E, M. Linguagem , cultura e cognição: contribuições dos estudos neurolinguísticos. In: Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências ; Belo Horizonte, Brasil, Anais...1997, p.35-45.

MORTIMER, E. F. Construtivismos, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? *Investigações em Ensino de Ciências*. v. 1, n. 1, 1996.

MORTIMER E. F.; CHAGAS A. N. ; ALVARENGA V. T. *Linguagem Científica versus linguagem comum nas respostas escritas de vestibulandos*. Atas ENPEC – Encontro Nacional de Ensino de ciências, 1997.

MORTIMER, E. F., MIRANDA, L. C. Transformações – Concepções de estudantes sobre reações químicas. *Química Nova na Escola*. São Paulo, n.2, nov. 1995.

OLIVEIRA, A. L. *O livro didático*. 3. ed. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1986.

OLIVEIRA, J .de A. *O mito da substância*. *Química Nova na Escola* n-1p 8-11, 1995.

PIAGET, J. *Seis estudos de Psicologia*. Trad. Maria Alice M. D'Amorim e Paulo Sérgio L. Silva. 22. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1997.

POZO, J. A.; SANZ, A.; GÓMEZ CRESPO, M. A. Y ; LIMÓN, M. Las ideas de los alumnos sobre la ciência: Uma interpretación desde la Psicología cognitiva. *Enseñanza de las ciencias*, Barcelona, v. 9 n.1, p. 83-94, 1991.

ROSA, M. I. F. P. S., SCHNETZLER, R. P. Sobre a importância do conceito transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. *Química Nova na Escola*. São Paulo. N.8, p.31-35, nov., 1998.

SCHNETZLER, R.P. *O tratamento de conhecimento químico em livros didáticos brasileiros para o ensino secundário de Química de 1875 a 1978*. Campinas, SP, 1980. 188p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação. UNICAMP.

SILVEIRA, M. P. *Uma análise epistemológica do conceito de substância em livros didáticos de 5ª e 8ª séries do ensino fundamental*. São Paulo, 2003, 144p. Dissertação (Mestrado) – Interunidades em Ensino de Ciências –USP.

SMOLKA A, L, B. Linguagem e Conhecimento na sala de aula: Modos de Inscrição das Práticas Cotidianas na memória Coletiva e Individual. In: Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências, Belo Horizonte, Brasil, Anais...1997, p.69-85.

SUTTON, C. Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje. *Enseñanza de las ciencias*, Barcelona, v. 21, n. 1, p. 21-25, 2003.

TRIVELATO, S. .L. F. O ensino de Ciências e as preocupações com as relações CTS. *Educação em foco*. Juiz de fora, v. 5 n.1 ,p. 43-54, mar/set. 2000.

\_\_\_\_\_. *Ciência, tecnologia, sociedade: mudanças curriculares e formação de professores*. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação –USP, São Paulo, 1993.

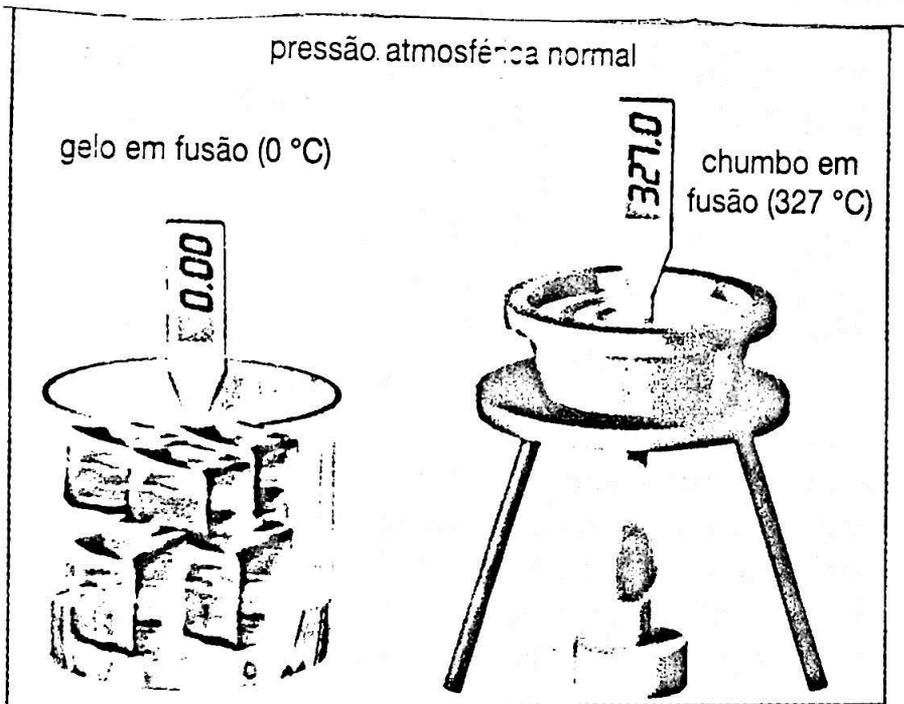
Vygotsky, L.S. *Pensamento e linguagem*. 3ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

\_\_\_\_\_. *A formação social da mente*. 3 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

WARTHA, E. J. *O ensino médio numa dimensão político-pedagógica: os parâmetros curriculares nacionais, o ensino de química e o livro didático*. Dissertação (Mestrado). ENSCIENC – Interunidades em Ensino de Ciências –USP, São Paulo, 2002.

## ANEXO-1

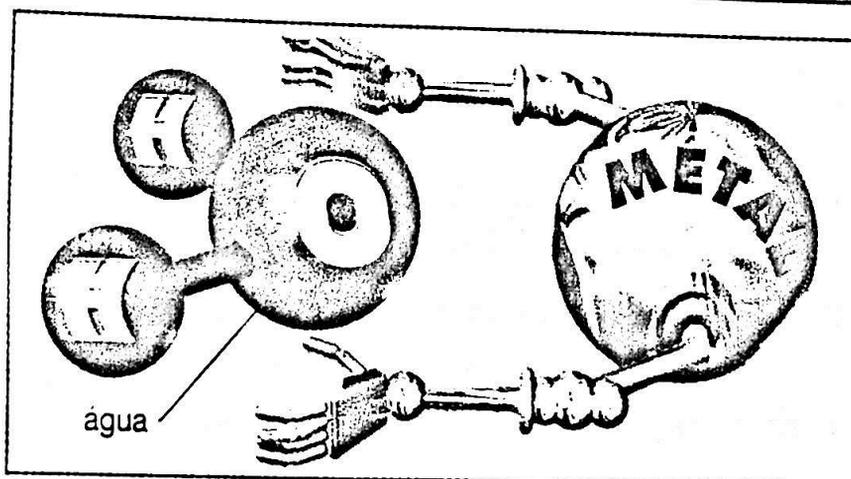
Figura correspondente à página 20 do Livro II



Determinação da temperatura de fusão do gelo e do chumbo à pressão normal. Cada substância tem um ponto de fusão que lhe é característico.

## ANEXO-2

Figura correspondente à página 92 do Livro II



Quando um metal entra em contato com a água, o que pode ocorrer? Vamos pensar: a molécula de água é composta de átomos de hidrogênio e oxigênio; a tendência é o metal "agarrar-se" ao oxigênio, deixando o hidrogênio. Assim, do encontro entre metal e oxigênio pode ocorrer uma combinação ou reação química que resulta em nova substância, com formação de gás hidrogênio.

## Anexo-3

### Questionário piloto para trabalhos futuros

#### A linguagem usada por um grupo de alunos sobre o conceito de fusão

Considerando que o livro didático é um dos fatores que pode contribuir na construção do conhecimento do aluno, e que esta contribuição é relativa a cada um deles, mediado pelo professor, não seria possível atribuir uma relação direta entre conhecimento do aluno e participação do livro didático no mesmo.

Foi organizado um questionário que envolve perguntas sobre um dos elementos de linguagem relacionado com este trabalho, com o objetivo de perceber qual a linguagem usada pelos alunos, ao se referirem à fusão que pode ser indicativa do uso deste conceito no contexto científico e do aprendizado do conhecimento científico.

Selecionaram-se duas escolas estaduais que adotaram em 2002 respectivamente, os dois livros didáticos de ciências escolhidos.

O questionário, contendo três perguntas referentes ao conceito dos alunos sobre fusão, foram aplicadas a 80 alunos do primeiro ano do Ensino Médio das duas escolas públicas, E-1 e E-2 que foram alunos dessa escola em 2002 e, portanto, utilizaram os livros didáticos escolhidos para serem analisados neste trabalho.

Considerando que a maioria dos alunos que participaram da pesquisa, encontra-se no nível cognitivo operacional concreto, o conceito de fusão para eles será um conceito operacional, que descreve desde um ponto de vista macroscópico os aspectos diretamente observáveis do processo.

O critério de análise desta pesquisa foi feita considerando o conceito esperado que estes alunos tivessem, dentro da ressalva colocada anteriormente, seu nível cognitivo. O conceito, envolvendo uma relação causa-efeito seria :

*“Um material sólido, submetido a aquecimento, dado um momento, se transforma totalmente em líquido a uma determinada temperatura. Essa temperatura é chamada ponto de fusão”*

Derreter, na linguagem familiar, tornar fluido, não requer especificações maiores quanto às condições que ocorrem e pode-se referir a qualquer material e a qualquer temperatura. Fundir, dentro do conceito esperado, operacional, envolve certas condições relacionadas com a temperatura.

A análise desses questionários pode informar como esse elemento de linguagem química pode estar sendo usado pelo aluno e indicar novas variáveis sobre esta problemática.

### **Perguntas:**

1. Dê quatro exemplos de coisas que derretam.
2. Dê três motivos para que ocorra a fusão.
3. Há diferença entre amolecer, derreter e fundir? Justifique

### **Análise dos resultados**

A primeira pergunta teve como objetivo fazer com que o aluno pensasse num fenômeno de seu convívio diário, derreter materiais, o qual poderia ser relacionado com o processo de fusão.

A totalidade dos alunos entrevistados respondeu a esta pergunta dando exemplos de materiais que derretem dentro daqueles do seu convívio diário, como gelo, chocolate, metais, sorvete, queijo, manteiga e vela.

O número de respostas referentes a derreter metais em geral ou metal específico como alumínio e ferro foi de 45%. Não foi estabelecida relação direta com temperatura nas respostas à pergunta seguinte, com alguma exceção, como o aluno M.F( E-1) que respondeu sobre as causas da fusão: “metais com temperatura elevada”.

Entretanto, alguns poucos colocaram, entre seus exemplos materiais, como álcool, iodo, e sal, que mereceriam outros questionários para poder compreender melhor estas respostas.

### Pergunta 2: Motivos para que ocorra a fusão

Após tabulação, apresentou os seguintes resultados:

	E-1 / L-1 (30 respostas)	E-2 / L-2 (50 respostas )
Em branco	46%	56%
Alta temperatura	23%	20%
Passagem S / L	13%	12%
Outras	10%	10%
Derretem	6%	4%

Legenda:

E-1/L-1 Escola 1 que adotou o livro denominado 1

E-2 /L-2 Escola 2 que adotou o livro denominado 2.

Observando a distribuição de respostas escritas pelos alunos de ambas as escolas percebeu-se que elas eram semelhantes. As considerações a seguir referem-se à totalidade dos alunos que responderam:

O grande número de respostas em branco (aproximadamente 50%) pode ser indicativo de que para o aluno não constitui significado o elemento de linguagem "fusão" à medida que não conseguiu explicar, com suas palavras, as possíveis causas deste processo nem estabelecer qualquer tipo de relação com outros conceitos por ele conhecido. Considerando que os 10% que responderam causas tão variadas e afastadas do conceito esperado de fusão, podem, eventualmente, fazer parte do grupo anterior; podemos inferir que, para aproximadamente 60% dos alunos, numa amostra de 80 alunos questionados, o conceito esperado ainda não faz parte do seu conhecimento escolar, a linguagem mostrou-se desconhecida para eles.

Considerando as respostas dadas à questão, atribuíram-se as possíveis causas da fusão :

Os alunos que se referiram às causas da fusão como o aumento de temperatura, alta temperatura, temperatura e calor (aproximadamente 22% ) estabeleceram uma relação causa-efeito, sem contudo deixar claro se eles pensam que, a qualquer temperatura, é possível fundir qualquer material.

Exemplos:

R. ( E-1) " Aumento de temperatura "

P. ( E-1) " Excesso de calor "

K. ( E-2) "Temperatura "

J. ( E-2) " Manter os sólidos com temperatura".

O aluno J.F ( E-2) explicita mais: " É quando passa de uma certa temperatura ", percebendo-se aqui um entendimento mais adequado com relação ao conceito esperado, ainda que não explicita tratar-se de um sólido.

Para J ( E-2 ) " A causa seria o ponto de fusão  $0^{\circ}\text{C}$  ", mas não se refere à água ou a outro material, como indicando que a fusão está atrelada unicamente a esta temperatura independente do material utilizado.

Os alunos (aproximadamente 13%) citaram como causa da fusão a *passagem* de sólido para líquido, estabelecendo uma relação com a mudança de estado.

Exemplos:

M. ( E-1 ) " A passagem do sólido para líquido "

K. ( E-1) " É a passagem da matéria do estado sólido para o estado líquido "

A. ( E-1) " Algo sólido passa a ser líquido "

T. ( E-2 ) " Quando derretemos algo e passa para o estado líquido "

A causa para estes alunos está na *passagem*, na mudança de estado, naquilo que é visível e aparente, idéias atreladas ao que é conhecido no seu dia-a dia.

O grupo que respondeu "derreter" como causa da fusão, (aproximadamente 5%) identifica este processo com seu conhecimento diário ao estabelecer semelhança com a palavra fundir, linguagem científica. Por exemplo, o aluno T ( E-2 ) já citado acima.

Outro grupo respondeu que as causas podem ser as mais variadas, como sol, solo, chuva e processos químicos. Apenas com este questionário, não foi possível estabelecer opinião fundamentada para elas (aproximadamente 10%).

**Pergunta 3: Há diferença entre amolecer , derreter e fundir?** Após tabulação, apresentou os seguintes resultados:

	E-1 / L-1 (30 respostas)	E-2 / L-2 (50 respostas)
Em branco	80%	64%
Alta temperatura	14%	14%
Passagem S / L	6%	16%

Observam-se algumas diferenças nas respostas de E-1 e E-2, porém o objetivo não se encontra na explicação das diferenças entre ambas, e, sim, na análise das respostas em si, desta forma, levou-se em conta o número total de respostas.

Em ambas, percebemos a alta porcentagem de alunos que não responde à questão. Relacionando com o primeiro resultado da primeira pergunta em que a palavra "fusão" aparece, a alta porcentagem de alunos que deixou de responder, pode ser indicativo do desconhecimento do significado deste conceito .

O grupo que respondeu que " há diferença", tanto numa escola quanto na outra deixaram de justificar o motivo de sua resposta, respondendo apenas "sim ", talvez indicativo de não ter clareza quanto ao significado do termo.

Um grupo menor de alunos que responderam “*que não percebiam a diferença*” entre os termos apresentados, assemelha-se à resposta final da pergunta anterior (sobre derreter e fundir não ter diferença), encontram semelhança no que tem de visível e aparente, mudança de sólido para líquido.

Há, ainda, dentro deste último grupo, alguns alunos que correspondem a 6% do total, que escreveram que a idéia de fusão é de juntar, unir, indicativo do significado fundir na linguagem diária. Como exemplo:

R:(E-1)...fundir é *unir* dois ou mais materiais.

P:(E-1)...fundir : a matéria *se mistura* com outra no estado líquido.

A (E-2)... fundir é *juntar* as moléculas.

A.C(E-2)...fundir é quando *se junta* com outro.

A aluna A (E-2) refere-se a juntar “moléculas”. Dos oitenta alunos que responderam a esta pergunta, foi a única a utilizar a palavra “molécula” em suas explicações, porém com o significado usual da linguagem familiar, inverso ao atribuído pela ciência.

## CONCLUSÃO

Conclui-se, através desta análise, que o conceito operacional esperado de *fusão*, de maneira geral, ainda é pouco significativo para estes alunos. Esta linguagem ainda parece ser bastante desconhecida pela maioria.

Há outro grupo que, de certa forma, estabelece relação com seus saberes (derreter) e outro com elementos de linguagem científicos, como temperatura e metais.

Pode-se perceber, analisando a linguagem utilizada por estes alunos, a presença de diversos níveis de conceituação com relação a este conceito específico. Alguns sem idéias científicas e outros, mesmo sem abandonar os conceitos prévios, incluem em seu repertório, idéias científicas.

A linguagem esperada refere-se a um conceito operacional que envolve elementos de linguagem científica, diferente da linguagem correspondente à utilizada ao conceito de seu convívio diário

Observa-se que existem, nos alunos, vários conceitos, mas que nenhum dos alunos respondeu o esperado. 22% se aproximam do esperado, por relacionar o aspecto temperatura e 12% se aproximam por relacioná-lo à mudança de estado. Para a grande maioria, não tem significado visto que não responderam.

Estes resultados sugerem que, para a maioria dos alunos que responderam, não houve aprendizado do conhecimento científico. É importante pois a retomada do conceito no Ensino Médio, sempre que for necessário, como no caso da construção do conceito de substância ou nos assuntos referentes à metalurgia, tratando de conhecer suas idéias prévias.