

**Dahir Xavier de Araújo**

Departamento de Química Orgânica - Instituto de Química e Geociências - Universidade Federal de Goiás  
Campus Samambaia - 74001-970 - Goiás - GO

**Roberto Ribeiro da Silva**

Departamento de Química - Universidade de Brasília - 70910-900 - Brasília - DF

**Elizabeth Tunes**

Instituto de Psicologia - Universidade de Brasília - 70910-900 - Brasília - DF

Recebido em 21/7/93; aceito em 12/8/94

The objective of this essay is to investigate how high-school students organize the concept of substance in relation to other Chemistry concepts. The data were obtained from questionnaires applied to 374 students attending the night shift of a high school in the city of São Carlos - SP following the use of two different didactic materials. Thirty-four different concept systems were identified in the students' answers. On the formulation of these concepts, various criteria were used. The kinds and variety of the criteria used by the students seem to be related to logical problems on the way concepts are organized in the didactic materials. Also, these seem to be related to the influence of everyday concepts on scientific concepts.

**Keywords:** substance; concept; concept systems.

## INTRODUÇÃO

A aprendizagem restrita a objetivos de baixo nível cognitivo e a apreensão fragmentária dos conteúdos pelos alunos é um dos problemas graves e complexos relativos ao ensino de Química no Ensino Médio. Uma provável causa deste problema é o fato de os conceitos não serem tratados adequadamente em livros didáticos de Química. O modo como o assunto é tratado, muitas vezes, não possibilita aos alunos estabelecerem relações entre os conteúdos ou, quando permite, estas relações apresentam muitas contradições lógicas. O objetivo deste trabalho foi pesquisar sobre o modo como o conceito de substância é apreendido e organizado, em relação a outros conceitos da Química, por alunos do Ensino Médio e como isto está relacionado com o livro didático usado por eles.

## METODOLOGIA

Os dados foram obtidos com a aplicação de questionários, em dois grupos de alunos (num total de 374) de um colégio de Ensino Médio noturno da cidade de São Carlos-SP, após a utilização de materiais didáticos diferentes para cada grupo. No primeiro grupo, os materiais didáticos usados foram os livros didáticos comumente adotados em nossas escolas de Ensino Médio. Já no segundo grupo o material didático usado foi "O Universo da Química"<sup>1</sup>, onde os conceitos eram organizados com uma sistematização diferente daquela encontrada nos livros didáticos comuns<sup>2,3</sup>.

Optou-se pelo emprego do método da enunciação da definição de conceitos, que, apesar de suas limitações permite ter acesso a algumas informações úteis acerca da influência dos materiais didáticos sobre o pensamento dos alunos. O questionário pedia apenas definições dos conceitos de substância simples, substância composta, material homogêneo, material heterogêneo, mistura e solução.

Com as informações obtidas dos questionários, foram elaborados alguns critérios para transformá-las em dados. Considerou-se como informações as respostas *verbatim* dos alunos às perguntas do questionário, conforme mostram os exemplos abaixo:

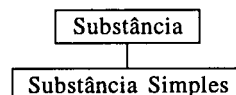
"Substância simples é uma substância que é formada por apenas um elemento químico.  
Substância composta é uma substância que é formada por mais de um elemento químico."

O procedimento utilizado para transformar as informações em dados é descrito a seguir.

As respostas eram lidas uma a uma e, a seguir, analisadas, procurando-se identificar sistemas conceituais. Os critérios usados para a identificação destes sistemas foram:

- a- tomou-se como categoria supra-ordenada o conceito utilizado pelo aluno como amplificador do sentido do termo cuja definição foi solicitada;
- b- se este conceito supra-ordenado também era usado pelo aluno como amplificador de outro termo que foi solicitado para se definir, então, ele era considerado também supra-ordenado em relação a esse termo;
- c- os termos conceituais que estavam subordinados a um mesmo conceito, assemelhando-se quanto ao critério e diferenciando-se quanto ao atributo do critério, foram considerados como conceitos coordenados.

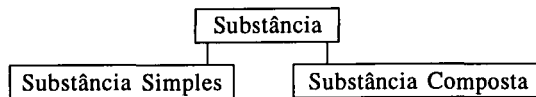
Por exemplo, ao se ler a afirmação do aluno: "**Substância simples é uma substância que é formada por apenas um elemento químico**" e de acordo com o critério (a) pode-se afirmar que o conceito de substância simples se subordina ao conceito mais geral (supra-ordenado) de substância. Esta hierarquia de conceitos pode ser representada esquematicamente da seguinte forma:



Lendo a outra afirmação do aluno: "**Substância composta é uma substância que é formada por mais de um elemento químico**", de acordo com o critério (b), pode-se afirmar também que o conceito de substância composta se subordina ao conceito mais geral de substância.

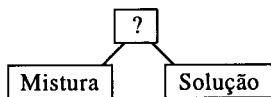
De acordo com o critério (c) e lendo-se as informações

“substância simples é uma substância que é formada por apenas um elemento químico e substância composta é uma substância que é formada por mais de um elemento” pode-se afirmar que o conceito de substância simples é coordenado ao conceito de substância composta. Assim, essa hierarquia de conceitos pode ser representada esquematicamente da seguinte forma:

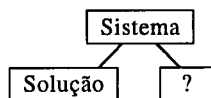


Então, substância simples e substância composta são conceitos coordenados e ambos subordinados ao conceito de substância. O critério que foi utilizado para estabelecer a relação de coordenação foi “número de elementos químicos”, pois, de acordo com o número de elementos químicos, a substância poderia ser classificada como simples ou composta.

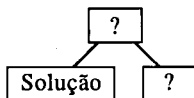
Na ausência de informações, na resposta do aluno, a respeito de algum dos itens (a,b ou c), o sistema era composto, indicando-se os termos ausentes por um sinal de interrogação. Por exemplo, na informação “mistura é a combinação de substâncias simples e solução é a combinação de substâncias compostas” pode-se identificar o critério de coordenação (c) dos conceitos solução e mistura (tipo de substância), porém não dá para identificar o conceito ao qual são subordinados (a e b). Esse sistema foi representado da seguinte forma:



Outro exemplo disso é a informação “solução é o sistema formado por moléculas diferentes”, na qual pode-se identificar o conceito ao qual o termo solução está subordinado (a) e o critério utilizado (c) para coordenar esse conceito a outro, porém não foi identificado esse outro conceito (b). Essa hierarquização de conceitos foi representada esquematicamente por:



Nas informações como “solução é a união de dois ou mais materiais” pode-se identificar apenas o critério (c) usado para coordenar o conceito de solução a um outro conceito não identificado. O conceito amplificador (a e b), supra-ordenado ao conceito de solução, também não foi identificado. Esse sistema, também incompleto, foi representado da seguinte forma:



As respostas que não eram passíveis de serem transformadas em sistemas foram classificadas em enunciados operacionais, enunciados factuais, respostas através de exemplos, respostas incompreensíveis ou respostas em branco (não responderam).

As respostas eram classificadas em enunciados operacionais quando a definição do conceito era feita através de uma operação ou do resultado de uma operação, ou seja, quando a definição focalizava atributos relativos à experiência direta. As definições operacionais podiam ser formuladas através do procedimento experimental, pelo resultado obtido com a operação e ainda através do procedimento experimental e resultado obtido. Definições como “mistura é a mistura de elementos químicos” foram consideradas operacionais pelo procedimento

experimental, pois referem-se ao próprio ato de misturar elementos. Definições como “mistura é o resultado das combinações” foram consideradas operacionais pelo resultado obtido, pois referem-se ao resultado de uma operação. Definições como “solução é a mistura de elementos químicos que dão origem a algum material ou substância” foram consideradas definições operacionais pelo procedimento experimental e resultado obtido, pois referem-se à operação de misturar e ao produto obtido com essa operação.

As respostas eram classificadas em enunciados factuais quando a definição do conceito pedido era feita através da indicação de um fato, como nos exemplos: “mistura seria o início de uma reação, antes dela ocorrer” e “mistura são os conflitos entre os elementos químicos”.

Respostas que eram apenas exemplos específicos foram tratadas como tal: “solução é água com açúcar” e “solução é água e óleo”.

Algumas respostas foram incompreensíveis, como, por exemplo, na definição de solução “sempre existe solvente e soluto” e houve questões deixadas em branco.

Finalmente, quando o aluno utilizava o mesmo atributo do critério para definir dois conceitos, podia se estabelecer uma igualdade de conceitos. Como exemplo, aplicando-se esse critério às informações “misturas: misturam-se elementos químicos” e “solução: misturam-se elementos químicos”, pode-se dizer que para esse aluno existe uma igualdade entre os conceitos de mistura e solução, pois, ele usou de um mesmo atributo do critério para definir esses dois conceitos. Outro exemplo é de um aluno que define substância composta como “uma substância composta de vários elementos” e material homogêneo como “composto de vários elementos químicos formando uma certa substância química” usando o mesmo atributo do critério: substância composta de vários elementos. Do mesmo modo, se dois sistemas, evidenciados nas respostas de um mesmo aluno, tinham os critérios de subordinação e de coordenação iguais, demos o nome de sistemas análogos.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos dados permitiu identificar 34 sistemas conceituais, dos quais cinco foram relacionados às perguntas “o que é substância simples” e “o que é substância composta”, cinco relacionados às perguntas “o que é material homogêneo” e “o que é material heterogêneo” e 24 sistemas relacionados às perguntas “o que é mistura” e “o que é solução”.

Estes sistemas estão mostrados nas tabelas 1, 4, 7, 8, 9, 10 e 11, assim como o número de alunos cujas respostas evidenciaram esses sistemas no primeiro e segundo grupo, o número de alunos que não responderam às perguntas do questionário e o número de alunos cujas respostas evidenciaram enunciados operacionais, exemplificações, ou foram incompreensíveis. Os valores percentuais nas tabelas correspondem a frações do número total de alunos por grupo: 189 alunos no primeiro e 185 alunos no segundo grupo.

Além dos sistemas foram também identificados os critérios usados pelos alunos para coordenar conceitos. Nas tabelas 2 e 3 estão listados os critérios usados pelos alunos para coordenar conceitos em suas respostas às perguntas sobre substância simples e substância composta. Nas tabelas 5 e 6 estão mostrados os critérios usados pelos alunos para coordenar conceitos em suas respostas às perguntas sobre material homogêneo e material heterogêneo. Nas tabelas 12, 13, 14, 15 e 16 estão listados os critérios utilizados pelos alunos para coordenar conceitos em suas respostas às perguntas sobre mistura e solução.

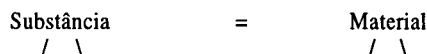
Através da análise de dados, também foram encontradas definições iguais para conceitos diferentes. Embora pouco frequentes, esses casos ocorreram no primeiro grupo (solução-mistura-1%, substância composta-material heterogêneo-1,0% e material homogêneo-material heterogêneo-0,5%) e no segundo

**Tabela 1.** Distribuição percentual dos tipos de respostas às perguntas sobre substância simples e composta.

Tipo de Resposta	1º grupo		2º grupo	
	alunos nº %	alunos nº %	alunos nº %	alunos nº %
<b>A- Enunciados Conceituais</b>	<b>166</b>	<b>87,8</b>	<b>141</b>	<b>76,2</b>
Sistemas evidenciados:				
1- Substância				
Substância simples / Substância Composta	154	81,5	141	76,2
2- Sistema				
Substância Simples / Substância Composta	09	4,7	-	-
3- Mistura				
Substância Simples / Substância Composta	01	0,5	-	-
4- Mineral				
Substância Simples / Substância Composta	01	0,5	-	-
5- Mistura				
Substância simples (Mistura simples) / Substância composta (Mistura composta)	01	0,5	-	-
<b>B-Enunciados Operacionais</b>	<b>01</b>	<b>0,5</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>C-Através de Exemplos</b>	<b>02</b>	<b>1,0</b>	<b>02</b>	<b>1,1</b>
<b>D-Incompreensíveis</b>	<b>13</b>	<b>6,9</b>	<b>14</b>	<b>7,6</b>
<b>E-Não responderam</b>	<b>07</b>	<b>3,7</b>	<b>28</b>	<b>15,1</b>

grupo (material homogêneo-substância simples- 0,5%).

Alguns alunos formularam suas respostas de forma que dois sistemas fossem análogos, ou seja, nos dois sistemas, os critérios de subordinação e coordenação usados pelo aluno foram iguais. Os únicos "sistemas análogos" evidenciados nas respostas dos alunos (que ocorreram com frequência de 2,7% dos alunos no segundo grupo e 0,5% no primeiro) foram:



Sub. Simples Sub. Composta Mat.Homogêneo Mat. Heterogêneo

A análise das respostas dadas às perguntas feitas mostrou que ocorreram cinco tipos de respostas: enunciados conceituais, operacionais, factuais, através de exemplos e incompreensíveis. A fim de comparar a frequência desses tipos de respostas em relação a todos os conceitos cuja definição foi solicitada, os dados foram organizados conforme se vê na tabela 17. Uma vez que os alunos sempre coordenaram, de algum modo, substância simples com substância composta e material homogêneo com material heterogêneo, o que não é verdadeiro para mistura e solução, foi necessário agrupar os dados para aqueles dois pares de conceitos.

A influência dos conceitos cotidianos no desenvolvimento dos conceitos científicos pôde ser constatada através dos resultados deste trabalho, os quais mostraram algumas características interessantes no modo como o conceito de substância é organizado pelos alunos, em relação a outros conceitos da Química.

Segundo Vygotsky<sup>4</sup>, conceitos científicos são aqueles conceitos adquiridos através da instrução formal (principalmente a escolar) e que se incorporam à consciência do indivíduo como resultado da aprendizagem. Conceitos cotidianos são aqueles adquiridos através da experiência cotidiana do indivíduo e que se formaram com a participação da atividade prática e da experiência direta. Nos científicos, predominam as relações lógicas abstratas e, nos cotidianos, as relações circunstanciais

**Tabela 2.** Distribuição percentual dos critérios usados pelos alunos para coordenação dos conceitos de substância simples e substância composta no sistema 1 da tabela 1.

Critérios	1º grupo		2º grupo	
	alunos nº %	alunos nº %	alunos nº %	alunos nº %
1-Número de elementos	83	43,9	19	10,3
2-Tipo de elemento	14	7,4	04	2,2
3-Número de substâncias	15	7,9	18	9,7
4-Tipo de substância	08	4,2	13	7,0
5-Número/tipo de substâncias	01	0,5	-	-
6-Número de moléculas	01	0,5	-	-
7-Tipo de molécula	03	1,6	01	0,5
8-Número de átomos	03	1,6	-	-
9-Tipo de átomo	03	1,6	02	1,1
10-Número de componentes	06	3,2	29	15,7
11-Tipo de componente	01	0,5	32	17,3
12-Número de compostos	03	1,6	-	-
13-Número de gases	01	0,5	-	-
14-Número de produtos químicos	01	0,5	-	-
15-Tipo de fórmula química	01	0,5	-	-
16-Ocorrência de reação	01	0,5	-	-
17-Número de fatores complexos	01	0,5	-	-
18-Tipo de carga	01	0,5	-	-
19-Tipo de matéria	01	0,5	01	0,5
20-Número de partículas	01	0,5	-	-
21-Tipo de material	-	-	06	3,2
22-Número de materiais	-	-	02	1,0
23-Tipo de constituinte	-	-	04	2,2
24-Origem da substância	-	-	01	0,5
25-Número de pontos	-	-	01	0,5
26-Decomposição de substâncias	-	-	01	0,5
27-Mistura de substâncias	02	1,0	-	-
28-Ligação a elementos simples/compostos	01	0,5	-	-
29-Pureza das substâncias	01	0,5	02	1,0
30-Forma de existência/caracterização	01	0,5	-	-
31-Natureza do constituinte	-	-	02	1,0
32-Mistura entre componente/constituinte	-	-	01	0,5
33-Número de componentes/constituintes	-	-	02	1,0

**Tabela 3.** Distribuição percentual dos critérios usados pelos alunos na coordenação de conceitos enunciados em respostas às perguntas sobre substância simples e composta nos sistemas 2, 3, 4 e 5 da tabela 1.

Sistemas	Critérios	1º grupo		2º grupo	
		alunos nº %	alunos nº %	alunos nº %	alunos nº %
2- Sistema					
S.Simples / S.Composta	Tipo de moléculas	09	4,7	-	-
3- Mistura					
S.Simples / S.Composta	Nº de elementos	01	0,5	-	-
4- Mineral					
S.Simples / S.Composta	Pureza do mineral	01	0,5	-	-
5- Mistura					
Subs.Simp. / Subs.Comp. (Mist. S.) / (Mist. C.)	Nº de substâncias	01	0,5	-	-

**Tabela 4.** Distribuição percentual dos tipos de respostas às perguntas sobre material homogêneo e material heterogêneo.

Tipo de resposta	1º grupo		2º grupo	
	alunos nº	%	alunos nº	%
<b>A- Enunciados Conceituais</b>	<b>97</b>	<b>51,3</b>	<b>110</b>	<b>59,4</b>
Sistemas evidenciados				
1- Material / \				
Material Homogêneo Material Heterogêneo	87	46,0	103	55,6
2- Material / \				
Material Homogêneo ?	08	4,2	05	2,7
3- Material / \				
? Material Heterogêneo	01	0,5	-	-
4- Componente / \				
Material Homogêneo Material Heterogêneo	-	-	01	0,5
5- Substância / \				
Material Homogêneo Material Heterogêneo	-	-	01	0,5
<b>B-Enunciados Operacionais</b>	-	-	-	-
<b>C-Através de Exemplos</b>	<b>02</b>	<b>1,0</b>	<b>02</b>	<b>1,1</b>
<b>D-Incompreensíveis</b>	<b>05</b>	<b>2,7</b>	<b>05</b>	<b>2,7</b>
<b>E-Não Responderam</b>	<b>85</b>	<b>45,0</b>	<b>68</b>	<b>36,8</b>

concretas. Enfim, a diferença psicológica fundamental entre esses conceitos é que os científicos se organizam num sistema hierárquico de inter-relações lógicas.

Os alunos responderam às perguntas do questionário na forma de enunciado conceitual, operacional, factual, através de exemplos ou de modo incompreensível. As respostas através de enunciados conceituais são aquelas nas quais os alunos manifestam um nível de abstração melhor. Isso porque, neste caso, eles pensam o conceito em termos de atributos que abstraem a sua característica essencial, o que permite inseri-lo num sistema hierárquico de inter-relações lógicas definidas. Mesmo no caso das definições circulares, o que parece ocorrer é uma tentativa de inserir o conceito num sistema hierárquico. Já nas respostas através de enunciados operacionais, os alunos mostram um nível mais baixo de abstração, visto que a ênfase cai em atributos relacionados à experiência direta. Quanto às respostas sob a forma de enunciado factual ou através de exemplos, o nível de abstração é extremamente baixo, pois o conceito é definido através de um exemplo específico.

Verificou-se que a maioria dos alunos respondeu às perguntas na forma de enunciados conceituais, situando os conceitos num sistema hierárquico (observe os sistemas 1 a 5 na tabela 1). Ainda que a maior parte destes sistemas apresente apenas rudimentos de uma hierarquização (observe os sistemas 6 a 15 na tabela 10), os alunos, na sua maioria, definiram os conceitos pedidos na forma de conceitos científicos, no sentido de que há alguma sistematização, ainda que possa não corresponder às exigências atuais da Química. Os conceitos **substância simples** e **substância composta**, **material homogêneo** e **material heterogêneo** foram os que os alunos definiram, quase na totalidade, na forma de enunciado conceitual. O termo **mistura** foi enunciado conceitualmente apenas por 28% dos alunos do primeiro grupo e por 32,4% dos do segundo. Um grande número definiu mistura sob a forma de enunciado operacional (25,9% no primeiro e 7,1% no segundo grupo), principalmente através do procedimento experimental. Já o termo **solução** foi definido operacionalmente pela maioria dos alunos que responderam ao

**Tabela 5.** Distribuição percentual dos critérios usados pelos alunos para a coordenação dos conceitos de material homogêneo e material heterogêneo no sistema 1 da tabela 4.

Critérios	1º grupo		2º grupo	
	alunos nº	%	alunos nº	%
1-Capacidade de misturar	24	12,7	14	7,6
2-Forma de apresentação na natureza	09	4,8	23	12,4
3-Tipo de material	11	5,8	05	2,7
4-Número de materiais	01	0,5	-	-
5-Tipo de elemento	04	2,1	01	0,5
6-Número de elementos	04	2,1	01	0,5
7-Formação de uma só unidade	02	1,0	-	-
8-Tipo de matéria	02	1,0	02	1,1
9-Número de matérias	02	1,0	01	0,5
10-Tipo de composição	01	0,5	-	-
11-Número de composições	01	0,5	-	-
12-Tipo de composto	01	0,5	-	-
13-Tipo de propriedades, características	01	0,5	-	-
14-Identificação após ser misturada	02	1,0	03	1,6
15-Tipo de mistura	02	1,0	02	1,1
16-Número de misturas	02	1,0	05	2,7
17-Tipo de substância	05	2,6	18	9,7
18-Número de substâncias	03	1,6	09	4,9
19-Número de componentes químicos	01	0,5	02	1,1
20-Preparação dos materiais	01	0,5	-	-
21-Separação de suas estruturas	01	0,5	-	-
22-Tipo de coisas	01	0,5	-	-
23-Tipo de forma ou consistência	01	0,5	-	-
24-Semelhança de material	02	1,0	-	-
25-Mistura de soluções	01	0,5	01	0,5
26-Número de elementos na última camada	01	0,5	-	-
27-Número de camadas	01	0,5	-	-
28-Tipo de partículas	-	-	03	1,1
29-Número de moléculas	-	-	01	0,5
30-Número de substâncias vistas a olho nu	-	-	01	0,5
31-Dissolução de substâncias	-	-	01	0,5
32-Tipo de componente	-	-	04	2,2
33-Tipo de aparelhagem necessária para visão das partículas	-	-	01	0,5
34-Número de compostos	-	-	01	0,5
35-Visão do material a olho nu	-	-	01	0,5
36-Igualdade entre componentes e constituintes	-	-	03	1,1

questionário: 30,2% do primeiro e 15,2% do segundo grupo, principalmente através do procedimento experimental/resultado obtido. Apenas 13,2% dos alunos do primeiro grupo e 19,5% do segundo definiram esse último conceito com um enunciado conceitual. Vale ressaltar que o número de alunos que não responderam às perguntas sobre mistura e solução em ambos os grupos foi muito grande, principalmente no segundo grupo (54,6% para mistura e 60,5% para solução).

Dos dados discutidos até aqui apenas aqueles que dizem respeito aos enunciados operacionais estão em conformidade com as conclusões do trabalho de Nogueira *et al.*<sup>5</sup> que afirmam haver, de modo geral, aprendizagem restrita a objetivos de baixo nível cognitivo. As respostas dadas através de enunciados operacionais necessitam da parte do aluno um nível de abstração menor que as respostas através de enunciados conceituais, pois, enquanto as primeiras estão relacionadas à experiência direta, as segundas situam o conceito num sistema hierárquico de inter-relações. Para os conceitos de mistura e solução, as respostas na forma de enunciados conceituais foram em um número extremamente pequeno. Vale ressaltar, assim, que a conclusão do trabalho referido não pode ser aplicada a todos os conceitos, uniformemente.

**Tabela 6.** Distribuição percentual dos critérios usados pelos alunos na coordenação de conceitos enunciados em respostas às perguntas sobre material homogêneo e material heterogêneo nos sistemas 2, 3, 4 e 5 da tabela 4.

Sistemas	Critérios	1º grupo		2º grupo	
		alunos nº	%	alunos nº	%
2- Material / \ Mat.Homogêneo ?	1-Forma de apresentação na natureza	01	0,5	01	0,5
	2-Tipo de elemento	01	0,5	-	-
	3-Material quimicamente igual	01	0,5	-	-
	4-Tipo de material	01	0,5	-	-
	5-Tipo de solução	01	0,5	-	-
	6-Formação	01	0,5	-	-
	7-Mistura homogeneamente	01	0,5	-	-
	8-Nº de ingredientes	01	0,5	-	-
	9-Nº de partículas	-	-	01	0,5
	10-Tipo de moléculas	-	-	01	0,5
	11-Percepção da substância quimicamente misturada	-	-	01	0,5
	12-Tipo de substância	-	-	01	0,5
3- Material / \ ? Mat.Heterog.	Forma de apresentação na natureza	01	0,5	-	-
4- Componente / \ Mat.Homog. Mat.Heter.	Forma de apresentação na natureza	-	-	01	0,5
5- Substância / \ Mat.Homog. Mat.Heter.	Nº de componentes	-	-	01	0,5

**Tabela 7.** Distribuição percentual de respostas à pergunta sobre o conceito de mistura.

Tipo de Resposta	1º grupo		2º grupo	
	alunos nº	%	alunos nº	%
<b>A- Enunciados Conceituais</b>	<b>53</b>	<b>28,0</b>	<b>60</b>	<b>32,4</b>
<b>B- Enunciados Operacionais</b>	<b>49</b>	<b>25,9</b>	<b>13</b>	<b>7,1</b>
1- Procedimento experimental	28	14,8	09	4,9
2- Resultado obtido	19	10,1	04	2,2
3- Proced.exp./resultado	02	1,0	-	-
<b>C- Enunciados Factuais</b>	<b>02</b>	<b>1,0</b>	-	-
<b>D- Através de Exemplos</b>	<b>04</b>	<b>2,1</b>	<b>05</b>	<b>2,7</b>
<b>E- Incompreensíveis</b>	<b>06</b>	<b>3,2</b>	<b>06</b>	<b>3,2</b>
<b>F- Não Responderam</b>	<b>75</b>	<b>39,7</b>	<b>101</b>	<b>54,6</b>

**Tabela 8.** Distribuição percentual de respostas à pergunta sobre o conceito de solução.

Tipo de Resposta	1º grupo		2º grupo	
	alunos nº	%	alunos nº	%
<b>A- Enunciados Conceituais</b>	<b>25</b>	<b>13,2</b>	<b>36</b>	<b>19,5</b>
<b>B- Enunciados Operacionais</b>	<b>57</b>	<b>30,2</b>	<b>28</b>	<b>15,2</b>
1- Procedimento experimental	03	1,6	-	-
2- Resultado obtido	12	6,3	07	3,8
3- Proced.exp./resultado	42	22,2	21	11,4
<b>C- Enunciados Factuais</b>	<b>01</b>	<b>0,5</b>	<b>02</b>	<b>1,1</b>
<b>D- Através de Exemplos</b>	<b>04</b>	<b>2,1</b>	<b>01</b>	<b>0,5</b>
<b>E- Incompreensíveis</b>	<b>11</b>	<b>5,8</b>	<b>06</b>	<b>3,2</b>
<b>F- Não Responderam</b>	<b>91</b>	<b>48,1</b>	<b>112</b>	<b>60,5</b>

**Tabela 9.** Distribuição percentual de sistemas conceituais evidenciados na respostas dos alunos às perguntas sobre mistura e solução.

Sistemas	1º grupo		2º grupo	
	alunos nº	%	alunos nº	%
1- Material Químico / \ Mistura Solução	01	0,5	03	1,6
2- Substância / \ Mistura Solução	02	1,0	04	2,1
3- Material Homogêneo / \ Mistura Solução	-	-	01	0,5
4- ? / \ Mistura Solução	-	-	05	2,7
5- Material / \ Mistura ? / \ Solução ?	-	-	01	0,5

Cotidianamente, o termo **substância** não sugere uma operação, pois o verbo **substanciar** (fortalecer, corroborar, resumir) raramente é utilizado no cotidiano. A palavra substância é conhecida pelos alunos, antes de aprendê-la formalmente, como sinônimo de **coisa**, **material**, **elemento** ou mesmo como adjetivo **substanciosa**. O mesmo ocorre com o conceito de **material**: esse termo é utilizado no dia-a-dia como sinônimo de **coisa**. Já a palavra **mistura** sugere um procedimento comumente usado pelos alunos desde a sua infância: o ato de misturar coisas.

**Tabela 10.** Distribuição percentual de sistemas conceituais evidenciados nas respostas dos alunos à pergunta sobre o conceito de solução.

Sistemas	1º grupo		2º grupo	
	alunos nº	%	alunos nº	%
6- Mistura Homogênea / \ Solução ?	01	0,5	-	-
7- Sistema / \ Solução ?	08	4,2	-	-
8- Mistura / \ Solução ?	02	1,0	07	3,8
9- Material Homogêneo / \ Solução ?	-	-	02	1,1
10- Substância / \ Solução ?	-	-	01	0,5
11- Material / \ Solução ?	-	-	02	1,1
12- Composto / \ Solução ?	01	0,5	-	-
13- Reação / \ Solução ?	-	-	01	0,5
14- Elemento / \ Solução ?	02	1,0	-	-
15- ? / \ Solução ?	08	4,2	09	4,9

**Tabela 11.** Distribuição percentual dos sistemas conceituais evidenciados nas respostas dos alunos à pergunta sobre o conceito de mistura.

Sistema	1º grupo		2º grupo	
	alunos nº	%	alunos nº	%
16- Sistema / \ Mistura ?	10	5,3	-	-
17- Material / \ Mistura ?	02	1,0	01	0,5
18- Composto / \ Mistura ?	01	0,5	01	0,5
19- Material Homogêneo / \ Mistura ?	-	-	02	1,1
20- Substância / \ Mistura ?	01	0,5	01	0,5
21- Matéria ou Substância / \ Mistura ?	01	0,5	-	-
22- Solução / \ Mistura ?	-	-	02	1,1
23- Composição / \ Mistura ?	-	-	02	1,1
24- ? / \ Mistura ?	36	19,0	37	20,0

**Tabela 12.** Distribuição percentual dos critérios usados pelos alunos na coordenação de conceitos enunciados em resposta às perguntas sobre mistura e solução referentes aos sistemas 1 a 5 da tabela 9.

Sistemas	Critérios	1º grupo		2º grupo	
		alunos nº	%	alunos nº	%
1- Material Químico / \ Mistura Solução	1-Ocorrência de reação entre as substâncias do material	01	0,5	-	-
	2-Diluição do material	-	-	01	0,5
	3-Aspecto do material	-	-	01	0,5
	4-Ident. visual do material	-	-	01	0,5
2- Substância / \ Mistura Solução	1-Mudança de estrutura	02	1,0	-	-
	2-Separabilidade dos componentes	-	-	01	0,5
	3-Misturas de substâncias	-	-	01	0,5
	4-Mudança de valor da substância	-	-	01	0,5
	5-Proporcionalidade das substâncias	-	-	01	0,5
3- Material homogêneo / \ Mistura Solução	1-Proporcionalidade das substâncias	-	-	01	0,5
4- ? / \ Mistura Solução	1-Tipo de substância	-	-	01	0,5
	2-Tipo de material obtido	-	-	01	0,5
	3-Proporcionalidade das substâncias	-	-	01	0,5
	4-Proporcionalidade	-	-	01	0,5
	5-Definição de substâncias	-	-	01	0,5
5- Material / \ Mistura ? / \ Solução ?	1-Inseparabilidade	-	-	01	0,5

**Tabela 13.** Distribuição percentual dos critérios usados pelos alunos na coordenação de conceitos enunciados nas respostas à pergunta sobre solução referentes ao sistemas 6 a 10 da tabela 10.

	Sistemas	Critérios	1º grupo		2º grupo	
			alunos nº	%	alunos nº	%
6-	Mistura Homogênea / \ Solução ?	1-Nº de subst./nº de fases	01	0,5	-	-
7-	Sistema / \ Solução ?	1-Nº de subst./nº de fases 2-Tipo de molécula	07 01	3,7 0,5	-	-
8-	Mistura / \ Solução ?	1-Nº de componentes 2-Nº de elementos 3-Nº de substâncias 4-Tipo de substância 5-Solubilidade 6-Miscibilidade	01 01 - - - -	0,5 0,5 - - - -	- - 04 01 01 01	- - 2,2 0,5 0,5 0,5
9-	Material homogêneo / \ Solução ?	1-Uniformidade x proporção de substâncias	-	-	02	1,1
10-	Substância / \ Solução ?	1-Solubilidade	-	-	01	0,5

**Tabela 14.** Distribuição percentual dos critérios usados pelos alunos na coordenação de conceitos enunciados nas respostas à pergunta sobre solução referentes ao sistemas 11 a 15 da tabela 10.

	Sistema	Critérios	1º grupo		2º grupo	
			alunos nº	%	alunos nº	%
11-	Material / \ Solução ?	1-Presença de substâncias 2-Solubilidade	-	-	01 01	0,5 0,5
12-	Composto / \ Solução ?	1-Presença de elementos químicos	01	0,5	-	-
13-	Reação / \ Solução ?	1-Presença de substâncias no resultado	-	-	01	0,5
14-	Elemento / \ Solução ?	1-Formação de solução 2-Agrupamento de moléculas	01 01	0,5 0,5	-	-
15-	? / \ Solução ?	1-Nº de elementos 2-Capacidade de formar elementos 3-Nº de substâncias 4-Nº/tipo de substâncias 5-Inseparabilidade de substância 6-Solubilidade de substâncias 7-Número de substâncias/formação de solução 8-Número de materiais 9-Percepção de materiais 10-Capacidade de misturar/diluir	03 01 02 01 - 01 01 - - 01	1,6 0,5 1,0 0,5 - 0,5 0,5 - - 0,5	- - 02 - 01 - - 01 01 -	- - 1,1 - 0,5 - - 0,5 0,5 -

O mesmo acontece para o conceito de **solução**. Esse termo é usado pelo aluno, desde criança, como o resultado de algum problema ou como o resultado de alguma operação. Assim, é natural que os conceitos de mistura e solução sejam definidos, por um grande número de alunos, através de definições operacionais (**através do procedimento experimental e através do**

**procedimento experimental e resultado obtido**, respectivamente) visto que, cotidianamente, eles são definidos desse modo.

Segundo Vygotsky<sup>4</sup>, o ensino de conceitos científicos transforma gradualmente a estrutura dos conceitos cotidianos do indivíduo e ajuda a organizá-los num sistema, promovendo, assim, o indivíduo para níveis mais elevados de desenvolvimento. Pois,

**Tabela 15.** Distribuição percentual dos critérios usados pelos alunos na coordenação de conceitos enunciados nas respostas à pergunta sobre mistura referentes aos sistemas 16 a 23 da tabela 11.

	Sistemas	Critérios	1º grupo		2º grupo	
			alunos nº	%	alunos nº	%
16-	Sistema / \ Mistura ?	1-Tipo de molécula 2-Número de substâncias	09	4,8	-	-
17-	Material / \ Mistura ?	1-Homogêneas e heterogêneas 2-Aspecto homogêneo 3-Uniformidade de ponto a ponto	01	0,5	-	-
18-	Composto / \ Mistura ?	1-Decomposição/nº/tipo de substância 2-Nº e tipo de substâncias	01	0,5	-	-
19-	Mat. homogêneo / \ Mistura ?	1-Uniformidade de aspecto	-	-	02	1,1
20-	Substância / \ Mistura ?	1-Mistura de componentes 2-Reversibilidade	-	-	01	0,5
21-	Matéria ou subst. / \ Mistura ?	1-Bons resultados	01	0,5	-	-
22-	Solução / \ Mistura ?	1-Presença de substância 2-Nº de substâncias	-	-	01	0,5
23-	Composição / \ Mistura ?	1-Tipo de substância 2-Miscibilidade	-	-	01	0,5

cada vez que se faz a introdução de um conceito em um sistema se está utilizando de duas funções psicológicas complexas: a abstração e a generalização. Abstrai-se quando se está referindo às características comuns dos diversos exemplares do conceito e, generaliza-se quando o indivíduo usa uma palavra para designar uma enorme variedade de exemplares de objetos, situações ou eventos. Cada aluno traz consigo um número enorme de conceitos cotidianos, característicos de sua trajetória de vida, os quais, como já foi dito, influenciam a aprendizagem dos conceitos científicos.

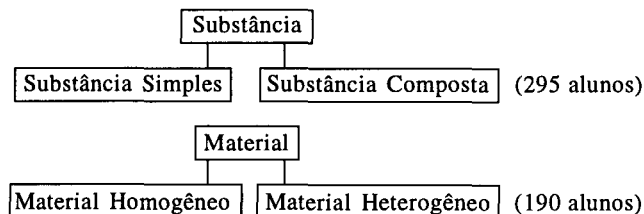
A influência dos conceitos cotidianos pode explicar o número enorme de critérios usados para definir os conceitos pedidos (ver tabelas 2, 5, 6, 12, 13, 14, 15 e 16). Uma vez que todos os alunos questionados estavam cursando um mesmo ano, numa mesma escola e tinham o mesmo professor de Química, então a variabilidade de critérios não podia ser atribuída a esses fatores. Ela pode ser devida ao que o aluno já sabia antes desse ensino: seja através da instrução formal ou informal. Por isso, normalmente, não é tarefa fácil ao professor ensinar no primeiro ano do Ensino Médio conceitos já vistos anteriormente. Ele desconhece o que cada aluno estudou no Ensino Fundamental, provavelmente em escolas bem diferentes. Desconhece também o que cada um aprendeu através do ensino informal (jornais, televisão, revistas etc.).

O professor muitas vezes não entende o que acontece. Na verdade ele não compreende que, "na aplicação de um espírito a outro é que se tem descortinado o processo de ensino-aprendizagem, estando no ato de ensinar a melhor maneira de aprender, de avaliar a solidez das nossas idéias. Assim sendo, o trabalho educativo consiste essencialmente em uma relação dialógica, onde não se dá apenas um intercâmbio de idéias, mas sua construção. Não existem respostas prontas para perguntas previsíveis, mas a constante aplicação do pensamento

para a elaboração de um intertexto. Consequentemente, a aprendizagem não possui o caráter a ela atribuído nos bancos escolares - perfeita imagem dos que se sentam para passivamente ver e ouvir. Não se aprende pelo acúmulo de informações; as informações só se transformam em conhecimento na medida em que modificam o espírito do aprendiz" (Lopes<sup>6</sup>).

Os resultados também mostraram a influência do livro didático na formação dos conceitos abordados nesse trabalho. Os resultados do primeiro grupo refletem a aprendizagem dos conceitos após o professor tê-los trabalhado utilizando livros didáticos comumente adotados em nossas escolas de Ensino Médio e os resultados do segundo grupo refletem a aprendizagem dos mesmos conceitos após a utilização do material didático **O Universo da Química**<sup>1</sup>.

O número de sistemas conceituais relacionados à pergunta sobre substância simples e composta, material homogêneo e heterogêneo (10 sistemas) foi bem menor que o número de sistemas relacionados à pergunta sobre mistura e solução (24 sistemas). Os sistemas mais evidenciados em todas as respostas foram:



O sistema relacionado à substância está dessa maneira disposto nos livros didáticos, tanto nos comumente veiculados quanto no **O Universo da Química**<sup>1</sup>. O sistema referente a material está



**Tabela 16.** Distribuição percentual dos critérios usados pelos alunos na coordenação de conceitos enunciados nas resposta à pergunta sobre mistura no sistema 24 da tabela 11.

Critérios	1º grupo		2º grupo	
	alunos nº	%	alunos nº	%
1-Número de elementos	07	3,7	03	1,6
2-Número de substâncias	10	5,3	21	11,3
3-Tipo de substância	02	1,0	03	1,6
4-Número/tipo de substâncias	01	0,5	-	-
5-Tipo de molécula	02	1,0	-	-
6-Número de produtos químicos	01	0,5	-	-
7-Número de coisas simples	01	0,5	-	-
8-Atração de substâncias	01	0,5	-	-
9-Número de componentes	01	0,5	-	-
10-Número de objetos ou elementos	01	0,5	-	-
11-Tipo de componentes	01	0,5	-	-
12-Número/tipo de átomos	01	0,5	-	-
13-Tipo de elétron	01	0,5	-	-
14-Número de composições	01	0,5	-	-
15-Número de elementos ou substâncias	01	0,5	01	0,5
16-Número de materiais	-	-	04	2,2
17-Número de compostos	-	-	01	0,5
18-Número de massas ou corpos	01	0,5	-	-
19-Tipos de átomos ou moléculas	-	-	01	0,5
20-Número e tipo de material	01	0,5	-	-
21-Tipo de material	-	-	01	0,5
22-Número/tipo de componentes do elemento	-	-	01	0,5
23-Solubilidade	-	-	01	0,5
24-Presença de volume	-	-	01	0,5
25-Número de matéria	01	0,5	-	-
26-Capacidade de formar solução	01	0,5	-	-

**Tabela 17.** Percentuais de alunos que responderam às perguntas na forma de enunciados conceituais (1 - 4), enunciados operacionais (5 - 11), enunciados factuais (12, 13) e através de exemplos (14 - 17).

Conceitos	1º grupo		2º grupo	
	alunos nº	%	alunos nº	%
1-Substância Simples e Composta	166	87,8	141	76,2
2-Material Homogêneo e Heterogêneo	97	51,3	110	59,4
3-Mistura	53	28,0	60	32,4
4-Solução	25	13,2	36	19,5
A - Pelo procedimento experimental				
5-Mistura	28	14,8	09	4,9
6-Solução	03	1,6	-	-
B - Pelo resultado obtido				
7-Mistura	19	10,0	09	4,9
8-Solução	12	6,3	07	3,8
C - Pelo procedimento experimental e pelo resultado obtido				
9-Solução	42	22,2	21	11,4
10-Mistura	02	1,0	-	-
11-Substância	01	0,5	-	-
12-Solução	01	0,5	02	1,1
13-Mistura	02	1,0	-	-
14-Mistura	04	2,1	05	2,7
15-Solução	04	2,1	01	0,5
16-Substância Simples e Composta	02	1,0	02	1,1
17-Material Homogêneo e Heterogêneo	02	1,0	02	1,1

presente apenas no O Universo da Química<sup>1</sup>; apesar disto, ele surgiu nos dois grupos. Pode-se explicar este fato considerando que os termos **substância simples** e **substância composta**, **material homogêneo** e **material heterogêneo** são termos compostos, sendo que o primeiro termo já sugere o termo supra-ordenado, o que não acontece para **mistura** e **solução**.

Considerando a pergunta sobre substância simples e substância composta, o número de sistemas diminuiu, do primeiro para o segundo grupo, de cinco para um (o de nº 1 da tabela 1, o mesmo preponderante do primeiro grupo). Isso pode demonstrar, provavelmente, a clareza da apresentação desse sistema no material didático aplicado no segundo grupo. Foram identificados 24 critérios diferentes para coordenar os conceitos de substância simples e substância composta nesse sistema (o de nº 1 da tabela 1) no primeiro grupo e 19 no segundo, representando uma variabilidade ligeiramente menor no segundo grupo. Os critérios preponderantes foram, no primeiro grupo, "número de elementos" (43,9%) e "número de substâncias" (7,9%); e, no segundo, "tipo de componentes" (17,5%), "número de componentes" (15,7%), "número de elementos" (10,3%) e "número de substâncias" (7,5%).

Nos livros didáticos comumente usados pelos professores para elaborarem suas aulas, a definição de substância simples é a seguinte: é a substância formada por átomos de um mesmo elemento químico e substância composta é a substância formada por átomos de elementos químicos diferentes. No material **O Universo da Química**<sup>1</sup>, substância simples é definida como o tipo de substância cujos constituintes têm um, e somente um, tipo de componente e substância composta como o tipo de substância cujos constituintes têm mais de um tipo de componente.

Assim, o critério "número de elementos", preponderante no primeiro grupo, parece refletir o critério usado para diferenciar substância simples de composta presente nos livros didáticos usados nas escolas: "átomos de elementos químicos iguais ou diferentes". Esse mesmo critério vai permanecer com uma taxa de 10,3% no segundo grupo apesar de o material didático ter mudado. Isso pode ser fruto da aprendizagem desses conceitos já no Ensino Fundamental, onde os livros disponíveis trazem estas definições desta maneira. Exemplo disto é a definição de substância simples: "são formadas de moléculas constituídas por átomos do mesmo elemento químico" (Marques e Porto<sup>7</sup>) e substância composta "são formadas por átomos de elementos químicos diferentes" (Cruz<sup>8</sup>). O segundo critério preponderante no primeiro grupo, "número de substâncias", permanece com a mesma percentagem no segundo grupo. É uma definição circular, sempre usada pelos alunos; o conceito é definido através do próprio conceito: substância simples é uma substância que só tem uma substância.

Os critérios preponderantes no segundo grupo, "tipo de componentes" e "número de componentes", refletem o uso do material didático **O Universo da Química**<sup>1</sup>, diferente do primeiro grupo, ainda que não correspondam exatamente à definição dada no material. Para a maioria dos alunos que usaram o critério "número de componentes", percebe-se, através de suas respostas, que, na realidade, estariam falando "tipo de componente": quando falam 1 componente, parece estar implícito 1 tipo de componente e não a unidade **um**. O mesmo podemos afirmar para os resultados do 1º grupo em relação ao número de elementos e tipo de elementos. Um exemplo disto é quando o aluno diz que substância simples é a substância que só tem um elemento (ex: H<sub>2</sub>) e substância composta é quando a substância tem dois ou mais elementos (ex: H<sub>2</sub>O). Pelas respostas dadas pelo aluno na enunciação dos conceitos de substância simples e composta, percebe-se que, neste caso, dois elementos não significam H<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>, mas sim, H<sub>2</sub>O; ou seja, significam dois tipos de elementos, no caso, H e O.

Do primeiro para o segundo grupo, houve também um aumento considerável de respostas em branco, o que pode significar

que, ao preferirem não responder, os alunos já atingiram a compreensão de que algo estaria incorreto nas suas próprias formulações. Se este for o caso, isto já significa algum avanço cognitivo, fruto, provavelmente, do ensino que recebeu.

Para a classificação de material em homogêneo e heterogêneo, os principais critérios em ambos os grupos foram: capacidade de misturar (preponderante no primeiro grupo) e forma de apresentação na natureza (preponderante no segundo grupo), tipo de substância e número de substâncias. Os alunos usaram esses dois últimos critérios em ambos os grupos relacionando substância a fase; ou seja, se ele "vê" duas fases no material relaciona isso a duas substâncias presentes nesse material. Para estes alunos, material homogêneo seria a mesma coisa que substância. Capacidade de misturar para esse aluno significa capacidade de formar um material com uma só fase. As expressões material homogêneo e material heterogêneo não são normalmente usadas nos livros didáticos mais comuns; estes usam, no seu lugar, mistura homogênea e heterogênea. Mistura homogênea seriam as soluções e mistura heterogênea as suspensões e colóides. No material didático **O Universo da Química**<sup>1</sup>, mistura e solução são tipos de material homogêneo.

As respostas dos alunos para a pergunta sobre mistura e solução na forma de enunciados conceituais foram as mais diversas. Um dos critérios para definir esses conceitos que mais apareceu foi "número de substâncias". Novamente, substância é confundida com outros conceitos, no caso agora, com solução ou com mistura. Se for uma substância é **solução**, se forem duas ou mais substâncias misturadas é uma **mistura** e vice-versa.

A respeito do conceito de substância, que é o foco deste trabalho, verificou-se que, embora definido com uma grande variabilidade de critérios, esse conceito, para os alunos, é o que se mostra com maior grau de abstração, relativamente a outros. Entretanto, é preciso considerar que há alguma sobreposição deste conceito com outros como material, mistura e solução. Substância é algo, é uma coisa que se apresenta em uma só fase. Há uma reificação da substância por parte dos alunos. Enquanto que modernamente se define substância através de uma relação entre o mundo concreto (**porção da matéria**) e o mundo abstrato (**que tem somente um tipo de constituinte**), os alunos usam o termo substância para se referir a qualquer coisa material. A definição, já tão distante, de Aristóteles (substância é cada uma das coisas que existem) é a que permanece para os alunos e para muitos autores de livros didáticos.

O termo **substância** só apareceu, na maioria dos livros brasileiros, após 1930. Até essa data, o termo usado era **corpo**. Classificavam-se os corpos em simples e compostos no lugar de substâncias simples e compostas; como corpo é uma parte limitada de matéria, o termo substância foi, então, introduzido como uma porção de matéria. O termo substância é introduzido nos livros didáticos com a definição aristotélica: "substância é determinada matéria, acessível à nossa observação e considerada quanto à sua natureza" (Costa e Pasquale<sup>9</sup>); "por substância se entende uma determinada espécie de matéria" (Décourt<sup>10</sup>). Mesmo em livros atuais, como o de Silveira<sup>11</sup>, a definição de substância não aparece como uma relação: "substância pura é um conjunto de moléculas iguais".

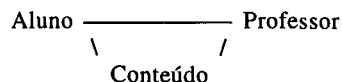
Assim, há séculos vêm-se utilizando no dia-a-dia e em muitos livros didáticos a definição aristotélica de substância. Isto pode ser visto também nos livros do Ensino Fundamental: "substâncias são diferentes variedades de matéria" (Cruz<sup>8</sup>); "cada uma das espécies de matéria que constituem o universo é uma substância" (Marques e Porto<sup>7</sup>); "os diferentes materiais são as substâncias químicas, formadas pela reunião dos elementos" (Gowdak<sup>12</sup>). Logo, quando na escola, seja de Ensino Fundamental ou Médio, é apresentada uma definição para substância na forma de relação, é necessário que se evidenciem,

primeiro, os problemas que surgem ao se trabalhar com a definição aristotélica para que haja uma aprendizagem efetiva da definição mais atual.

Muitos dos alunos não conseguem, diante de uma transformação, identificar se houve ou não uma reação química. Uma das hipóteses que se faz para tentar explicar esse fato é a consideração de que reação química é definida normalmente como uma transformação em que, a partir de alguma(s) substância(s), se forma(m) nova(s) substância(s); e que, para reconhecer uma reação é necessário compreender antes o que é substância. Como eles pensam a substância como uma coisa, provavelmente, muitos só identificarão uma reação química quando as evidências forem tangíveis como, por exemplo, uma mudança radical de cor. Essas considerações também podem ser uma hipótese para explicar o porquê de muitos de nossos alunos terem problema em diferenciar as substâncias de materiais homogêneos e solução (pois os três têm apenas um aspecto visual, como se tivessem apenas uma coisa ou uma substância) assim como também têm dificuldade em diferenciar substância composta de material heterogêneo.

Mesmo os alunos questionados no segundo grupo reificaram o conceito de substância, apesar de o material usado ter sido elaborado com a preocupação de se definir os conceitos obedecendo a relações lógicas diferentes daquelas encontradas em muitos livros didáticos comuns.

O processo ensino-aprendizagem envolve, de modo dinâmico, a tríade:



Logo, o livro (conteúdo) é um dos elementos fundamentais do processo. Além dele, estão o professor e o aluno. O sucesso da aprendizagem vai depender também de como o professor e o aluno vão usar o livro. Como diz Lopes<sup>13</sup>, tem-se que considerar que o livro não é, em si, uma obra fechada, sendo possível que se faça bom uso de um mau texto ou um mau uso de um bom texto. Assim, o papel do professor é fundamental no processo de ensino-aprendizagem. Além disto, é preciso considerar que o aluno se apropria do conhecimento, não como tábula rasa, mas num processo interativo com suas concepções prévias.

## CONCLUSÃO

Vários indicadores de problemas, no ensino de Química no curso médio, foram apontados anteriormente: aprendizagem reduzida ou praticamente nula, desinteresse dos alunos pela disciplina, o que leva ao abandono ou aprovação dos alunos sem aproveitamento suficiente. Beltran e Ciscato<sup>14</sup> afirmam que as pessoas sabem muito pouco de Química após frequentar os Ensinos Fundamental e Médio. Através deste trabalho, pôde-se ver que as pessoas detêm algum conhecimento de Química, porém, um conhecimento, por vezes, desatualizado, de séculos atrás, baseado, por exemplo, no conceito de substância de Aristóteles e que, apesar da Química ter evoluído muito, principalmente neste século, os livros didáticos, na sua maioria, falam, muitas vezes, de uma Química do passado.

Giesbrecht<sup>15</sup> afirma que, com muita frequência, a Química é ensinada de maneira estanque e divorciada da realidade. Muitos dos termos usados em Química são bastante empregados no dia-a-dia com outro sentido. Neste trabalho, foi possível mostrar a influência dos conceitos cotidianos na aprendizagem dos conceitos científicos. Essa influência mostrou-se mais clara para os conceitos de mistura e solução do que para substância e material. Assim, parece que ensinar conceitos de Química que são utilizados com muita frequência polissemicamente, no cotidiano, é mais trabalhoso do que ensinar aqueles

com menor grau de polissemia. Então, quando se fala que é preciso introduzir o cotidiano no ensino de Química não se está, nem se poderia estar dizendo que é necessário apenas citar exemplos do cotidiano no ensino. É necessário, também, identificar as múltiplas concepções cotidianas dos alunos a respeito de tais conceitos e trabalhar no sentido de ajudar o aluno a reconstruir os seus conceitos.

Vários autores, entre eles Linguanoto<sup>16</sup> e Chrispino<sup>17</sup>, relatam que a maioria das pessoas não gosta de Química, acha-a extremamente difícil e pensa que só a aprende decorando. Uma das hipóteses levantadas nesse trabalho e que tenta esclarecer esses fatos, é a de que a maioria dos livros traz os conceitos isolados, sem situá-los num sistema hierarquizado de inter-relações, ou o faz de uma forma muito confusa. Além disso, como na linguagem da Química usa-se inúmeros termos do cotidiano só que com outro sentido, a aprendizagem da Química torna-se realmente difícil para o aluno.

As causas apontadas por muitos autores para os problemas do ensino da Química no nível médio são inúmeras. Algumas estão ligadas à estrutura e funcionamento do ensino: currículos inadequados e extensos, professores despreparados, péssimas condições de trabalho desses professores e falta de material de apoio ao professor. Este trabalho permite fazer uma reflexão no sentido de que, além de aumentar o salário dos professores e ampará-los com materiais de apoio (vídeo, retro-projetor etc.), diminuir os currículos e adequá-los a cada região, é preciso, também, preocupar-se com a organização dos conceitos nos livros didáticos, uns em relação aos outros e com a questão de como trabalhá-los com os alunos. Assim, talvez, haja necessidade de se formar grupos de professores da Universidade e do Ensino médio para que juntos produzam materiais didáticos de melhor qualidade e discutam formas melhores de aplicá-los.

Outras causas estão ligadas às condições de ensino propriamente ditas: falta de material didático e metodologia adequada ao ensino enfatizando a organização dos conteúdos de modo inadequado nos livros didáticos disponíveis. Como foi visto no decorrer deste trabalho, uma reformulação dos conceitos presentes nos nossos livros didáticos, organizando-os e atualizando-os é uma tarefa que provavelmente ajudará a melhorar o ensino de Química neste país. Adicionalmente, junto com essa reformulação sugere-se adequar a metodologia usada pelo professor para se ensinar esses conceitos. Pois, como foi visto, apesar de o professor ter usado, no segundo grupo, um material didático atualizado, com os sistemas conceituais, os enunciados dos conceitos e o modo de sequenciá-los e sistematizá-los estabelecidos, o resultado mostrado neste trabalho foi que os alunos empregaram critérios diferentes tanto quanto ao número quanto a sua natureza para coordenar os conceitos. Poucos foram os alunos que estabeleceram os sistemas e os respectivos critérios como os do material didático utilizado. Uma hipótese possível para explicar este fato seria que a metodologia empregada pelo professor não foi adequada. Talvez, o que tenha faltado foi uma investigação, por parte do professor, acerca do que o aluno já sabia, visando a auxiliá-lo melhor na reelaboração de seus conceitos.

Concluindo, pode-se dizer que há uma grande influência dos conceitos cotidianos na aprendizagem dos conceitos científicos. Pôde-se notar isso através da variedade de critérios usados pelos alunos para definir os conceitos de substância simples e composta, material homogêneo e heterogêneo, mistura e solução. Apesar de ter mudado o material didático do primeiro para o segundo grupo, o número de critérios continuou muito grande. Pôde-se notar essa influência também através do seguinte fato: os termos que, com maior frequência, aparecem na fala cotidiana são aqueles para os quais ocorreram menor percentagem de enunciados conceituais, em ambos os grupos; no caso, mistura e solução.

Outra conclusão é que o livro didático tem um papel muito importante na aprendizagem dos conceitos científicos, na medida em que ele pode modificar a direção da influência dos conceitos cotidianos, o que depende, é evidente, de como for usado pelo professor. Pôde-se notar isso na comparação dos critérios: os principais usados pelos alunos de um grupo para definirem um determinado conceito refletem a maneira como o livro didático (usado pelo professor) definiu esse conceito. A organização dos conteúdos no livro é um fator importante para a promoção de formas mais complexas do pensamento. O material didático aplicado no segundo grupo (não convencional) diminuiu bastante a frequência de enunciados operacionais, principalmente para os conceitos que mais sofrem a influência do cotidiano (mistura e solução) e aumentou o número de respostas em branco para estes mesmos conceitos.

Assim, esse trabalho se encerra sugerindo que se formem grupos compostos por professores do Ensino Superior, Médio e Fundamental para que somem esforços no sentido de elaborarem novos textos didáticos levando em conta a natureza do conhecimento formal e a interação deste com as concepções cotidianas do aluno.

## AGRADECIMENTOS

A CAPES pelo apoio financeiro, à UnB e UFG pelas condições de realização do trabalho.

## REFERÊNCIAS

1. Rocha-Filho, R. C.; Silva, R. R.; Souza, E. C. P.; Tolentino, M.; Tunes, E.; *O Universo da Química*; trabalho não publicado.
2. Tolentino, M.; Silva, R. R.; Rocha-Filho, R. C.; Tunes, E.; *Ci. e Cult.*, (1986), **38**, 1721.
3. Silva, R. R.; Rocha-Filho, R. C.; Tunes, E.; Tolentino, M.; *Ci. e Cult.*, (1986), **38**, 2028.
4. Vygotsky, L. S.; *Pensamento e Linguagem*; Martins Fontes, São Paulo, (1989).
5. Nogueira, J. C.; Silva, R. R.; Rocha-Filho, R. C.; Hartwig, D. R.; Dal Pian, M. C.; Tunes, E.; De Rose, J. C.; Bori, C. M., De Rose, T. M. S.; *Quím. Nova* (1981), **4**, 44.
6. Lopes, A. R. C.; *Livros Didáticos: Obstáculos ao Aprendizado da Ciência Química*. Dissertação de mestrado. Rio de Janeiro, (1990).
7. Marques e Porto; *Ciências - 8ª série*; Scipione, São Paulo, (1988), p. 47.
8. Cruz, D.; *Ciências - 8ª série*; Ática, São Paulo (1990), p. 51.
9. Pasquale, C.; Costa, C.; *Química - 1ª série*; Ed. do Brasil SA, São Paulo (1951), p. 13, 33, 36.
10. Decourt, P.; *Química 3º livro*; Melhoramentos, São Paulo, (1951), p. 123.
11. Silveira, A. T.; *Química Geral*; FTD, São Paulo, (1991).
12. Gowdak, D.; *Ciências - 8ª série*; Ed. FTD, São Paulo (1990), p. 40.
13. Lopes, A. R. C.; *Livros Didáticos: Obstáculos ao Aprendizado da Química*. In: *6º Encontro Nacional de Ensino de Química*, (1992), São Paulo.
14. Beltran, N. O.; Ciscato, C. A. M.; *Química*; Coleção Magistério de Segundo Grau; Cortez, São Paulo, (1991).
15. Giesbrecht, E.; O ensino da Química no Brasil - problemas e perspectivas, *Anais da Associação Brasileira de Química*; (1979), **30**, 5.
16. Linguanoto, M.; O que está acontecendo com o ensino de Química no segundo grau? In: *Anais da IX Conferência Internacional de Educação Química*, (1987), São Paulo, p. 265-276.
17. Chrispino, A.; *Tecnologia Educacional*, (1988), **17**, 47.