



GRAFIA QUÍMICA BRAILLE PARA USO NO BRASIL

3ª edição

MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade
e Inclusão
Diretoria de Políticas de Educação Especial

GRAFIA QUÍMICA BRAILLE
PARA USO NO BRASIL

3ª edição

Brasília – DF

2017

Presidente da República Federativa do Brasil
MICHEL TEMER

Ministro da Educação
JOSÉ MENDONÇA FILHO

Secretária Executiva
MARIA HELENA GUIMARÃES DE CASTRO

Secretária de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão
IVANA DE SIQUEIRA

Diretora de Políticas de Educação Especial
PATRÍCIA NEVES RAPOSO

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

**GRAFIA QUÍMICA BRAILLE
PARA USO NO BRASIL**

2017

Ministério da Educação
Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão
Esplanada dos Ministérios, Bloco L,
2º andar, sala 200 – CEP 70.047-900 – Brasília – DF
Fones (61) 2022-9017 / 2022-9217
E-mail: secadi@mec.gov.br
3ª Edição, 2017

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, 2017. 3ª edição

77 p.

ISBN: 978-85-7994-091-0

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

CDU 376.32

FICHA TÉCNICA

Secretária de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão
Ivana de Siqueira

Diretora de Políticas de Educação Especial
Patrícia Neves Raposo

Elaboração
Patrícia Neves Raposo
Rejane Ferreira Machado Pires

Colaboradores
Cleuza Soares Kegler
Débora de Sousa Machado
Fernando Rodrigues
Gerson de Souza Mól
Jodoval Farias da Costa
Joselaine Sousa Pereira
Larine Araujo Pires
Marcílio Martins de Moraes
Maria Glória Batista da Mota
Maria Luzia do Livramento
Mônica Porciúncula Pernambuco
Paula Márcia Barbosa
Roberto Duarte Leite

Capa
João Matheus Câmara Rios Portales Raposo
Jônatas Elienay Pacheco Portugal
Valentina Sofia Silva Sandri

Revisão
Alceu Kuhn
Carla Gomes da Rocha
Débora de Sousa Machado
Edmundo Ribeiro do Nascimento Junior
Idalene Aparecida André
Larine Araujo Pires
Linair Moura Barros Martins
Marcelo Lofi
Maria da Glória de Sousa Almeida
Maria Dinalva Tavares Carneiro
Maria do Socorro Belarmino de Souza
Patrícia Neves Raposo
Rejane Ferreira Machado Pires
Tânia Regina Martins Rezende

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	9
INTRODUÇÃO	11
ORIENTAÇÕES PARA TRANSCRIÇÃO	17
1. REPRESENTAÇÃO DOS ELEMENTOS QUÍMICOS	20
2. NÚMERO DE ÁTOMOS NAS FÓRMULAS DAS SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS	21
2.1. Fórmula geral para cálculo da fórmula molecular dos compostos orgânicos	21
3. NÚMERO ATÔMICO E NÚMERO DE MASSA DE ELEMENTOS QUÍMICOS	23
4. COEFICIENTES ESTEQUIOMÉTRICOS EM EQUAÇÕES QUÍMICAS	25
5. ESTADO DE AGREGAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS	26
6. CARGAS ELÉTRICAS DE ESPÉCIES QUÍMICAS	27
6.1. Cátions	27
6.2. Ânions	27
6.3. Elétrons	28
6.4. Dipolo de uma molécula	29
7. SETAS	31
7.1. Seta de reação para a direita	31
7.2. Seta de reação para a esquerda	31
7.3. Seta de reversibilidade	32
7.4. Seta de reversibilidade favorecendo a reação para a direita	33
7.5. Seta de reversibilidade favorecendo a reação para a esquerda	33
7.6. Emprego de setas com símbolos acima e/ou abaixo	33
7.7. Seta curva para a direita	35
7.8. Seta curva para a esquerda	36
7.9. Representação de estruturas de ressonância	37
8. LIGAÇÕES QUÍMICAS	41
8.1. Ligações horizontais	41
8.2. Ligações verticais	41
8.3. Ligações na posição oblíqua	41

8.4. Ligação de hidrogênio	43
8.5. Ligação dativa	44
8.6. Ruptura de ligação química	45
9. NOTAÇÃO DE LEWIS	46
10. RADICAL LIVRE OU GRUPO FUNCIONAL	49
11. NÍVEIS DE ENERGIA	50
12. CADEIAS CARBÔNICAS	53
12.1. Cadeia carbônica de tamanho determinado	53
12.2. Cadeia carbônica de tamanho determinado com heteroátomo	54
12.3. Cadeia carbônica muito longa ou polímero	55
13. ESTRUTURAS CÍCLICAS	56
13.1. Benzeno	56
13.2. Anéis benzênicos múltiplos (com dois átomos unindo os anéis) ...	56
13.3. Anéis benzênicos com ramificações	57
13.4. Algumas estruturas cíclicas não ramificadas	59
14. ESTRUTURAS TRIDIMENSIONAIS DE FÓRMULAS QUÍMICAS	61
15. SÍMBOLO BRAILLE DELIMITADOR	62
16. ABREVIATURAS DE FUNÇÕES ORGÂNICAS	63
17. TRANSLINEAÇÃO DE FÓRMULAS QUÍMICAS	65
18. UNIDADES DE MEDIDAS E APLICAÇÕES	68
18.1. Unidades básicas de medidas	73
18.2. Representações específicas	73
REFERÊNCIAS	75
ANEXO – ALFABETO GREGO	77

APRESENTAÇÃO

As políticas públicas criadas com o objetivo de possibilitar a inclusão pautada no reconhecimento da diversidade mostram um avanço democrático que vai ao encontro da justiça social ao promover a equidade. O reconhecimento da diversidade, a promoção da equidade e o fortalecimento da inclusão de todos nos processos educativos conferem pertinência e qualidade à educação básica e superior e promovem a justiça social para acesso e participação plenos à educação.

O ensino da Química, na perspectiva de formação de cidadãos críticos e conscientes, deve possibilitar aos alunos a aquisição de conhecimentos que lhes permitam representar fenômenos e substâncias e comunicar-se com outras pessoas conhecedoras dessa linguagem, além de possibilitar a interação consciente com os produtos gerados tecnologicamente, como medicamentos, alimentos, cosméticos, entre outros. Essa é a ideia norteadora da educação científica para todos os alunos e, aos alunos com deficiência visual, o Ministério da Educação (MEC) disponibiliza a Grafia Química Braille para Uso no Brasil com vistas a concretização da meta de normatizar a simbologia braille utilizada em Química.

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 da Educação Básica e do Ensino Superior.

Com a publicação dessa Grafia, a Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão do MEC se alinha ao desenvolvimento integral das pessoas com deficiência visual, à garantia de direitos humanos e ao desenvolvimento inclusivo dos sistemas de ensino.

Ivana de Siqueira

**Secretária de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e
Inclusão – MEC**

INTRODUÇÃO

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional 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 ideias 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 (RAPOSO e CARVALHO, 2005).

A ciência Química é caracterizada pelo uso e pela aplicação de teorias e modelos específicos. Além disso, utiliza uma linguagem própria que permite a comunicação entre cientistas e técnicos de diferentes áreas que empregam conhecimentos químicos. Essa linguagem específica também informa pessoas

leigas sobre substâncias químicas presentes em produtos, a exemplo de remédios e cosméticos (PIRES, 2010).

O ensino da Química, na perspectiva de formação de cidadãos críticos e conscientes, deve possibilitar aos alunos 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, o que implica no desenvolvimento da capacidade de elaboração de ideias 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 às 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 desse Sistema, possibilitando a escrita e a leitura do conteúdo textual comum. Para atender às especificidades da linguagem química foi produzida pelo MEC, a Grafia Química Braille para Uso no Brasil (MEC, 2002). Por meio dessa Grafia pode-se representar substâncias e reações 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.

Em 2014, verificou-se a necessidade de revisão e atualização da referida Grafia, que foi realizada pelos membros da CBB juntamente com uma consultora

da área de Química, e considerou os seguintes aspectos:

- simbologia definida no Código Matemático Unificado (CMU);
- simbologia braille já convencionalizada;
- simbologia utilizada em Química que não possui representação correspondente 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 pessoas cegas;
- necessidade de orientações e recomendações 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;
- adição de novos símbolos braille representativos.

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 sentido que se exige um empenho complementar do professor e da escola na qual os alunos estão incluídos. É também nesse princípio 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 da educação básica e do ensino superior.

Na definição dos símbolos braille muitos sinais representativos das propostas analisadas na versão preliminar foram utilizados. Outros foram convencionalizados 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 do Ensino Médio e Superior. Consideramos, também, questões e regras apresentadas pela IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*), simbologias e representações braille adotadas por grafias químicas de outros países, como a da Alemanha, da França, da Austrália, da Espanha e do Reino Unido, e verificamos as convergências linguísticas adotadas nas demais grafias químicas com a grafia que é adotada no Brasil. Optamos pela inclusão de novos símbolos, utilizados no Ensino Médio e Ensino Superior, a exemplo, da seta de duas pontas inteiras e da simbologia braille representacional para a "deslocalização da dupla ligação" utilizadas na representação das estruturas de ressonância; dipolos de uma molécula, representação esquemática de células eletroquímicas, dentre outros.

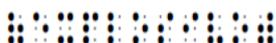
Analisamos ainda, a pertinência de manter determinados itens, cujas representações são relativas a conteúdos com frequência reduzida ou que já foram suprimidos do ensino de Química. Esses casos estão indicados em cada capítulo como forma de consulta ou uso, se forem necessários, como a representação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

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.

d) tóxico



e) explosivo



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 (em tinta).

7. Em relação à Tabela Periódica recomenda-se a adaptação em relevo. A simbologia específica para representação dos elementos químicos, bem como o seu número de massa e número atômico, devem seguir a simbologia braille descrita nos capítulos 1 e 3.

8. Quando se representa uma equação/reação química, os sinais operatórios e os símbolos de relação numérica do CMU são antecidos e seguidos de cela vazia (Ver exemplos no capítulo 7).

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

10. 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).

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

12. 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.

13. A nota de transcrição é delimitada pelos sinais compostos ⠠⠠⠠⠠ (456 12356) para abertura e ⠠⠠⠠⠠ (456 23456) para 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:

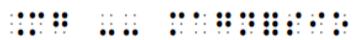
a) C – carbono



b) He – hélio



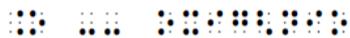
c) Mg – magnésio



d) Na – sódio



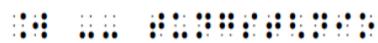
e) O – oxigênio



f) Po – polônio

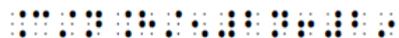
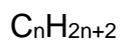


g) W – tungstênio



Exemplos:

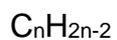
a) fórmula geral dos alcanos



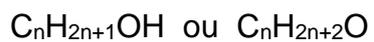
b) fórmula geral dos alcenos, cicloalcanos



c) fórmula geral dos alcinos, alcadienos, cicloalcenos



d) fórmula geral dos álcoois



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:

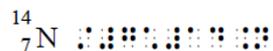
a)



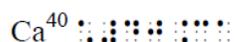
b)



c)



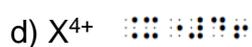
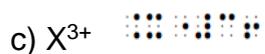
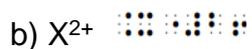
d)



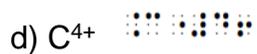
6. CARGAS ELÉTRICAS DE ESPÉCIES QUÍMICAS

As cargas elétricas de espécies químicas são representadas antepondo-se a elas o ponto $\cdot\cdot$ (5).

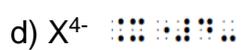
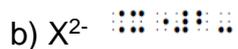
6.1. Cátions

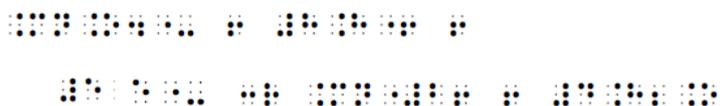
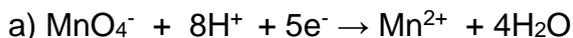


Exemplos:



6.2. Ânions



Exemplo:

Nota: A simbologia braille utilizada na representação da seta de reação para direita é apresentada no capítulo 7 (item 7.1).

6.4. Dipolo de uma molécula

É representado em tinta pelas cargas δ^+ (delta minúsculo com sinal positivo) e δ^- (delta minúsculo com sinal negativo). Independentemente da posição em que apareça o símbolo em tinta (δ^+ ou δ^-), em braille utiliza-se a seguinte representação:

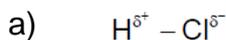
símbolo do elemento químico

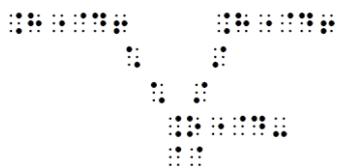
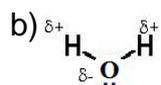
sinal indicativo de carga elétrica – ⠠ (5)

delta minúsculo (δ) – ⠠⠠ (4 145)

sinal positivo – ⠠ (235) ou

sinal negativo – ⠠ (36)

Exemplos:



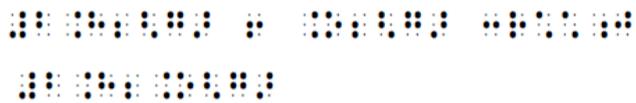
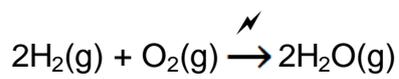
Nota: As simbologias braille utilizadas nas representações das ligações químicas e do par de elétrons são apresentadas respectivamente nos capítulos 8 (itens 8.1 e 8.2) e 9.

Exemplos:

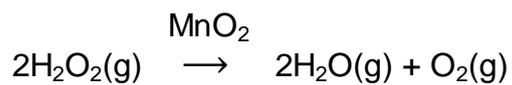
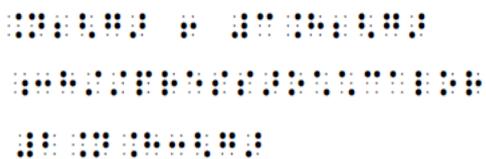
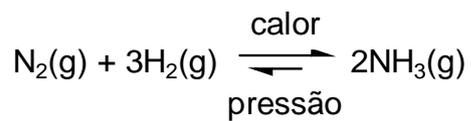
a) Aquecimento: Δ (45 145)



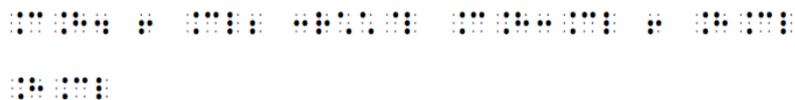
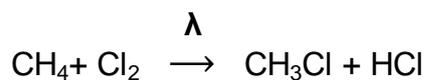
b) Raio de energia: \nearrow (56 245)



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



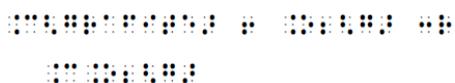
d) Incidência de luz: λ  (4 123)



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, esses casos são representados, respectivamente, pela indicação dos estados de agregação das substâncias, sólido (s) e gasoso (g).

Exemplos:

a) C(grafite) + O₂(g) → CO₂(g)



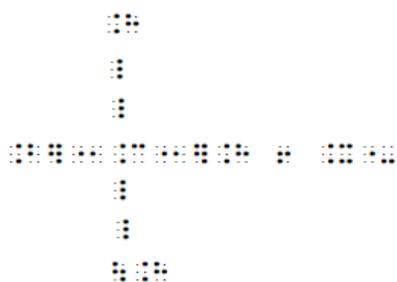
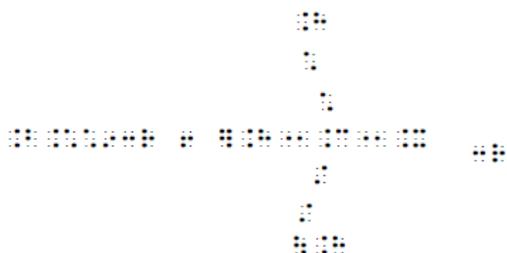
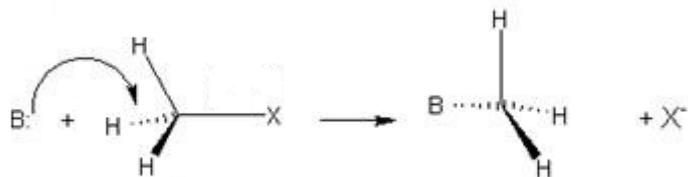
b) NaCl(aq) + AgNO₃(aq) → NaNO₃(aq) + AgCl(s)



7.7. Seta curva para a direita

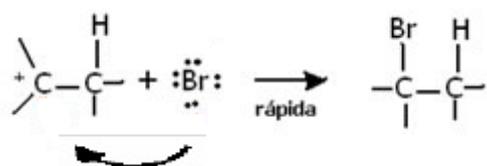
a) representando o movimento de um elétron   (35 25 125)

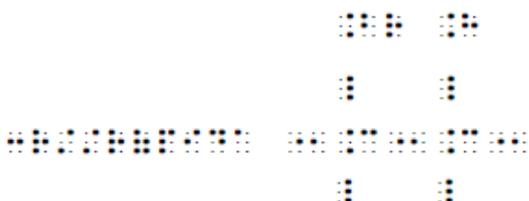
b) representando o movimento de dois elétrons   (35 25 1235)

Exemplo:**7.8. Seta curva para a esquerda**

a) representando o movimento de um elétron $\text{:} \cdots \text{:} (245 \ 25 \ 26)$

b) representando o movimento de dois elétrons $\text{:} \cdots \text{:} (2456 \ 25 \ 26)$

Exemplo:



A transcrição em braille dos símbolos para setas curvas para a direita ou para a esquerda deve obedecer à representação em tinta. Assim, quando necessário as setas curvas para a direita ou para a esquerda são precedidas pelos símbolos braille $\dot{\cdot}\dot{\cdot}\dot{\cdot}$ (34 34) para indicar a posição abaixo e $\dot{\cdot}\dot{\cdot}\dot{\cdot}$ (16 16) para indicar a posição acima.

Nota (itens 7.7 e 7.8): As simbologias braille utilizadas nas representações das ligações químicas, do par de elétrons e da estrutura tridimensional são apresentadas respectivamente nos capítulos 8 (itens 8.1 e 8.2), 9 e 14.

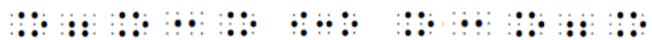
7.9. Representação de estruturas de ressonância

Na representação das estruturas de ressonância utiliza-se a seta de duas pontas inteiras (\longleftrightarrow). Em braille, esta seta é representada, entre espaços, pelos pontos $\dot{\cdot}\dot{\cdot}\dot{\cdot}\dot{\cdot}$ (0 246 25 135 0).

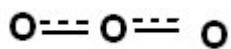
Para representar a "deslocalização da dupla ligação" $\overline{=}$, utiliza-se o símbolo braille $\dot{\cdot}\dot{\cdot}\dot{\cdot}\dot{\cdot}$ (4 5 2).

Exemplos:

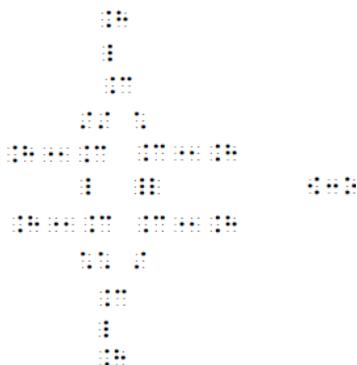
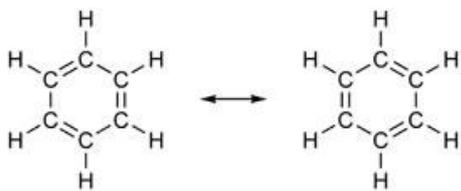
a) ozônio



ou



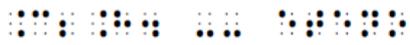
b) benzeno



Para facilitar a transcrição dessa estrutura de ressonância do benzeno sugere-se utilizar os símbolos ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (246 135) para o benzeno da esquerda e ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (135 246) para o benzeno da direita. É importante observar que as "duas estruturas do benzeno" apresentam as ligações duplas em posições "diferentes", indicando a deslocalização das duplas ligações. A seta de duas pontas inteiras (\longleftrightarrow) é representada em braille pelos pontos ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (0 246 25 135 0).

Exemplo:

b) C_2H_4 – eteno



$H_2C=CH_2$



c) C_2H_2 – etino



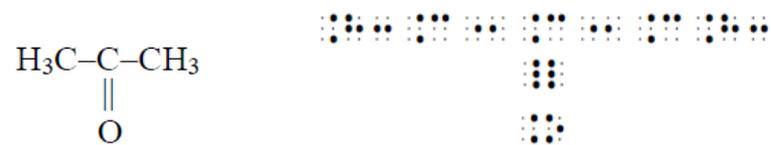
$HC\equiv CH$



d) C_2H_6 – etano



e) C_3H_6O – propanona

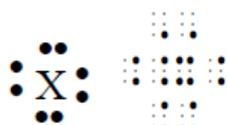


9. NOTAÇÃO DE LEWIS

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:

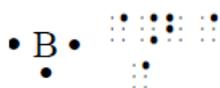
- a) acima do elemento químico – ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (6 ou 6 6);
- b) abaixo do elemento químico – ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (4 ou 4 4);
- c) à esquerda do elemento químico – ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (4 ou 46);
- d) à direita do elemento químico – ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (4 ou 46).

Fórmula geral:

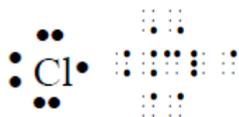


Exemplos:

a) boro



b) cloro



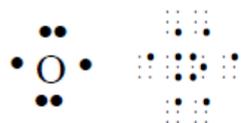
c) hidrogênio



d) fósforo



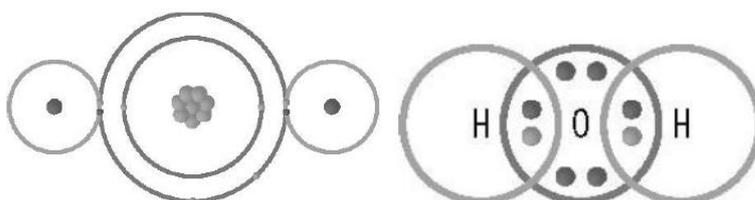
e) oxigênio



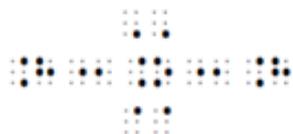
Observação: O compartilhamento de elétrons tem diferentes representações em tinta. Em braille, a transcrição é feita com símbolos de ligação química nas distintas posições (Ver capítulo 8).

Exemplos:

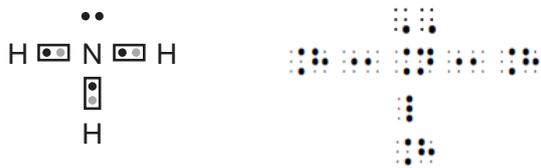
a) H₂O – água



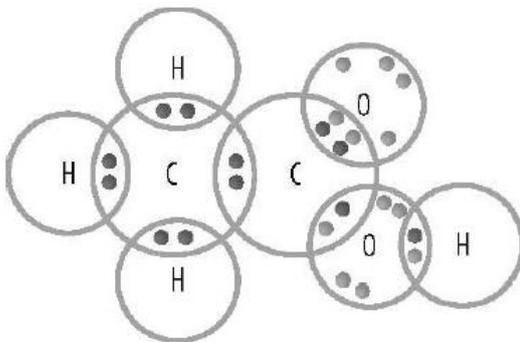
Fonte: SANTOS e MÓL, 2005, p.214.



b) NH_3 – amônia



c) CH_3COOH – ácido acético



Fonte: SANTOS e MÓL, 2005, p.214.

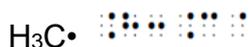


10. RADICAL LIVRE OU GRUPO FUNCIONAL

O radical livre, representado em tinta por uma bolinha cheia (\bullet), é transcrito com o ponto \cdot (4) ou o ponto \cdot (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, como descrito no capítulo 8.

Exemplos:

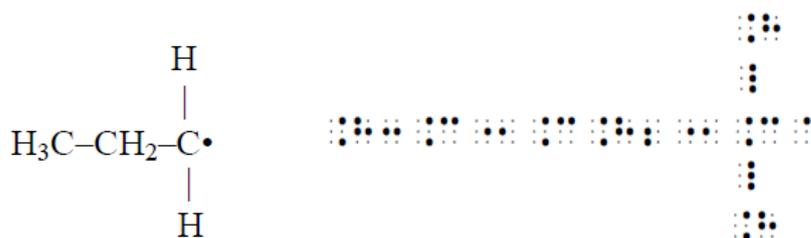
a) Metil \cdot



b) Metil —



c) Propil \cdot



11. NÍVEIS DE ENERGIA

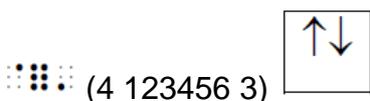
Atualmente, esse conteúdo não é recomendado para o Ensino Médio; porém, ainda é encontrado em alguns livros didáticos. De acordo com as teorias atômicas atuais, os elétrons estão distribuídos ao redor do núcleo dos átomos em níveis ou camadas que são divididos em subníveis. Nos subníveis, os elétrons 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.

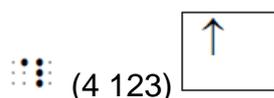
Em braille, o conjunto de orbitais que compõe o subnível é representado entre colchetes $\left[\begin{smallmatrix} \dots \\ \dots \end{smallmatrix} \right]$ (12356 23456). Esses orbitais, que aparecem em forma de caixa no sistema comum, em braille são separados por hífen $\left[\begin{smallmatrix} \dots \\ \dots \end{smallmatrix} \right]$ (36).

Os spins são representados da seguinte forma:

a) Setas para cima e para baixo:



b) Seta para cima:



c) Ausência de setas no orbital (caixa vazia):

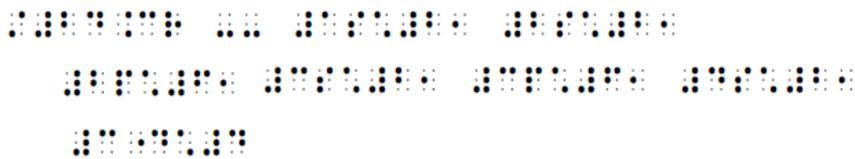
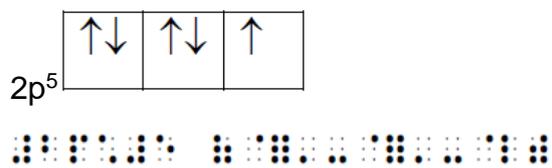
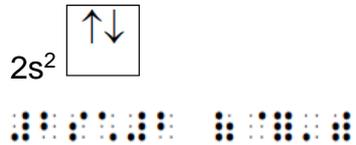
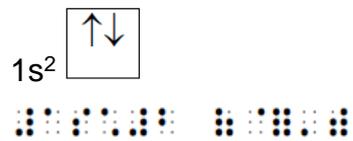


Exemplos:

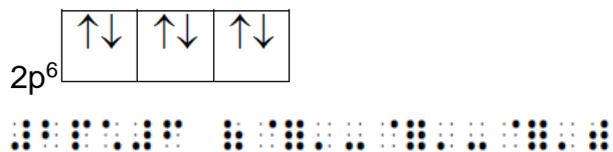
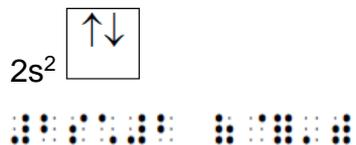
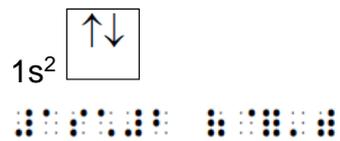
a) ${}_{9}\text{F} \text{ — } 1s^2, 2s^2, 2p^5$

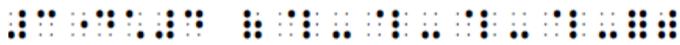
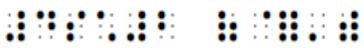
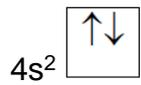
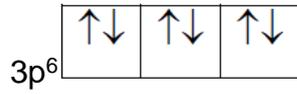
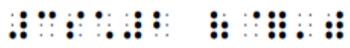


Representação de orbitais e spins

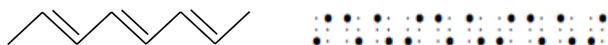


Representação de orbitais e spins

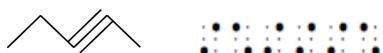
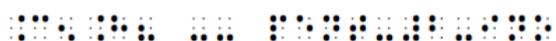




c) C_8H_{12} – octa-tri-2,4,6-eno ou oct-2,4,6-trieno



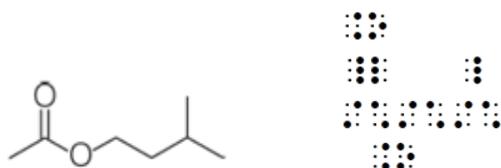
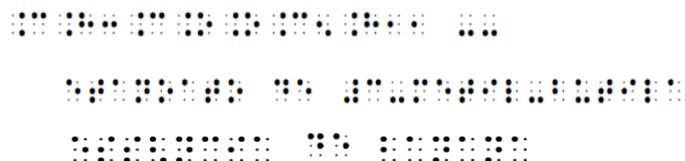
d) C_5H_8 – pent-2-ino



12.2. Cadeia carbônica de tamanho determinado com heteroátomo

a) $CH_3COOC_5H_{11}$ – etanoato de 3-metil-butila

essência de banana

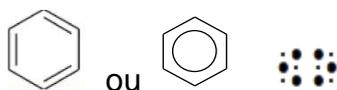


13. ESTRUTURAS CÍCLICAS

As estruturas cíclicas são transcritas em braille conforme suas representações em tinta, com elementos e ligações químicas que as constituem.

Aquelas que possuem representação específica no sistema comum tem a seguinte simbologia braille: **anel benzênico** ⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (246 135)

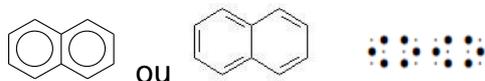
13.1. Benzeno



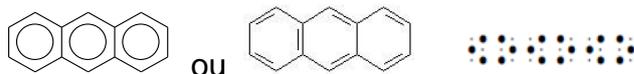
13.2. Anéis benzênicos múltiplos (com dois átomos unindo os anéis)

a) lineares

naftaleno



antraceno

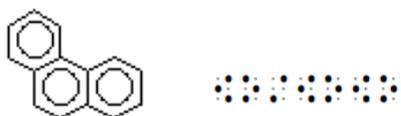
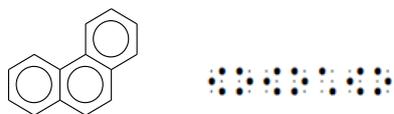


b) com desvio: mais de dois anéis podem ser representados acima ou abaixo da linha inicial, utilizando-se os indicadores de posição:

para cima ⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (16)

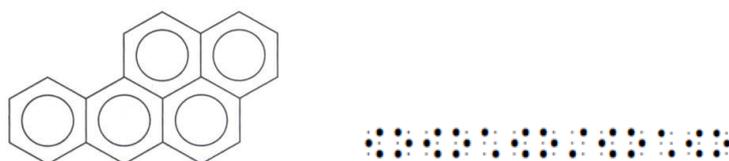
para baixo ⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (34)

fenantrenos



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

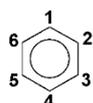
benzopireno



Nota: Sugere-se a representação da estrutura do benzopireno em relevo para melhor compreensão.

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:

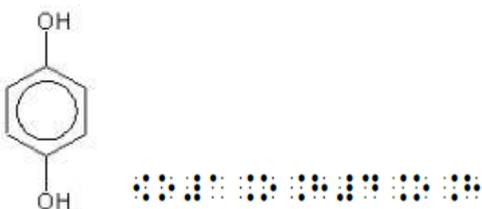


Exemplos:

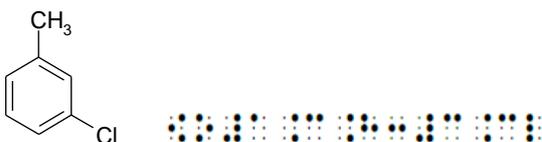
a) fenol



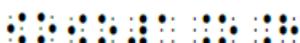
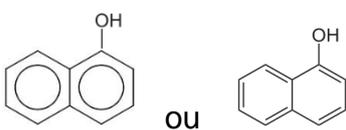
b) para-hidroxibenzeno ou 1,4-di-hidroxibenzeno



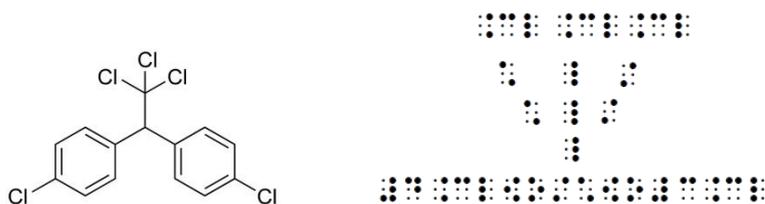
c) 3-cloro-benzil ou meta-clorometilbenzeno



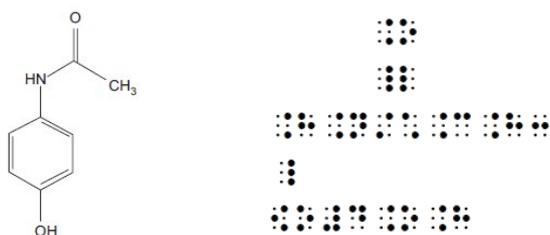
d) 1-hidroxinaftaleno ou α-naftol



e) DDT (dicloro-difenil-tricloroetano)



f) Paracetamol (N-(4-hidroxifenil)etanamida)



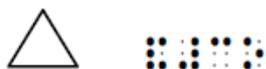
Nota: Nas representações que apresentam dois ou mais anéis benzênicos ligados (como o exemplo da letra e), pode-se representar o número indicativo da ramificação antes da representação braille do primeiro anel benzênico. Demais representações devem ser transcritas conforme normas indicadas no item 13.3.

13.4. Algumas estruturas cíclicas não ramificadas

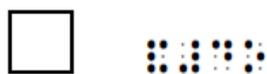
Representadas por determinadas figuras geométricas são transcritas da seguinte forma: ⠠⠠⠠ (12346 1345 135) onde n ⠠ representa o número de lados do polígono.

Exemplos:

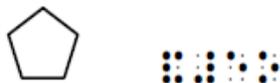
a) ciclopropano (triângulo)



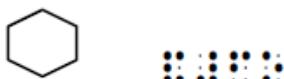
b) ciclobutano (quadrado)



c) ciclopentano (pentágono)



d) ciclohexano (hexágono)



Nota: 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

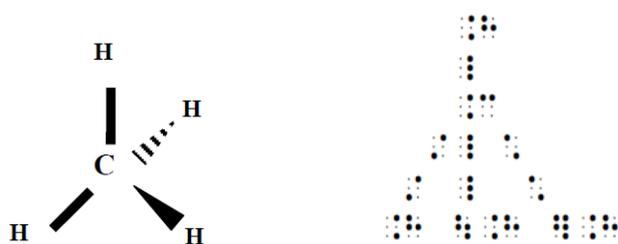
Em tinta, as ligações dessas estruturas são representadas por triângulos isósceles. O triângulo isósceles cheio e com base voltada para o átomo fora do plano de referência indica a posição anterior (Ver exemplos); o triângulo isósceles descontínuo e com base voltada para dentro do plano de referência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

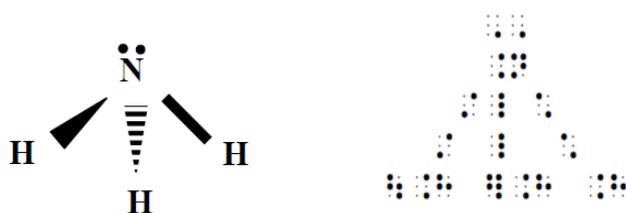
a) CH₄ – metano

⠨⠠⠠⠠⠠ ⠨⠠ ⠨⠠⠠⠠⠠⠠



b) NH₃ – amônia

⠨⠠⠠⠠ ⠨⠠ ⠨⠠⠠⠠⠠

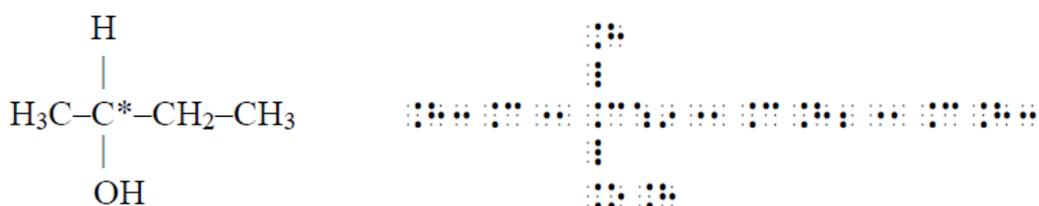


15. SÍMBOLO BRAILLE DELIMITADOR

Emprega-se o símbolo ⠠ (156) entre dois símbolos braille, sempre que a representação desses dois símbolos assumir significado diferente do convencional na Grafia Química Braille para Uso no Brasil.

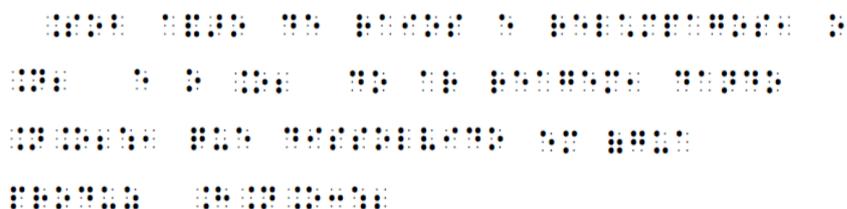
Exemplos:

a) representação do carbono assimétrico



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

Sob ação de raios e relâmpagos, o N₂ e o O₂ do ar reagem, dando NO₂, que dissolvido em água produz HNO₃;



18. UNIDADES DE MEDIDAS E APLICAÇÕES

As unidades de medidas são transcritas de acordo com as recomendações da IUPAC; suas aplicações apresentadas por equações matemáticas seguem as recomendações do CMU. Por isso, é necessário muito cuidado para diferenciar letras maiúsculas e minúsculas, posto que representam símbolos distintos.

Exemplos:

a) concentração de soluções – C

massa em grama – m

massa do soluto – m₁

quantidade de matéria em mol – n

volume em litro – L

Aplicação em equações matemáticas

a.1) concentração em quantidade de matéria

$$C_{n/V} = \frac{n \text{ (mol)}}{V \text{ (L)}}$$

Braille representation of the equation above.

a.2) concentração em massa

$$C_{m/V} = \frac{m_1 \text{ (g)}}{V \text{ (L)}}$$

Braille representation of the equation above.

b) entalpia – H ou H⁰

variação de entalpia – ΔH

variação de entalpia de combustão – ΔH_c

REFERÊNCIAS

- ATKINS, P. W. **Físico-Química**. Volume 1. LTC Editora, Rio de Janeiro, 1999.
- BRASIL. MEC. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação**. Brasília: MEC, 1996.
- BROWN, T.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. **Química: a ciência central**. 9ª edição. Prentice-Hall, 2005.
- CARPENTIER, R. G. **Artigo em Braille**: os códigos científicos. Portugal. s/a.
- CARVALHO, G.C. **Química moderna**. São Paulo: Scipione, 1998.
- Comisión Braille Española**. Signografía para la representación en braille de expresiones bidimensionales de química. Espanha, 2012, 189 p.
- Commission pour l'évolution du braille français Sous l'égide du Ministère du travail**, des relations sociales et de la solidarité Direction Générale de l'Action Sociale, Notation braille dans le domaine de la chimie. França, 2008, 14 p.
- Deutschen Blindenstudienanstalt. **Das System der chemie schrift in der deutschen Blindenschrift**. Verlag der Deutschen Blindenstudienanstalt e. V. Marburg (lanh). Alemanha, 2005, 81 p.
- 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.
- ICEB – International Council on English Braille**, The Rules of Unified English Braille, Edited by Christine Simpson. Australia, June 2010, 232 p.
- KERBER, R. C. **If It's Resonance, What Is Resonating?**. Journal of Chemical Education. New York. 01 de fevereiro de 2006. 83 (2). 223 p.
- LEE, J. D. **Química Inorgânica não tão concisa**. 1ª edição. São Paulo: Edgard Blucher, 2003.
- MCMURRY, J. **Química Orgânica**. volumes 1 e 2. 6ª edição. Cengage Learning, 2005.
- MIRANDA, A. A. B. **A prática pedagógica do professor de alunos com deficiência mental**. Tese de Doutorado. Universidade Metodista de Piracicaba. Piracicaba, São Paulo, 2003.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos, **Química Nova**, volume 23, nº 2, p. 273-83, 2000.

PIRES, R. F. M. **Proposta de guia para apoiar a prática pedagógica de professores de Química em sala de aula inclusiva com alunos que apresentam deficiência visual.** Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências. Instituto de Química. Universidade de Brasília, 2010.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. **Química na abordagem do cotidiano.** Volume 1. 4ª edição. Moderna: São Paulo, 2006.

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, 2004.

Royal National Institute of Blind People Bakewell Road, Braille Science Notation. Orton Southgate Peterborough, Cambridgeshire, United Kingdom, 2008, 90 p.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (coords.) **Química e Sociedade.** São Paulo: Nova Geração, 2003, 128 p.

_____ (coords.). **Química cidadã.** Volume 3. Ensino Médio. 3ª série. 2ª edição. São Paulo: Editora AJS, 2013.

SEYMOUR, M. **Notações Químicas.** FICB, 1960.

SKOOG & WEST & HOLLER et al. **Fundamentos de Química Analítica.** 1ª edição. Cengage learning, 2005.

SOLOMONS, T. W. G; FRYHLE, C. B. **Química Orgânica.** Volumes 1 e 2. 9ª edição. LTC, 2009.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. **Química Geral.** 12ª edição. São Paulo: Saraiva, 2006. 480 p.

VOLTAIRE, F. **El Camino Hacia las Escuelas Inclusivas.** Inclusión Internacional, França, 1998.

ANEXO – ALFABETO GREGO

Nome	Minúsculo	Maiúsculo
alfa	α	Α
beta	β	Β
gama	γ	Γ
delta	δ	Δ
épsilon	ε	Ε
zeta	ζ	Ζ
eta	η	Η
theta	θ	Θ
iota	ι	Ι
capa	κ	Κ
lambda	λ	Λ
mi	μ	Μ
ni	ν	Ν
csi	ξ	Ξ
omikron	ο	Ο
pi	π	Π
rô	ρ	Ρ
sigma	σ	Σ
Tau	τ	Τ
Upsilon	υ	Υ
Fi	φ	Φ
Chi	χ	Χ
Psi	ψ	Ψ
ômega	ω	Ω