

Ministério da Educação Secretaria  
Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão  
Educação Inclusiva

# **Grafia Química Braille para Uso no Brasil**

2ª edição

Brasília, 2012

## FICHA TÉCNICA

Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão  
Claudia Pereira Dutra

### Elaboração

Gerson de Souza Mól  
Maria Gloria Batista da Mota  
Mônica Porciúncula Pernambuco  
Patrícia Neves Raposo  
Paula Márcia Barbosa

### Colaboradores

Ana Caroline Freitas de Almeida  
Cecília Maria Oka  
Débora de Sousa Machado  
Iracema Vilaronga Rodrigues  
Jonir Bechara Cerqueira  
José Carlos Rodrigues  
Larine Araujo Pires  
Maria da Glória de Sousa Almeida  
Regina Fátima Caldeira de Oliveira  
Rejane Ferreira Machado Pires

### Revisão

Débora de Sousa Machado  
Larine Araujo Pires  
Patrícia Neves Raposo  
Rejane Ferreira Machado Pires

### Ministério da Educação

Esplanada dos Ministérios, Bloco L, 6º andar, sala 600 – CEP 70047-901 – Brasília – DF  
Fones (61) 2022-7661 – 2022-9081 – Fax (61) 2022-9297  
E-mail: secadi@mec.gov.br – site: www.mec.gov.br  
2ª Edição, 2012

tiragem: 2000 exemplares

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Grafia Química Braille para Uso no Brasil / elaboração: RAPOSO, Patrícia Neves... [et al.]. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão – Brasília: SECADI, 2012. 2ª edição

47 p.

ISBN:

1. Educação Especial. 2. Grafia Química Braille. 3. Braille. I. Título.

CDU 376.32

## Sumário

<b>Apresentação</b>	<b>V</b>
<b>Introdução</b>	<b>VI</b>
<b>Orientações para transcrição</b>	<b>IX</b>
<b>Capítulo 1 – Representação dos elementos químicos</b>	<b>11</b>
<b>Capítulo 2 – Número de átomos nas fórmulas das substâncias químicas</b>	<b>12</b>
<b>Capítulo 3 – Número atômico e número de massa de elementos químicos</b>	<b>13</b>
<b>Capítulo 4 – Coeficientes estequiométricos em equações químicas</b>	<b>14</b>
<b>Capítulo 5 – Estado de agregação das substâncias</b>	<b>15</b>
<b>Capítulo 6 – Cargas elétricas de espécies químicas</b>	<b>16</b>
<b>6.1 – Cátions</b>	<b>16</b>
<b>6.2 – Ânions</b>	<b>16</b>
<b>6.3 – Elétrons</b>	<b>16</b>
<b>Capítulo 7 – Setas</b>	<b>18</b>
<b>7.1 – Seta de reação para a direita</b>	<b>18</b>
<b>7.2 – Seta de reação para a esquerda</b>	<b>18</b>
<b>7.3 – Seta de reversibilidade</b>	<b>18</b>
<b>7.4 – Seta de reversibilidade favorecendo a reação para a direita</b>	<b>19</b>
<b>7.5 – Seta de reversibilidade favorecendo a reação para a esquerda</b>	<b>19</b>
<b>7.6 – Emprego de setas com símbolos acima e/ou abaixo</b>	<b>20</b>
<b>Capítulo 8 – Ligações químicas</b>	<b>21</b>
<b>8.1 – Ligações horizontais</b>	<b>21</b>
<b>8.2 – Ligações verticais</b>	<b>21</b>
<b>8.3 – Ligações na posição oblíqua</b>	<b>21</b>
<b>8.1 – Ligação hidrogênio</b>	<b>21</b>
<b>Capítulo 9 – Notação de Lewis</b>	<b>25</b>
<b>Capítulo 10 – Radical livre ou grupo funcional</b>	<b>28</b>
<b>Capítulo 11 – Níveis de energia</b>	<b>29</b>
<b>Capítulo 12 – Cadeias carbônicas</b>	<b>31</b>
<b>12.1 – Cadeia carbônica de tamanho determinado</b>	<b>32</b>
<b>12.2 – Cadeia carbônica muito longa ou polímero</b>	<b>33</b>
<b>Capítulo 13 – Estruturas cíclicas</b>	<b>34</b>
<b>13.1 – Benzeno</b>	<b>34</b>

13.2 – Anéis benzênicos múltiplos _____	34
13.3 – Anéis benzênicos com ramificações _____	35
13.4 – Algumas estruturas cíclicas não ramificadas _____	35
<b>Capítulo 14</b> – Estruturas tridimensionais de fórmulas químicas _____	37
<b>Capítulo 15</b> – Símbolo braille delimitador _____	38
<b>Capítulo 16</b> – Abreviaturas de funções orgânicas _____	39
<b>Capítulo 17</b> – Translineação de fórmulas químicas _____	41
<b>Capítulo 18</b> – Unidades de medidas _____	43
18.1 – Unidades básicas de medidas _____	43
18.2 – Representações específicas _____	44
<b>Referências</b> _____	44
<b>Anexo</b> – Alfabeto Grego _____	46

## **Apresentação**

A construção de sistemas de ensino inclusivos requer a implementação de ações que subsidiem práticas pedagógicas capazes de atender às peculiaridades humanas.

A presente obra ratifica o propósito da atual Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva de assegurar o acesso, a participação e aprendizagem dos alunos com deficiência nas escolas regulares.

Este documento é o resultado das atividades desenvolvidas pelo Grupo de trabalho, criado pela secretaria de Educação Especial, com o objetivo de atualizar a primeira edição da Grafia Química Braille para Uso no Brasil, publicada em 2002, em Braille e em tinta, pelo Ministério da Educação.

Esta publicação normatiza a representação de todos os símbolos empregados pela Química, suas entidades em diferentes posições, diagramas, notações específicas, figuras e estruturas, com o intuito de garantir aos alunos e professores com deficiência visual, o acesso aos textos específicos da área, ampliando, assim, o uso e a aplicação dessa Grafia por transcritores e usuários do Sistema Braille.

Claudia Pereira Dutra  
Secretária de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão - MEC

## Introdução

A LDBEN de 1996 preconiza no título II, art.3º que o ensino será ministrado com base em princípios, entre os quais destacamos os incisos:

- I. igualdade de condições para o acesso e permanência na escola;
- II. liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar a cultura, o pensamento, a arte e o saber;
- III. pluralismo de idéias e de concepções pedagógicas;
- IV. respeito à liberdade e apreço à tolerância;
- V. vinculação entre a educação escolar, o trabalho e as práticas sociais (Brasil, 1996).

O direito e a necessidade de conhecimento são pertinentes a todas as pessoas que vivem em nossa sociedade. Reconhecer e respeitar a diversidade humana é essencial para uma educação que inclua todos.

No ensino das ciências verifica-se a necessidade de adaptações de materiais e de estratégias metodológicas para a educação do aluno com deficiência visual. Essas exigências são compatíveis com as aquisições e o desenvolvimento de habilidades e competências pertinentes aos diversos componentes curriculares, com vistas à formação acadêmica, pessoal e profissional dos alunos. a complexidade do currículo e o gradual aumento quantitativo e qualitativo das aprendizagens exigem linguagens e recursos específicos nas áreas de conhecimento contempladas, a exemplo de Física, Química e Matemática (RAPOSO e CARVALHO, 2005).

Na representação das linguagens específicas, o aluno cego vale-se das grafias braille correspondentes às disciplinas, acrescentando-se ainda, o uso de gráficos, tabelas, diagramas e outros, cuja transcrição para o sistema Braille e adaptação em relevo demandam recursos humanos e materiais adequados (*idem*).

A ciência Química é caracterizada pelo uso e pela aplicação de teorias e modelos específicos. Além disso, a Química possui uma linguagem própria que permite a comunicação entre cientistas de diferentes áreas que utilizam esses conhecimentos. Essa linguagem específica também informa pessoas leigas sobre substâncias químicas presentes em produtos, a exemplo de remédios e produtos de beleza.

O ensino da Química, na perspectiva de formação de cidadãos críticos e conscientes, deve possibilitar aos educandos a aquisição de conhecimentos que lhes permitam interagir conscientemente com os produtos gerados tecnologicamente. Segundo Mortimer, Machado e Romanelli (2000), para a completa aprendizagem da Química, o seu ensino deve contemplar os três diferentes níveis de abordagem: fenomenológico ou macroscópico, o teórico ou microscópico e o representacional.

O nível macroscópico aborda os fenômenos estudados pelas químicas. Nesse nível concreto acontecem as transformações e se observam as propriedades de substâncias e de materiais. Quando observamos a combustão de uma amostra de álcool comercial (etanol), por exemplo, ou verificamos a formação de um precipitado, estamos abordando a Química de forma descritiva e funcional. De forma geral o ensino de Química se ocupa pouco desse nível, embora busque explicá-lo. Ele aparece mais no ensino formal por meio de propostas de atividades experimentais realizadas por alunos ou demonstradas por professores.

O nível microscópico corresponde às teorias e modelos que os químicos utilizam para descrever e justificar os fenômenos observados macroscopicamente. Assim,

quando observamos a formação de um precipitado pela mistura de soluções aquosas de nitrato de prata com cloreto de sódio, por exemplo, afirmamos que este precipitado é formado pela ligação entre íons prata e íons cloreto, constituindo o sal cloreto de prata, praticamente insolúvel em água.

A compreensão do nível microscópico exige grande abstração, a que implica no desenvolvimento da capacidade de elaboração de idéias e da articulação de conceitos. Nesse nível estão as teorias que explicam a constituição da matéria e seus comportamentos em diferentes condições. Como exemplo de teoria de explicação da constituição da matéria podemos citar as que descrevem a estrutura dos átomos (teorias atômicas) e das substâncias (modelos de ligação química).

O nível representacional, empregado pelos químicos desde os primórdios dessa ciência, utiliza uma simbologia própria que permite a representação das substâncias, suas propriedades e suas transformações. Por meio dessa simbologia, os químicos podem representar fenômenos e substâncias e comunicar-se com outras pessoas conhecedoras dessa linguagem.

Ao desenvolver o conteúdo em sala de aula o professor de Química deve distinguir e contemplar esses três níveis, além de trabalhar a compreensão de gráficos e diagramas utilizados para explicação de conceitos e fenômenos.

A representação de estruturas e fenômenos por meio da linguagem simbólica pode se tornar um obstáculo se o aluno cego ou com baixa visão não tiver como percebê-la. Em Química representamos estruturas de átomos e moléculas por meio de figuras carregadas de informações. Essas representações constituem os textos científicos em livros ou são apresentadas por professores para ensinar os conceitos dessa área. Sem ter acesso as representações ou suas descrições, o aluno com deficiência visual passa a ser excluído do processo de ensino e aprendizagem pela falta de informação. O mesmo acontece quando o professor aborda gráficos e esquemas utilizados para indicar variações que acontecem nos processos em estudo.

A transcrição em Braille tem como objetivo atender aos alunos cegos conhecedores do Sistema, possibilitando a escrita e a leitura do conteúdo textual comum. Para atender às especificidades da linguagem química foi produzida pelo Ministério da Educação – MEC a Grafia Química Braille para Uso no Brasil (MEC, 2002).

Por meio dessa Grafia pode-se representar substâncias e equações e assim permitir o acesso do aluno usuário de Braille ao nível representacional da Química. Além de representar símbolos, fórmulas e equações, a Grafia Química Braille para Uso no Brasil permite, também, a representação de estruturas moleculares.

Em 2005 a Secretaria de Educação Especial/Comissão Brasileira do Braille (CBB) aplicou um instrumento para avaliar o uso dessa Grafia no Brasil. As sugestões, necessidades, considerações e contribuições dos sistemas de ensino foram analisadas pelo Grupo técnico para Estudo e atualização da Grafia Química Braille. Esse grupo foi organizado pela CBB, professores da universidade de Brasília e do instituto Benjamin Constant com conhecimentos específicos do Braille e do componente curricular em questão.

A revisão e a atualização da Grafia Química Braille para Uso no Brasil considerou, entre outros, os seguintes aspectos, já destacados na versão preliminar:

- símbolos definidos no Código Matemático Unificado;
- símbolos braille representativos já convencionados;
- símbolos utilizados em Química que não possuem correspondentes em braille;
- facilidade do uso e aplicação da grafia química, por parte de transcritores, profissionais dos serviços de apoio oferecidos a alunos com deficiência visual e

professores de Química em todo o país;

- viabilidade do uso e aplicação da grafia química por educandos cegos;
- necessidade de orientações metodológicas para o ensino de determinados conceitos, estruturas e fenômenos, especialmente, quando sua representação bidimensional (em braille ou em relevo) dificultar a compreensão do tema em estudo.

Assim como os demais alunos, aqueles que apresentam deficiência visual devem ter acesso a todos os níveis de abordagem presentes no estudo da Química. Para isso, em alguns casos, necessitamos promover adaptações que permitam tal acesso. É nesse instante que se exige um empenho complementar do professor e da escola na qual os alunos estão incluídos. É também nesse sentido que temos pesquisado e buscado opções que possam promover esse acesso.

A atual versão da Grafia Química Braille para Uso no Brasil dispõe de símbolos representativos para transcrição em braille do componente curricular de Química, suas entidades em diferentes posições, diagramas, notações específicas, determinadas figuras e estruturas, permitindo maior e melhor acesso das pessoas cegas aos textos científicos.

Na definição dos símbolos braille muitos sinais representativos das propostas analisadas na versão preliminar foram utilizados. Outros foram convencionados na tentativa de elaborar um trabalho de Grafia Química contendo o maior número possível de símbolos para transcrição de textos em Química, assim como vários e diversificados exemplos ilustrativos que visam favorecer o uso e a aplicação da Grafia por transcritores e usuários do Sistema Braille.

Para essa versão realizamos uma revisão criteriosa dos conteúdos químicos abordados em livros didáticos, especialmente os do Ensino Médio. Consideramos, também, questões e regras apresentadas pela IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*). Nesse sentido, optamos pela retirada dos capítulos 8 (movimento de elétrons) e 13 (ruptura de ligação química) da versão preliminar, considerando sua baixa relevância para o ensino da química no nível médio.

Analisamos ainda, a pertinência de manter determinados itens, cujas representações são relativas a conteúdos com frequência reduzida ou que já foram suprimidos do ensino de Química. Esses casos estão indicados em cada capítulo, a exemplo das ligações dativas, e foram mantidos para consulta ou uso, se forem necessários.

Uma observação importante, em especial para transcritores de braille, é a utilização de um único sinal braille para duas ou mais representações em tinta, como proposto nos capítulos 9 e 13, que indicam a notação de Lewis e a representação do benzeno.

## Orientações para transcrição

Para facilitar a aplicação dos símbolos da Grafia Química Braille para Uso no Brasil, orientamos professores, transcritores e usuários que observem o seguinte:

1. Nas representações das fórmulas de substâncias químicas não se usa caixa alta (Ver exemplos nos capítulos 1 e 2).

2. Os símbolos convencionados devem ser utilizados de acordo com as orientações específicas e exemplos de aplicações.

3. Em ciências, utilizam-se ícones com significados específicos para representar condições que merecem atenção especial. Seu objetivo é transmitir uma informação de modo imediato. Esses ícones, apesar de apresentarem similaridades, não têm representação única. Na transcrição braille, seu significado será apresentado entre colchetes, quaisquer que sejam as representações em tinta.

### Exemplos:

a) radioatividade  
(radioatividade)



b) inflamável  
(Inflam(vel))



c) corrosivo  
(corrosivo)



4. Em textos científicos não se utiliza estenografia para evitar confusões na leitura.

5. Na transcrição de fórmulas inseridas em textos deve-se deixar duas celas vazias antes e duas celas vazias depois de sua representação, exceto nos casos em que fórmulas ou compostos são seguidos de sinais de pontuação (Ver capítulo 15).

6. Recomenda-se na transcrição de textos científicos a inclusão de tabelas contendo os sinais utilizados e respectivos significados, assim como a representação da signografia e dos gráficos adotados no sistema comum.

7. Os sinais operatórios e os símbolos de relação numérica do CMU, são antecedidos e seguidos de cela vazia (Ver exemplos no capítulo 7).

8. As setas são representadas entre espaços, inclusive aquelas que possuem símbolos abaixo e/ou acima (Ver exemplos no capítulo 7).

9. O corte de equações químicas é feito antes ou depois de símbolos operatórios, símbolos de relações numéricas ou setas, não sendo necessária a repetição destes símbolos na linha seguinte (Ver capítulos 5 e 7).

10. Nos casos especificados no capítulo 17, em que a translineação é feita após uma ligação química, torna-se necessário repetir os símbolos na continuidade da representação.

11. Na continuação de fórmulas, de equações ou no caso de translineação, deixam-se duas celas em branco na linha seguinte. Nos demais casos, deve-se seguir as Normas Técnicas para a Produção de Textos em Braille.

12. A nota de transcrição é delimitada pelos sinais compostos \_ ( abertura) e \_ ( fechamento). O texto da nota deve sempre iniciar com letra maiúscula (Ver exemplos no capítulo 16).

## 1. Representação dos elementos químicos

São transcritos conforme o sistema comum.

### Exemplos:

C - carbono .C -- carbono  
He - hélio .He -- h=lio  
Mg - magnésio .Mg -- magn=sio  
Na - sódio .Na -- s+dio  
O - oxigênio .O -- oxig<nio  
Po - polônio .Po -- Pol?nio  
W - tungstênio .W -- Tungst<nio

## 2. Número de átomos nas fórmulas das substâncias químicas

Em química os índices inferiores à direita, representativos do número de átomos nas fórmulas das substâncias químicas, são transcritos na parte inferior da cela braille, sem indicativo de posição e sem sinal de algarismo.

### Exemplos:

a) Fe . fe

b) N<sub>2</sub> . n2

c) O<sub>3</sub> . o3

d) H<sub>2</sub>O . h2 . o

e) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> . H2 . S . O4

f) Li<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> . Li3 . P . o4

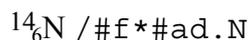
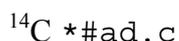
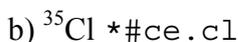
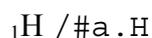
g) Al(OH)<sub>3</sub> . Al < . O . H > 3

### 3. Número atômico e número de massa de elementos químicos

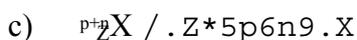
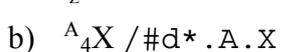
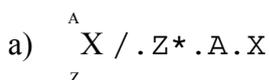
Na representação em braille dos números atômicos e de massa utilizam-se os indicadores / (34) para a posição inferior e \* (16) para a posição superior.

Da mesma forma que em tinta, o número atômico em braille, deve ser representado à esquerda do símbolo do elemento químico. A representação do número de massa é feita à esquerda do símbolo do elemento químico, de acordo com recomendação da IUPAC, independentemente da posição em que aparecer em tinta.

#### Exemplos:



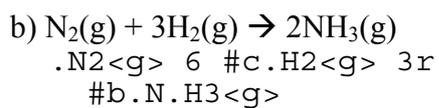
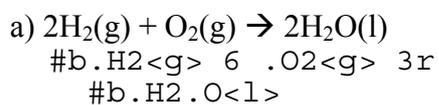
Outros exemplos de representações de número atômico e de número de massa, contendo números, letras e expressões:



## 4. Coeficientes estequiométricos em equações químicas

São os números que precedem as fórmulas das substâncias em equações químicas.

### Exemplos:



**Observação:** Em braille não se deixa cela vazia entre o coeficiente e o elemento que o segue.

## 5. Estado de agregação das substâncias

O estado de agregação é representado por abreviatura correspondente, entre parênteses, colocada imediatamente após a fórmula da substância.

### Exemplo:

aquoso – (aq) aquoso -- <aq>

gasoso – (g) gasoso -- <g>

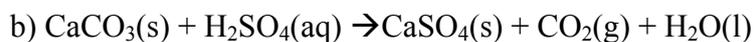
líquido – (l) líquido -- <l>

sólido – (s) sólido -- <s>

### Exemplos:



.ca.c.o3<s> 3r .ca.o<s> 6 .c.o2<g>



.ca.c.o3<s> 6 .h2.s.o4<aq> 3r  
.ca.s.o4<s> 6 .c.o2<g> 6 .h2.o<l>

**Observação:** Em braille não se deixa cela vazia antes da abertura dos parênteses.

## 6. Cargas elétricas de espécies químicas

As cargas elétricas de espécies químicas são representadas antepondo-se a elas o ponto 5.

### 6.1. Cátions

$X^+$  .X"6  
 $X^{2+}$  .X"#b6  
 $X^{3+}$  .X"#c6  
 $X^{4+}$  .X"#d6

#### Exemplos:

$Na^+$  .na"6  
 $Mg^{2+}$  .mg"#b6  
 $Al^{3+}$  .al"#c6  
 $C^{4+}$  .c"#d6

### 6.2. Ânions

$X^-$  .X"-  
 $X^{2-}$  .X"#b-  
 $X^{3-}$  .X"#c-  
 $X^{4-}$  .X"#d-

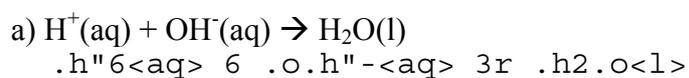
#### Exemplos:

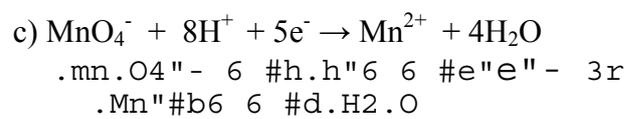
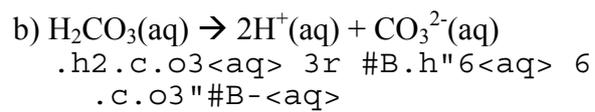
$Cl^-$  .cl1"-  
 $O^{2-}$  .o"#b-  
 $P^{3-}$  .p"#c-

### 6.3. Elétrons

O elétron ( $e^-$ ) é representado em textos de química por  $e^-$  - (15 5 36).

#### Exemplos de cargas elétricas de espécies químicas em equações:



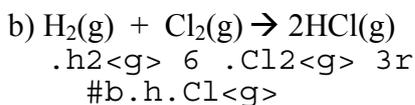
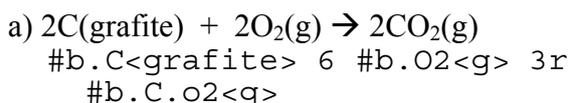


## 7. Setas

As setas são representadas das seguintes formas:

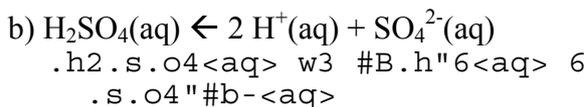
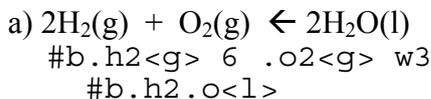
### 7.1. Seta de reação para a direita → 3r (0 25 1235 0)

#### Exemplos:



### 7.2. Seta de reação para a esquerda ← w3 (0 2456 25 0)

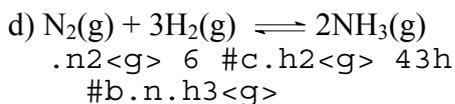
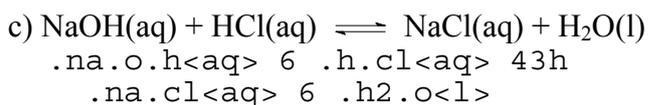
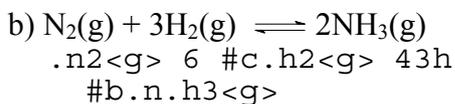
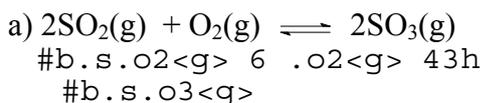
#### Exemplos:



### 7.3. Seta de reversibilidade

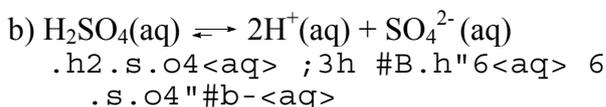
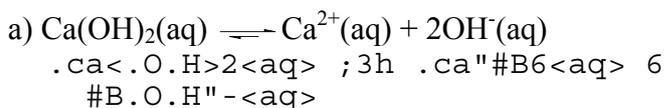
As setas para equação química são corretamente representadas com meia ponta ( $\rightleftharpoons$ ). Entretanto, alguns livros ainda trazem, de forma equivocada, a representação das setas com pontas inteiras ( $\rightleftharpoons$ ). Para os dois casos utiliza-se a seguinte representação: 43h (0 256 25 125 0)

### Exemplos:



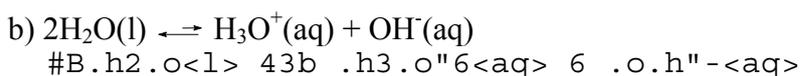
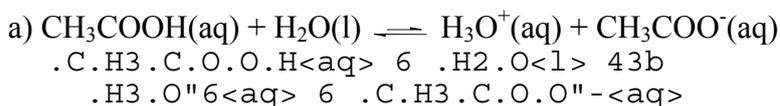
### 7.4. Seta de reversibilidade favorecendo a reação para a direita $\rightleftharpoons$ ; 3h (0 56 25 125 0)

#### Exemplos:



### 7.5. Seta de reversibilidade favorecendo a reação para a esquerda $\rightleftharpoons$ 43b (0 256 25 12 0)

#### Exemplos:

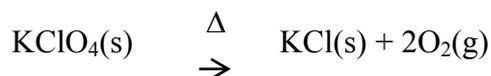


## 7.6. Emprego de setas com símbolos acima e/ou abaixo

Nestes casos as setas são seguidas pelos símbolos braille // (34 34) para indicar a posição abaixo e \*\* (16 16) para indicar a posição acima.

### Exemplos:

a) Aquecimento:  $\Delta$  <sup>d</sup> (45 145)



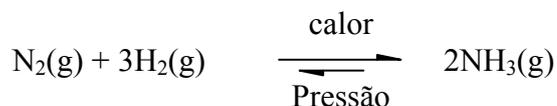
.k.c.l.o4<s> 3r\*\*<sup>d</sup> .k.c.l<s> 6 #b.o2<g>

b) Raio de energia: ↗ ; J (56 245)

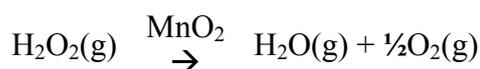


#B.h2<g> 6 .o2<g> 3r\*\*<sup>j</sup> #B.h2.o<g>

c) Fatores que deslocam equilíbrios: são representados acima e/ou abaixo das setas, com indicadores de posição.

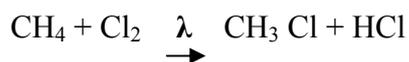


.n2<g> 6 #C.h2<g>  
;3h//press>o\*\*calor #B.n.h3<g>



.h2.o2<g> 3r\*\* .Mn.O2 .h2.o<g>  
6 #1b.o2<g>

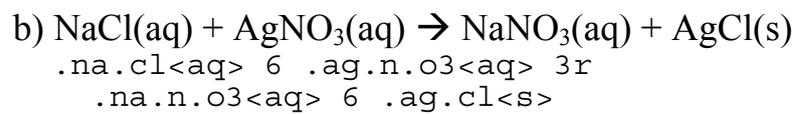
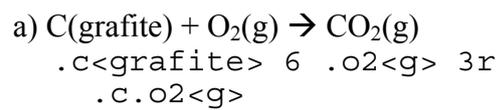
d) Incidência de luz:  $\lambda$  <sup>l</sup> (4 123)



.c.h4 6 .cl2 3r\*\*<sup>l</sup> .c.h3.cl 6 .h.cl

**Observação:** Em livros antigos é comum encontrar em reações químicas a utilização de setas para indicar a formação de precipitados (seta para baixo) ou a liberação de gases (seta para cima). Porém, atualmente, estes casos são representados, respectivamente, pela indicação dos estados físicos sólido (s) e gasoso (g).

### Exemplos:



## 8. Ligações químicas

### 8.1. Ligações horizontais

- a) Simples – " 1 (5 2)
- b) Dupla = ; 2 (56 23)
- c) Tripla ≡ \_ 1 (456 123)

### 8.2. Ligações verticais

- a) Simples | \_ (456)
- b) Dupla || \_ 1 (456 123)
- c) Tripla ||| \_ = (456 123456)

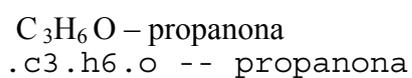
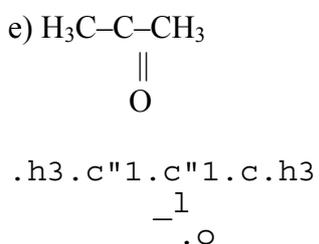
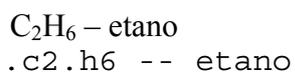
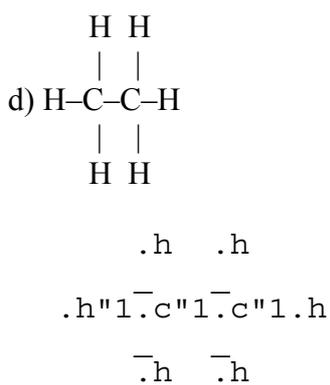
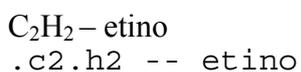
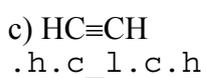
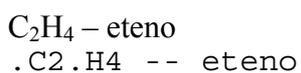
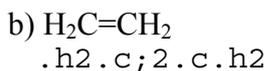
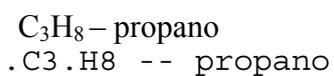
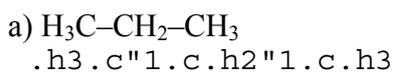
### 8.3. Ligações na posição oblíqua

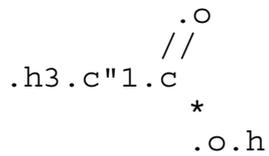
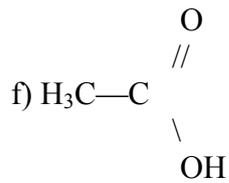
- a) Superior direita ou inferior esquerda
  - Simples / / (34)
  - Dupla // // (34 34)
  - Tripla /// /// (34 34 34)
- b) Superior esquerda ou inferior direita
  - Simples \ \* (16)
  - Dupla \\ \*\* (16 16)
  - Tripla \\ \ \*\*\* (16 16 16)

### 8.4. Ligação hidrogênio (antigamente conhecida como ponte de hidrogênio)

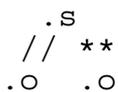
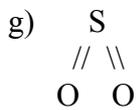
- a) na posição horizontal - - - - " " (5 5)
- b) na posição vertical  $\vdots$  (46)
- c) na posição oblíqua  $\nearrow$  > (345) e  $\searrow$  < (126)

**Exemplos:**

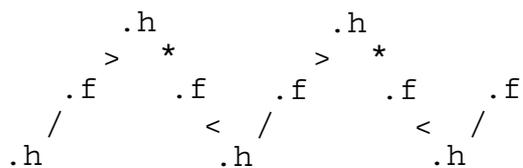
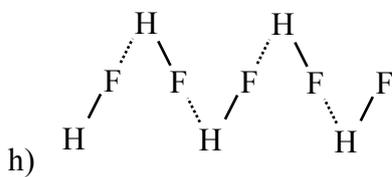




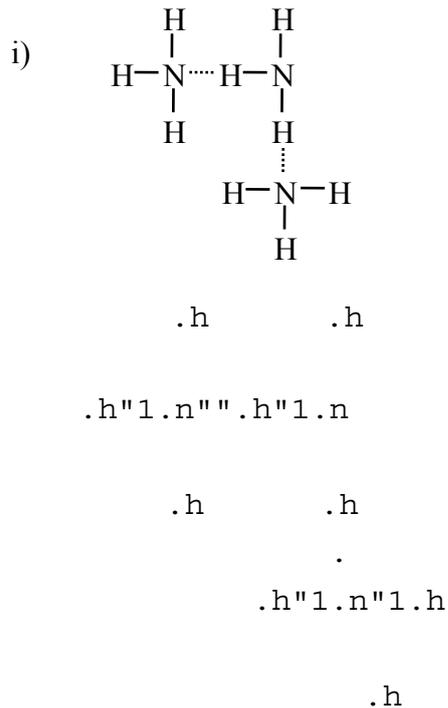
$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$  – ácido acético  
 .c2.h4.o2 -- (cido ac=tico)



$\text{SO}_2$  – dióxido de enxofre  
 .s.o2 -- di+xido de enxofre



HF – fluoreto de hidrogênio  
 .h.f -- fluoreto de hidrog<nio



NH<sub>3</sub> – amônia  
.n.h3 -- am?nia

**Observação:** O conceito de ligação dativa não é mais utilizado e deve ser evitado. Porém, se aparecer, deve ser representado como a seguir:

- a) Para a direita → - ' (36 3)
- b) Para a esquerda ← , - (6 36)
- c) Para cima ↑ \_a (456 1)
- d) Para baixo ↓ \_' (456 3)
- e) Para cima à direita ↗ /1 (34 2)
- f) Para cima à esquerda ↖ " \* (5 16)
- g) Para baixo à direita ↘ \*1 (16 2)
- h) Para baixo à esquerda ↙ " / (5 34)

## 9. Notação de Lewis

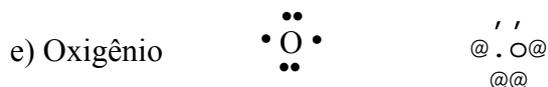
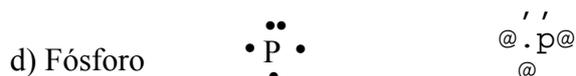
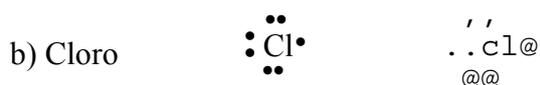
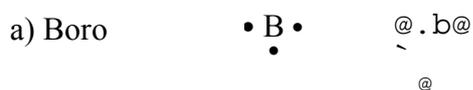
Para a notação de Lewis, independentemente da forma utilizada em tinta (bolinhas, pequenas letras x, sinal de mais, asterisco, coloridos ou não), a representação em braille dos elétrons ao redor do elemento químico obedece aos seguintes critérios:

- acima do elemento químico (6 ou 6 6);
- abaixo do elemento químico (4 ou 4 4);
- à esquerda do elemento químico (4 ou 46);
- à direita do elemento químico (4 ou 46).

### Fórmula geral:



### Exemplos:

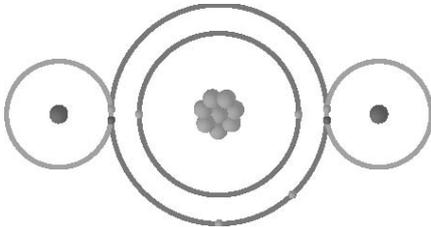


**Observação:** O compartilhamento de elétrons tem diferentes representações em tinta. Em braille a transcrição é feita com símbolos de ligação química nas distintas posições (Ver capítulo 8).

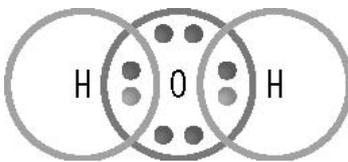
## Exemplos:

a)  $\text{H}_2\text{O}$  - água

.h2.O -- (gua



Fonte: SANTOS e MÓL, 2005, p.214.

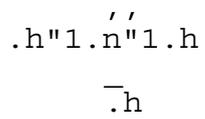
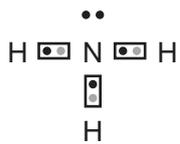


Fonte: SANTOS e MÓL, 2005, p.214.

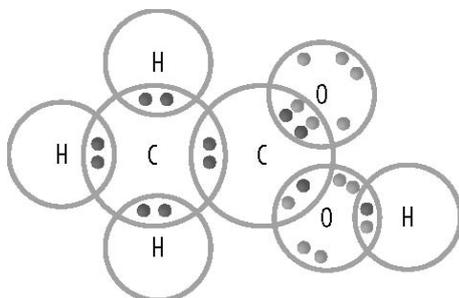


b)  $\text{NH}_3$  - amônia

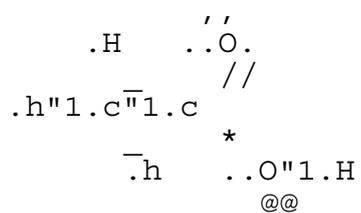
.n.h3 -- am?nia



c) CH<sub>3</sub>COOH – ácido acético  
 .c.h3.C.O.O.H -- (cido ac=tico)



Fonte: SANTOS e MÓL, 2005, p.214.

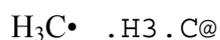


## 10. Radical livre ou grupo funcional

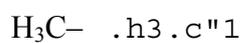
O radical livre, representado em tinta por uma bolinha cheia ( $\bullet$ ), é transcrito com o ponto 4 ou o ponto 6 de acordo com a sua posição, seguindo a notação de Lewis. Quando representado em tinta por ligação química tem sua transcrição feita pelo símbolo braille correspondente.

### Exemplos:

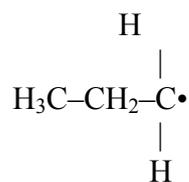
a) Metil .metil



b) Metil .metil



c) Propil .propil



.h



̄.h

## 11. Níveis de energia

Atualmente esse conteúdo não é recomendado no Ensino Médio; porém, ainda é encontrado em alguns livros didáticos.

De acordo com as teorias atômicas atuais os elétrons estão distribuídos ao redor do núcleo dos átomos em níveis ou camadas que são divididos em subníveis. Nos subníveis os elétrons ocupam orbitais nos quais se orientam de acordo com seus spins.

Os níveis são representados pelas letras maiúsculas: K, L, M, N, O, P, Q; os subníveis são representados pelas letras minúsculas: s, p, d, f.

Em braille, o conjunto de orbitais que compõe o subnível é representado entre colchetes. Esses orbitais, em forma de caixa no sistema comum, em braille são separados por hífen - (36).

Os spins são representados da seguinte forma:

- Setas para cima e para baixo:

@= ' (4 123456 3) 

↑↓
----

- Seta para cima:

@1 (4 123) 

↑
---

- Ausência de setas no orbital, caixa vazia:

= (123456) 

--

### Exemplos:

a)  ${}_9\text{F} \text{---} 1s^2, 2s^2, 2p^5$

/#i.F -- #as\*#b1 #bs\*#b1 #bp\*#e

- Representação de orbitais e spins

$1s^2$ 

↑↓
----

  
#as\*#b (@= ')

$2s^2$ 

↑↓
----

  
#bs\*#b (@= ')

$2p^5$ 

↑↓	↑↓	↑
----	----	---

  
#bp\*#e (@= ' -@= ' -@1)

b)  ${}_{24}\text{Cr} \text{---} 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^4$



## 12. Cadeias carbônicas

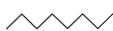
As cadeias carbônicas são representadas em braille utilizando-se os símbolos de ligações químicas, como descritos no capítulo 8. Na transcrição dessas cadeias, as ligações duplas são representadas por // (34 34) ou \*\* (16 16); as ligações triplas são representadas por /// (34 34 34) ou \*\*\* (16 16 16).

### 12.1. Cadeia carbônica de tamanho determinado

#### Exemplos:

a)  $C_8H_{18}$  – octano

.C8.H18 -- octano



/\*/\*\*/

b)  $C_{10}H_{22}$  – di-3,5-metil-octano

.C10.H22 -- di-#C1#E-metil-octano

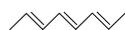


/\*/\*\*/

--

c)  $C_8H_{12}$  – octa-tri-2,4,6-eno

.C8.H12 -- octa-tri-#B1#D1#F-eno



/\*\*/\*\*/\*\*

d)  $C_5H_8$  – pent-2-ino

.C5.H8 -- pent-#B-ino



\*/\*\*/\*

### 12.2. Cadeia carbônica muito longa ou polímero

**Exemplos:**

a)  $(\text{---})_n$   $\langle \text{---} \rangle / n$  onde **n** é um número inteiro

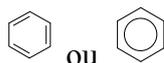
b)  $(\text{CH}_2\text{CHCl})_n$   $\langle .c.h2.c.h.cl \rangle / n$

## 13. Estruturas cíclicas

As estruturas cíclicas são transcritas conforme suas representações em tinta.

Aquelas que possuem representação específica no sistema comum tem a seguinte simbologia braille:

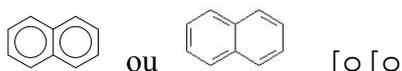
### 13.1. Benzeno [o (246 135)



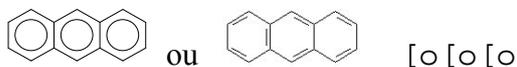
### 13.2. Anéis benzênicos múltiplos (com dois átomos unindo os anéis)

a) lineares

- naftaleno



- antraceno

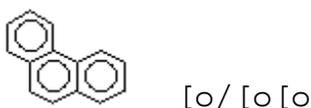


b) com desvio - mais de dois anéis podem ser representados acima ou abaixo da linha inicial, utilizando-se os indicadores de posição:

para cima \* (16)

para baixo / (34)

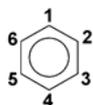
- fenantrenos



**Observação:** Embora a estrutura seja a mesma girada em 180°, a representação braille é diferente, pois representa o que está desenhado.

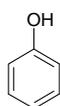
### 13.3. Anéis benzênicos com ramificações

As ramificações são representadas após o símbolo do anel benzênico utilizando-se o algarismo correspondente ao carbono numerado seguido da ramificação. A numeração do carbono é feita de acordo com a figura abaixo:



#### Exemplos:

a) fenol



[o#a.o.h

b) 3-clorobenzil



[o#a.c.H3#c.c1



[o#a.c1#c.c.h3

### 13.4. Algumas estruturas cíclicas não ramificadas

Representadas por determinadas figuras geométricas são transcritas da seguinte forma: &n0 (12346 1345 135) onde n representa o número de lados do polígono.

#### Exemplos:

a) ciclopropano (triângulo)



&#c0

b) ciclobutano (quadrado)



&#d0

c) ciclopentano (pentágono)



&#xe0

d) ciclohexano (hexágono)



&#xf0

**Observação:** Para as estruturas cíclicas ramificadas sugere-se a utilização de numeração como indicada para o benzeno no item 13.3. Numera-se o carbono superior ou o carbono superior direito com o número 1 e os demais no sentido horário.

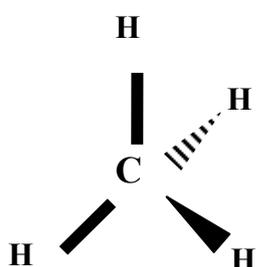
## 14. Estruturas tridimensionais de fórmulas químicas

Em tinta as ligações dessas estruturas são representadas por triângulos isósceles. O triângulo isósceles cheio e com base voltada para o átomo fora do plano de referência indica a posição anterior (ver exemplos); o triângulo isósceles descontínuo e com base voltada para dentro do plano de referência indica a posição posterior (ver exemplos).

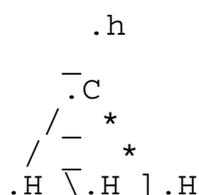
Em braille indica-se a posição anterior antepondo-se o símbolo | (1256) ao elemento químico. Da mesma forma, antepõe-se o símbolo } (12456) ao elemento em posição posterior.

### Exemplos:

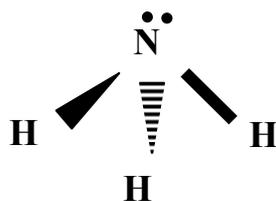
a) CH<sub>4</sub> – metano



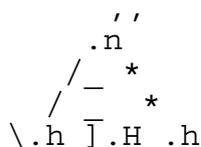
.c.h4 -- metano



b) NH<sub>3</sub> – amônia



.n.h3 -- am?nia

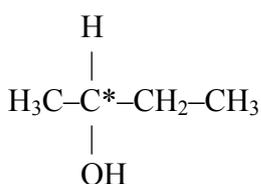


## 15. Símbolo braille delimitador

Emprega-se o símbolo : (156) entre dois símbolos braille sempre que a representação desses dois símbolos assumir significado diferente do convencional.

### Exemplos:

a) representação do carbono assimétrico



.h

.H3.C"1.C:9"1.C.H2"1.C.H3

.O.H

b) utilização do símbolo braille delimitador antes de sinais de pontuação

Sob ação de raios e relâmpagos, o N<sub>2</sub> e o O<sub>2</sub> do ar reagem, dando NO<sub>2</sub>, que dissolvido em água produz HNO<sub>3</sub>;

.sob ç&>o de raios e rel\*mpagos1 o .n2 e O .o2 do ar reagem1 dando .n.o2:1 que dissolvido em (gua produz .h.n.o3:2

## 16. Abreviaturas de funções orgânicas

Utiliza-se o símbolo arbitrário \$ (1246) para abreviar a representação de determinados grupos de átomos repetidos numa cadeia específica.

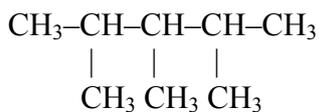
A aplicação deste símbolo é antecedida de nota de transcrição (Ver item 12 das orientações para transcrição).

### Exemplos de grupos de átomos representáveis pelo símbolo arbitrário:

CH . C . H  
CH<sub>2</sub> . C . H<sub>2</sub>  
CH<sub>3</sub> . C . H<sub>3</sub>  
CO . C . O  
COOH . C . O . O . H  
NH<sub>3</sub> . N . H<sub>3</sub>  
OH . O . H

### Exemplos:

A, > \_ ( . o s / mbolo \$ corresponde ao grupo . C . H<sub>3</sub> \_ )

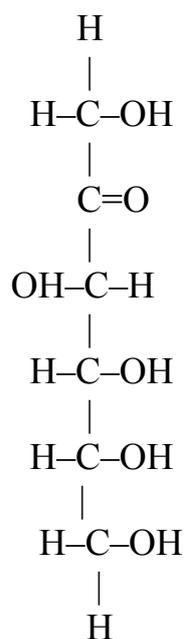


\$ " 1 . c . h " 1 . c . h " 1 . c . h " 1 \$  
    ̄           ̄           ̄

tri-2,3,4-metil-pentano

tri-#b1#c1#d-metil-pentano

b, > \_ (.o s/mbolo \$ corresponde ao grupo .O.H\_)



.h

.h"1.c"1\$

.c;2.o

\$"1.c"1.h

.h"1.c"1\$

.h"1.c"1\$

.h"1.c"1\$

.h

C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> – glicose

.c6.h12.o6 -- glicose





## 18. Unidades de Medidas

As unidades de medidas são transcritas de acordo com as recomendações da IUPAC. Por isso, é necessário muito cuidado para diferenciar letras maiúsculas e minúsculas, haja vista que representam símbolos distintos.

### Exemplos:

a) litro – L  
litro -- .L

b) entalpia – H  
entalpia -- .h

### 18.1. Unidades básicas de medidas

As sete unidades básicas de medida são:

grandeza	unidade de medida	símbolo
comprimento	metro	m
comprimento	metro	m
massa	quilograma	kg
massa	quilograma	kg
tempo	segundo	s
tempo	segundo	S
corrente elétrica	ampère	A
Corrente elétrica	amp!re	.a
temperatura termodinâmica	kelvin	K
Temperatura	kelvin	.k
termodin*mica		
quantidade de matéria	mol	mol
Quantidade de mat=ria	mol	mol
intensidade luminosa	candela	cd
Intensidade	candela	cd
luminosa		

## 18.2. Representações específicas

Em braille na representação de medidas deixa-se uma cela vazia entre o número e o símbolo da unidade correspondente. Porém, nas representações especificadas a seguir, não se deixa espaço em razão da leitura tátil.

a) Angstrom: Å .angstrom3 .0

**Exemplo:** 1 Å =  $10^{-10}$  m #a.07#aj\* -#aj m

b) Graus Celsius: °C .graus .celsius3 0..c

**Exemplo:** 100 °C #ajj0.c

c) Graus Fahrenheit: °F .GRAUS .FAHRENHEIT3 0.f

**Exemplo:** 212 °F #bab0.f

d) Graus kelvin: K .GRAUS KELVIN3 .k

**Exemplo:** 180 K #ahj.k

## Referências

- BRASIL. MEC. **Lei das Diretrizes e bases da Educação**. Brasília: MEC, 1996.
- CARPENTIER, R. G. **Artigo em Braille**: os códigos científicos, Portugal.
- CARVALHO, G.C. **Química moderna**. São Paulo: Scipione, 1998.
- DOMINGUES, F. R. **Notación U del Sistema Braille, 3.1**, edição experimental. (original em Braille), volume único, ONCE (organização dos cegos Espanhóis), 1978.
- FUNDAÇÃO CATARINENSE DE Educação ESPECIAL. **Química em Braille**. (Ensino Fundamental e Médio), versão preliminar, SC, 2000.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos, **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 273-83, 2000.
- RAPOSO P. N.; CARVALHO, E. N. S. de. Inclusão de alunos com deficiência visual. **Ensaio Pedagógico**: construindo escolas inclusivas. MEC. Brasília, 2005.
- RAPOSO, P. N.; SANTOS, K. A.; M. G. S. Grafia Química Braille: uma Proposta de Inclusão para Alunos Portadores de Deficiência Visual. **27ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, ED160, Salvador – BA, 2004.
- SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. **Coordenadores, Química e Sociedade**. São Paulo: Nova Geração, 2003, 128 p.
- SEYMOUR, M. **Notações Químicas**. FICB, 1960.
- VOLTAIRE, F. **El Camino Hacia las Escuelas Inclusivas**. Inclusión Internacional, França, 1998.

## Anexo – Alfabeto Grego

Nome	Minúsculo	Maiúsculo
alfa	α@a	Α·a
beta	β@b	Β·b
gama	γ@g	Γ·g
delta	δ@d	Δ·d
épsilon	ε@e	Ε·e
zeta	ζ@z	Ζ·z
eta	η@·	Η·
theta	θ@·	Θ·
iota	ι@i	Ι·i
capa	κ@k	Κ·K
lambda	λ@l	Λ·L
mi	μ@m	Μ·M
ni	ν@n	Ν·N
csi	ξ@x	Ξ·X
omikron	ο@o	Ο·O
pi	π@p	Π·P
rô	ρ@r	Ρ·r
sigma	σ@s	Σ·s
Tau	τ@t	Τ·T
Upsilon	υ@u	Υ·U
Fi	φ@f	Φ·F
Chi	χ@·	Χ·
Psi	ψ@y	Ψ·y
ômega	ω@w	Ω·w

## **Grupo Técnico para estudos e elaboração da Grafia Química Braille para Uso no Brasil da versão preliminar de 2002**

### **Coordenador:**

Jonir Bechara Cerqueira  
Membro da Comissão Brasileira do Braille

### **Componentes:**

Kárin Astrid Marques dos Santos  
Instituto de Química – UnB (Universidade de Brasília)

Nanci Aparecida Hernandez Ribeiro Ortolan  
Fundação Dorina Nowill para Cegos

Rodrigo Alberto da Silva  
Fundação Catarinense de Educação Especial

Patrícia Neves Raposo  
Diretoria de Ensino Especial da Secretaria de Educação do Distrito Federal

Suely Barbosa  
Ex-Revisora da Fundação Dorina Nowill para Cegos

### **Colaboradores:**

Maria Aparecida da Silva Prado  
Secretaria de Educação do Distrito Federal

Maria Gloria Batista da Mota  
Secretaria de Educação Especial do Ministério da Educação

Shirley Gonçalves da Silva  
Secretaria de Educação do Distrito Federal

Cristina Pereira Guida Negry  
Secretaria de Educação do Distrito Federal