

PROJECTO DE GRAFIA QUÍMICA BRAILLE



ROGÉRIO GOMES CARPENTIER
Escola Secundária de Silves
8300 SILVES

1 — Introdução

1.1 — Evolução do ensino da Química

Até ao início da década de setenta, para ensinar a química do curso geral bastavam as notações da Matemática e um sinal próprio para indicar a realização de uma reacção química (\rightarrow), mas, actualmente, o ensino da química, mesmo ao nível do curso geral, já exige uma simbologia própria (notações de Lewis, estrutura do átomo, fórmulas de estrutura, etc.).

1.2 — Interesse dos cegos pelos cursos técnicos

É um facto que, para além das limitações que são inerentes à própria deficiência, a sociedade impõe à maioria dos cegos um leque limitado de opções na escolha da profissão e, quando aparece uma possibilidade de realização profissional, são muitos os cegos que pretendem utilizá-la. Actualmente, em vários países, os cegos estudam programação ou fisioterapia visto que podem desempenhar sem problemas as funções de programador ou de fisioterapeuta. Estes factos estão na origem da escolha da disciplina de Física e Química do curso complementar por parte de muitos alunos cegos integrados no Ensino Secundário.

1.3 — Necessidade de ultrapassar os modelos em relevo

Os factos acima expostos obrigam a pensar a sério no ensino da química aos deficientes visuais. Se, para explicar conceitos e estruturas químicas, os modelos em relevo podem ser preciosos, a utilização exclusiva de tais modelos tem inconvenientes:

- Não é possível cada cego possuir um jogo completo de modelos, não só por ser demasiado dispendioso como também por ocupar muito espaço.
- Não seria possível ao cego fazer prova escrita dos conhecimentos adquiridos como costuma ser exigido aos outros alunos.

Uma grafia química Braille resolve o problema, visto que todos os modelos passam a ser escritos nos livros e podem ser reproduzidos pelos alunos.

1.4 — Particularidades do sistema Braille

A escrita Braille tem por base a matriz Braille, constituída por duas colunas e três linhas, na qual podemos inscrever entre um e seis pontos, o que permite compor 63 símbolos diferentes. Estes símbolos podem adquirir vários significados conforme o contexto em que são utilizados: textos literários, música, matemática, etc., mas em todos os casos, a escrita Braille é estritamente linear: não há índices, nem expoentes, nem acentos por cima das letras. Ao passar da escrita vulgar para a escrita Braille é necessário adoptar regras de transição mais ou menos complexas consoante o caso. Nos textos literários, por exemplo, as letras acentuadas correspondem a sinais completamente diferentes das letras não acentuadas. Em matemática, por causa da estrita linearidade, necessitamos de símbolos para avisar que começa ou acaba uma expressão fraccionária.

Para transcrever em Braille a simbologia química, temos à nossa disposição os símbolos que, correspondentes a certas letras acentuadas ou a certos sinais de pontuação, têm valores matemáticos tais que nunca serão usados como tal no contexto da química e temos também algumas letras do alfabeto que não correspondem a nenhum elemento. Estas letras e outros sinais não são numerosos mas, combinando-os em sinais compostos, permitem resolver praticamente todos os problemas de transcrição.

Os pontos da matriz Braille são numerados de 1 a 6 do seguinte modo:

1	4	.	.
2	5	.	.
3	6	.	.

Utilizando esta numeração é possível representar qualquer símbolo Braille pelo conjunto dos números correspondentes aos pontos que formam esse mesmo símbolo Braille. Por exemplo, a letra «p» que em Braille, é representada pelo sinal :
pode ser enunciada do seguinte modo: 1, 2, 3, 4 e a letra «u» que, em Braille, é representada pelo sinal :
será definida pelo conjunto: 1, 3, 6.

Quando, no decorrer deste texto, recorreremos a esta segunda maneira de indicar um símbolo Braille fá-lo-emos utilizando parentesis para indicar o início e o fim do conjunto de pontos constituindo um símbolo Braille.

Assim, a letra «p» será (1, 2, 3, 4) e a letra «u» descrever-se-á como (1, 3, 6).

Em anexo, damos o conjunto do sistema Braille com o significado vulgar de cada símbolo.

1.5 — Necessidade, para o cego, do sistema Braille

As pessoas com visão normal podem ter a ilusão que um desenho em relevo das fórmulas químicas, por ser menos abstracto do que uma sucessão linear de símbolos Braille, seria mais acessível ao cego. Tal ideia é errada, pois o tacto é um sentido analítico que exige sempre um esforço de abstracção e de síntese, contrapondo-se, assim, à visão, que é um sentido sintético em que a forma é apreendida na sua globalidade antes de ser analisada em pormenores. Além disso, o tacto não permite «ver» em perspectiva.

A experiência mostrou que não é fácil, para o cego, reconhecer numa única sensação um conjunto de mais de seis pontos; daí o sucesso do sistema Braille que não foi superado por nenhuma das outras tentativas de escrita para cegos.

2 — Uma possível grafia química Braille

2.1 — Símbolos dos elementos sob as suas várias formas

A transcrição dos símbolos dos elementos, sob a sua forma vulgar, não oferece dificuldades, basta utilizar o sinal de maiúscula e as letras do alfabeto. Por exemplo, Na será transcrito por: sinal de maiúscula, n, a, ou seja (4,6)(1,3,4,5)(1).

Já mais complexo é o caso dos símbolos químicos com explicitação do número atómico e do número de massa. Nesse caso propomos a seguinte grafia: símbolo do elemento como já foi referido, sinal de expoente, número de massa (escrita algébrica), sinal de índice, número atómico (todas as numerações e algarismos serão sempre em escrita algébrica).

Exemplo: $^{12}_6\text{C}$ = (4,6)(1,4)(3,4)(1,6)(1,2,6)(5,6)(1,2,4,6)

Em caso de elemento radioactivo, o sinal de asterisco será colocado logo a seguir ao símbolo do elemento.

Exemplo: $^7_4\text{Be}^*$ = (4,6)(1,2)(1,5)(3,5)(3,4)(1,2,4,5,6)(5,6)(1,4,5,6)

Justificação da grafia proposta: para diferenciar esta notação da notação matemática colocou-se primeiro o expoente e depois o índice, evitando assim, que o leitor seja encaminhado para a interpretação de vários átomos ligados em moléculas.

A fim de tornar a linguagem mais concisa, nas transcrições Braille dadas a seguir, em vez de «sinal de maiúscula (índice, expoente, etc.)» utilizaremos apenas as palavras «maiúscula», «índice», «expoente», etc.

2.2 — Moléculas

Para transcrever as fórmulas moleculares utilizam-se, além dos símbolos químicos, os índices e parentesis da grafia matemática e, eventualmente, o ponto final ou os parentesis rectos.

Exemplos: H_2SO_4 = maiúscula, h, índice, 2, maiúscula, s, maiúscula, o, índice, 4 ou seja (4,6)(1,2,5)(5,6)(1,2,6)(4,6)(2,3,4)(4,6)(1,3,5)(5,6)(1,4,5,6)

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ = (4,6)(1,4)(1,3,6)(4,6)(2,3,4)(4,6)(1,3,5)(5,6)(1,4,5,6)(2,5,6)(1,5,6)(4,6)(1,2,5)(5,6)(1,2,6)(4,6)(1,3,5) ou seja maiúscula, cu, maiúscula, s, maiúscula, o, índice, 4, (2,5,6), 5, maiúscula, h, índice, 2, maiúscula, o

$\text{Cu}(\text{CN})_3^{2-}$ = (1,2,3,5,6), maiús., cu, (2,6), maiús., c, maiús., n, (3,5), índice, 3, (2,3,4,5,6), expoente, 2, (3,6)

2.3 — Notações de Lewis

Os pares de electrões são representados pelo sinal Braille de dois pontos (2,5) e os electrões isolados pelo sinal de vírgula (2). Nos átomos isolados os electrões serão considerados como expoente do átomo.

Nas moléculas, escrevem-se primeiro os pares de electrões que rodeiam o primeiro átomo, depois o símbolo desse átomo, a seguir o par ou pares de electrões que estabelecem a ligação química e, no fim, o outro elemento com os seus pares de electrões como expoente.

Sempre que não houver perigo de confusão omitir-se-á o sinal de expoente.

Exemplos: $\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}$ = maiús., cl., expoente, (2,5)(2,5)(2,5)(2), fim de expoente.

$\text{:}\ddot{\text{C}}\text{:}\ddot{\text{C}}\text{:}$ = (2,5)(2,5)(2,5), maiús., cl., (2,5), maiús., cl., (2,5)(2,5)(2,5)

2.4 — Equações químicas

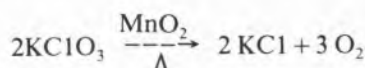
Nas equações químicas os coeficientes, fórmulas e sinais operacionais são escritos sem intervalos.

Nas equações reversíveis a seta dupla é representada pelos seguintes sinais: (2,4,6)(2,5)(1,3,5)

As setas indicando a formação de um precipitado ou de um desprendimento gasoso serão representadas pelos seus equivalentes: (c) ou (s) e (g) respectivamente. Estes índices serão colocados logo a seguir à fórmula do precipitado ou do gás formado na reacção química. Quando não houver perigo de confusão, poderão omitir-se os parentesis mas nunca se omitirá o sinal de índice.

As condições de reacção serão indicadas como expoente do sinal de reacção química e cada uma delas será separada da seguinte por uma vírgula. A ordem a seguir será a seguinte: primeiro as condições químicas (catalisadores) e depois as condições físicas (calor, luz, etc.).

(1,2,6), maiús., na, (5,6), c, (2,3,5) maiús. cl. (5,6)(1,2,6)(5,6)g(2,5)(1,3,5)(1,2,6) maiús. na maiúsc. cl. (5,6) c



(1,2,6) maiús. k maiús. cl. maiús. o (5,6)(1,4,6)(2,5)(1,3,5)(5,6)(3,4) maiús. mn maiús. o (5,6)(1,2,6)(2)(4)(1,4,5)(2,3)(1,2,6) maiús. k maiús. cl. (2,3,5)(1,4,6) maiús. o (5,6)(1,2,6)

Para indicar que uma expressão continua na linha seguinte, utilizar-se-á o ponto (3) quando o facto não é evidente.

2.5 — Iões

A carga de iões é tratada da mesma maneira que um expoente em matemática.

Exemplo: Ca^{2+} = maiús. ca (5,6)(3,4)(1,2,6)(2,3,5)

2.6 — Ligações químicas

Para representar as ligações químicas utilizam-se os sinais dados na tabela seguinte

ligação simples	—	(5)
ligação dupla	=	(3,4,6)
ligação tripla	≡	(3,4,5,6)
ligação hidrogénio	---	(5)(5)
ligação dativa	→	(4,6)(5)
ligação deslocalizada	≡	(3,4,6)(5)

Quando se utilizam os sinais de ligações podemos dispensar os sinais de maiúscula para abreviar a escrita, sem perigo de confusão, uma vez que as letras incluídas entre dois sinais de ligação só podem corresponder a um único átomo.

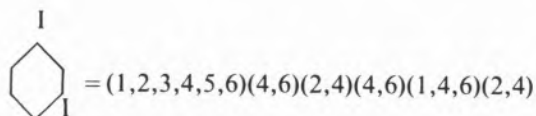
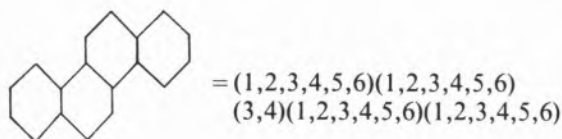
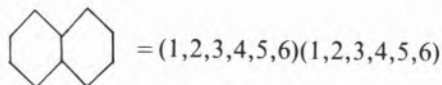
2.7 — Fórmulas cíclicas

A molécula de benzeno é representada pelo «É» (1,2,3,4,5,6) os outros ciclos são indicados com o sinal «ç» (1,2,3,4,6) no início e no fim do ciclo.

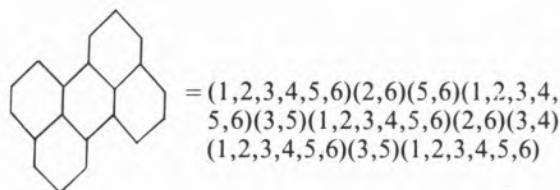
As moléculas formadas por vários núcleos benzénicos são representadas por vários «é» seguidos ou com interposição do sinal de expoente ou de índice no caso de os núcleos não estarem dispostos em linha recta.

A primeira substituição, no núcleo benzénico, é indicada logo a seguir sem sinal de ligação química. Se houver mais do que um hidrogénio substituído, antes dos restantes grupos de substituição coloca-se o sinal de maiúscula seguido de um algarismo correspondente ao carbono interessado. A numeração dos átomos de carbono é feita da seguinte maneira: atribui-se o número 1 ao carbono que está ligado ao primeiro grupo de substituição e a partir desse numeram-se os outros carbonos do ciclo benzénico rodando no sentido dos ponteiros do relógio.

Exemplo:



Quando vários núcleos benzénicos estão ligados a um mesmo núcleo, colocam-se entre parêntesis os núcleos em posição superior ou inferior. Assim o perileno será representado por:



2.8 — Grupos de átomos em Química Orgânica

Tendo em conta a grafia adoptada em Inglaterra, decidimos também representar grupos de átomos muito vulgares em Química Orgânica por letras especiais segundo a chave seguinte:

L = CH ₃	A = NH ₂
M = CH ₂	E = NO ₂
G = CH	Z = H-C-OH
J = COOH	(2,3,4,6) = HO-C-H
Q = CO (C = O)	

Os dois últimos sinais, Z e (2,3,4,6), serão usados nas fórmulas dos açúcares para diferenciar as estruturas dos isómeros ópticos.

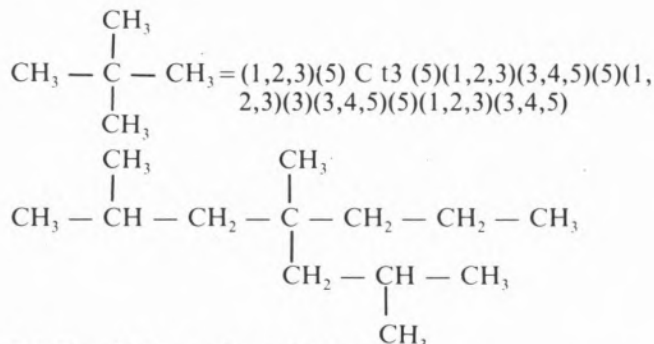
2.9 — Ramificações

Nesta secção trataremos não só das moléculas ramificadas como, também, dos ciclos com ponte que nos parecem mais fácil de transcrever, em Braille, se forem tratados como ramificação tripla com a reunião num mesmo ponto.

O símbolo genérico de ramificação será a letra «t». A seguir a este símbolo indicar-se-á o número de ramificações por meio de um algarismo. Se houver reunião dos ramos num mesmo ponto (caso dos ciclos com ponte) o símbolo de ramificação será precedido do ponto 6. O fim de uma ramificação sem reunião será indicado pelo sinal (3,4,5) e com reunião pelo sinal (6)(3,4,5).

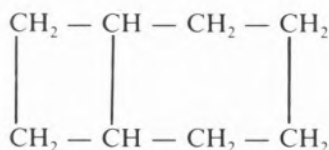
Quando, numa ou várias das ramificações houver ramificações secundárias, acrescentar-se-á ao símbolo de ramificação um índice constituído por tantos números quantas ramificações principais houver. Cada um dos números do índice corresponderá ao número de ramificações secundárias existentes em cada ramo. A ordem dos índices será a seguinte: 1.º o ramo superior, 2.º o ramo inferior e, finalmente, o ramo do meio ou cadeia principal. Por exemplo, o índice 1,0,3 significa que o ramo superior tem uma ramificação, o inferior não tem ramificação e que o ramo principal tem três outras ramificações.

Exemplos:



2,4 dimetil 4(2 metil propil) heptano =
L(5) G t2 (5) L ã (5) M (5) C t3 (5,6) 0,1,0 (5) L ã (5) M (5)
G t2 (5) L ã (5) L ã (5) M (5) M (5) L ã

A representação do biciclo [4.2.0] octano será a seguinte:



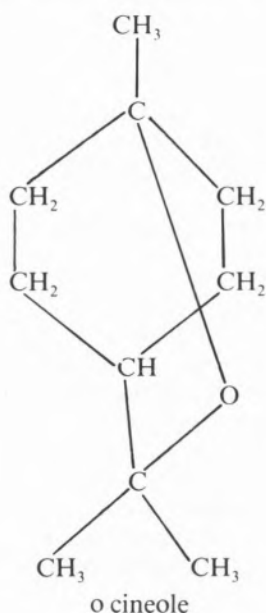
G (6) t3 (5) M (5) M (5) M (5) M (5)(6)(3,4,5)(5) M (5) M
(5)(6)(3,4,5)(5) G (6)(3,4,5)

Nota: Nos casos de ramificações complicadas, para ajudar a clareza da representação, poderá repetir-se o sinal do fim de ramificação no fim de cada um dos seus ramos principais distinguindo-os, assim, dos fins das ramificações secundárias.

Para representar uma molécula do tipo do cineole, utilizar-se-á o método seguinte: abrem-se parentesis antes dos ramos que se reúnem primeiro e fecham-se os parentesis antes de chegar ao 2.º ponto de reunião.

Exemplo: o cineole será representado da seguinte maneira:

L (5) C (6) t3 (2,3)(5) M (5)(6) ã G (5)(3,5)(2,6)(5) M (5)
M (5)(6) ã G (5)(3,5)(5) O (5)(6) ã C t2 (5) L ã (5) L ã

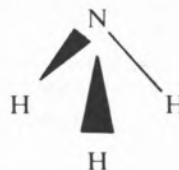


2.10 — Átomos situados à frente e atrás do plano de referência

Para indicar que um átomo deve ser visto como situado por trás do plano de referência, utilizar-se-á o seguinte sinal: (4,6)(3,5,6) antes da letra do símbolo químico.

Para indicar que um átomo deve ser visto como situado mais perto do observador, utilizar-se-á o seguinte sinal: (4,6)(2,3,6) antes da letra do símbolo químico.

Exemplo:

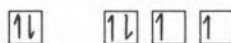


(4,6) n t3 (5)(4,6)(3,5,6) h ã (5)(4,6)(2,3,6) h ã (5) h ã

2.11 — Diagramas de caixa

Os limites dos subníveis são representados por parentesis rectos, os orbitais por parentesis curvos e os electrões pelo sinal numérico (electrão celibatário) ou pelo sinal numérico seguido da letra p no caso de electrões aparelhados.

Exemplo: Diagrama de caixa dos electrões de valência de carbono (1,2,3,5,6)(3,4,5,6) p (2,3,4,5,6)(1,2,3,5,6)(2,6)(3,4,5,6) p (3,5)(2,6)(3,4,5,6) (3,5)(2,6)(3,4,5,6) (3,5)(2,3,4,5,6)



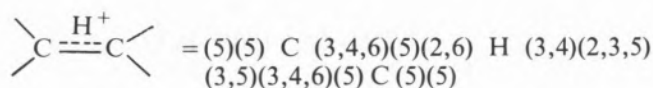
2.12 — Radicais livres, complexo π , ião carbónio

Os radicais livres serão assinalados com uma ligação química no fim ou com o sinal de expoente seguido de vírgula. Parece-nos preferível a primeira solução por ser de escrita mais reduzida.

Exemplos: $\text{CH}_3\cdot = (1,2,3)(3,4)(2)$ ou $(4,6)(1,4)(4,6)(1,2,5)(5,6)(1,4,6)(3,4)(2)$
 $\text{CH}_3- = (1,2,3)(5)$

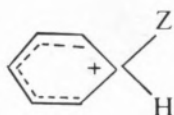
O complexo π será representado do seguinte modo: a seguir ao símbolo do átomo de carbono interessado, indica-se o sinal de ligação dupla logo seguido do sinal de ligação simples, depois abrem-se parentesis curvos, escreve-se o símbolo do elemento que forma complexo com a sua carga em expoente, fecham-se os parentesis curvos, repetem-se os sinais de ligação dupla e de ligação simples e, finalmente, indica-se o outro carbono interessado.

Exemplo:



Uma base do tipo :Z⁻ será representada do seguinte modo: (4,6) Z (5,6)(3,4)(2,5)(3,6)(2,3)

Um ião carbônio do tipo seguinte:



será representado da seguinte maneira: (1,2,3,4,5,6)(3,4)(2,3,5)(2,3,4,5)(1,2,6)(5)(1,3,5,6)(3,4,5)(5)(1,2,5)(3,4,5)

3 — Conclusão

Temos consciência que esta grafia química Braille nem está completa nem está isenta de críticas, mas apesar disso, pensamos que ela representa um primeiro passo necessário para a integração dos cegos nos cursos de química ministrados em Portugal.

Não queremos terminar sem agradecer ao Senhor Victor Bordalo Coelho do Centro de Educação Especial de Lisboa, membro da Comissão Permanente de Braille, que nos ajudou a corrigir certos aspectos menos convenientes. **Só lastimamos que, por falta de verba, a dita Comissão Permanente de Braille não possa debruçar-se sobre este assunto e eventualmente oficializar esta grafia.**

BIBLIOGRAFIA

- José Joaquim da Silva Batista — Manual do Transcritor — 2.^a parte — Notações Especiais — 1.^o Caderno — (1970)
- Braille Science Notation — Section III — Organic Chemistry — (Letterpress Edition) — (1962) — Issued by the Braille Science Notation Sub-Committee of the National Uniform Type Committee September, 1960

ANEXO

Símbolos do Sistema Braille e seu significado vulgar

⠠	⠡	⠢	⠣	⠤	⠥	⠦	⠧	⠨	⠩	⠪	⠫
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j		
⠬	⠭	⠮	⠯	⠰	⠱	⠲	⠳	⠴	⠵	⠶	⠷
k	l	m	n	o	p	q	r	s	t		
⠸	⠹	⠺	⠻	⠼	⠽	⠾	⠿	⠻	⠼	⠽	⠾
u	v	x	y	z	ç	é	á	è	ú		
⠼	⠽	⠾	⠿	⠻	⠼	⠽	⠾	⠿	⠻	⠼	⠽
â	ê	í	ô	ù	à	î	ü	õ	w		
⠼	⠽	⠾	⠿	⠻	⠼	⠽	⠾	⠿	⠻	⠼	⠽
,	;	:	?	!	(ou)	«	aste.	»			

⠠ (3) = apóstrofo

⠠⠠ (3,4,6) = ó

⠠⠠ (3,4,5) = â

⠠ (4) = maiúscula grega

⠠⠠ (4,5,6) = itálico

⠠⠠ (5,6) = \$ ou sinal de índice

⠠ (5) = sem sentido vulgar

⠠⠠ (3,6) = hífen ou sinal de menos

⠠⠠⠠ (3,4,5,6) = sinal numérico ou zero

⠠ (3,4) = í ou sinal de expoente

⠠ (4,5) = minúscula grega

⠠ (4,6) = maiúscula

⠠ (6) = sem sentido vulgar

Nota: As letras de a até j têm valores de algarismo (1 até 0) quando precedidas do sinal numérico
Em álgebra as letras de â até õ têm valor de algarismo (1 até 9) sendo o zero transcrito pelo sinal numérico.

Damos a seguir a transcrição de alguns sinais matemáticos:

+ = ! (2,3,5) (= ? (2,6)) = aster. (3,5)

= = parentesis (2,3,5,6)

Para mais informações consultar os manuais de escrita Braille.