UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE QUÍMICA

DÉBORA SANCHEZ PEREIRA

A GRAFIA QUÍMICA BRAILLE BRASILEIRA E A QUÍMICA ORGÂNICA – CONHECENDO AS ESTRUTURAS ORGÂNICAS NO SISTEMA BRAILLE

⠒⠨⠨ ⠁ ⠛⠗⠁⠋⠊⠁ ⠟⠥⠌⠍⠊⠉⠁ ⠃⠗⠁⠊⠇⠇⠑ ⠃⠗⠁⠎⠊⠇⠑⠊⠗⠁ ⠑ ⠁
⠟⠥⠌⠍⠊⠉⠁ ⠕⠗⠛⠡⠝⠊⠉⠁ ⠤⠤ ⠉⠕⠝⠓⠑⠉⠑⠝⠙⠕ ⠁⠎ ⠑⠎⠞⠗⠥⠞⠥⠗⠁⠎
⠕⠗⠛⠡⠝⠊⠉⠁⠎ ⠝⠕ ⠎⠊⠎⠞⠑⠍⠁ ⠃⠗⠁⠊⠇⠇⠑

Rio de Janeiro, 1º/03/2021.

Débora Sanchez Pereira

A GRAFIA QUÍMICA BRAILLE BRASILEIRA E A QUÍMICA ORGÂNICA –

CONHECENDO AS ESTRUTURAS ORGÂNICAS NO SISTEMA BRAILLE

Defesa final da dissertação de Mestrado - modalidade profissional, em Ensino de Química, apresentada ao Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Química.

Orientadora: Profª. Cássia Curan Turci.

Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Química

Pós Graduação stricto sensu

Apresentado ao

Programa de Pós-graduação em Ensino de Química – PEQui

Linha de Pesquisa: Inclusão na grafia braille

Professora Orientadora: Cássia Curan Turci (IQ/UFRJ)

Rio de Janeiro, 01/03/2021.

Ficha Catalográfica

Autorizo a divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Uso do TEXTO ALTERNATIVO NO WORD nas imagens, tabelas, figuras, foi realizado em quase todas as ilustrações do trabalho em forma de audiodescrição, salvo formatações que não permitiram o texto alternativo. Este procedimento foi realizado para permitir a acessibilidade com os leitores automáticos. Quase todas as figuras, cujas formatações não permitiram este procedimento, possuem acima, ou abaixo da identificação da imagem, o signo ‘AD’ - representação de audiodescrição e, em seguida, a narrativa audiodescrita em letras na cor cinza.

Contato: inclusaonerd@gmail.com
INCLUSÃO NERD – Acessibilidade com carinho

CIP - Catalogação na Publicação

SS211g

Sanchez Pereira, Débora
A Grafia Química Braille Brasileira e a Química Orgânica - conhecendo as estruturas orgânicas no sistema braille / Débora Sanchez Pereira. -- Rio de Janeiro, 2021.
180 f.

Orientadora: Cássia Curan Turci.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Química, Programa de Pós Graduação em Ensino de Química, 2021.

1. Grafia Química Braille (GQB). 2. Grafotátil. 3. Química Orgânica no Sistema Braille. 4. Novas Grafias Braille. I. Curan Turci, Cássia , orient. II. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob a responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto - CRB-7/6283.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Débora Sanchez Pereira

A GRAFIA QUÍMICA BRAILLE BRASILEIRA E A QUÍMICA ORGÂNICA –

CONHECENDO AS ESTRUTURAS ORGÂNICAS NO SISTEMA BRAILLE

Dissertação de Mestrado - modalidade Profissional, apresentada à Pós-Graduação em Ensino de Química, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Química.

Aprovada em : 01 / 03 / 2021.

_____

D.Sc. Cássia Curan Turci, IQ/CCMN/UFRJ

_____

D.Sc. José Antônio dos Santos Borges, NCE/CCMN/UFRJ

_____

D.Sc. Waldmir Nascimento de Araújo Neto, IQ/CCMN/UFRJ

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a Deus, o Oleiro que na sua imensa graça tem constantemente me modelado como o seu instrumento, tanto na vida pessoal como na profissional, em especial na educação, na inclusão e na acessibilidade.

Ao núcleo da minha família, que testemunhou a elaboração desse estudo tão especial.

Aos professores que, de forma incansável, estão constantemente doando o melhor à educação.

E aos alunos que irão tomar em mãos esse material como mais uma ferramenta nos estudos da química, promovendo novos horizontes de aprendizagem.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tudo, me alicerçando segundo a leitura bíblica, 1Ts 5:18:

> Deem graças em todas as circunstâncias, porque esta é a vontade de Deus a respeito de vocês em Jesus Cristo.

Agradeço pela minha família, Ana Hermógena Sanchez Pereira, Ronaldo Cunha Pereira, Leonardo Sanchez Pereira, Nathália Sanchez Pereira, Bruno Costa de Vasconcelos, pelo suporte antes e durante a pandemia (COVID-19) e, às vezes, sem entender as aflições do meu coração;

Ao meu namorado, Eduardo Miranda Barros, por ser (in)paciente nessa caminhada e grande torcedor para a conclusão e conquista deste trabalho;

Com imenso carinho: ao DSc. Aires da Conceição Silva, que me orientou brevemente, com excelentes recomendações e observações, e também incentivou a adoção do Grafotátil; ao MSc. Dirceu Aparecido Borges, pelas conversas curiosas sobre o sistema braille e a amizade advinda entre pontinhos e moléculas. A Profª Esp. Ana Paula Sanches Devescovi, amiga fiel nas horas em que a fé fraquejou;

Aos meus padrinhos exemplares (e família) que sempre, sempre oraram e torceram por mim: Mário César, Miryan, Wladimir, exemplos de bondade, profissionalismo e companheirismo;

Agradeço ao programa de Mestrado Profissional, aos antigos coordenadores, Prof. 'Barroco' e Profª Rozana, que puderam estender a mão, puderam me ouvir e torceram por mim. Acreditem, foi e é muito importante sentir esse calorzinho no peito;

Aos professores do mestrado, com alegria repleta digo com muito carinho: MUITO OBRIGADA!;

Aos colegas que convivi e as amizades que construí, obrigadaaaa!;

À minha imensa e complexa família: SANCHEZ, PEREIRA, CUNHA E SARACHO, aos meus primos pelo mundo afora, meus torcedores: MUCHAS GRACIAS, AGUYJE;

Aos amigos que também estão pelo mundo afora: MERCI BEAUCOUP, THANK YOU VERY MUCH.

Aos amigos de perto de longas datas, cunhadas no Colégio Souza Marques e ao próprio colégio, que me cultivou o amor à química e me formou como técnica em química. E graças a esse primeiro diploma, a essa escola e aos meus professores, '*bigadú*' !;

À equipe pedagógica pelos colégios e escolas que passei e pude construir amizades;

Às amigas que deram suporte especial nos respectivos idiomas: Priscila Amorim da Silva (inglês), Raquel Wonder Mello Pantaleão da Silva (espanhol), Renata Braz Amaro (francês);

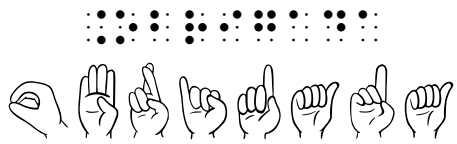
Aos queridos amigos do IBC, da FAETEC, da EMVL, das graduações FTESM, da UGF, da UFRJ, da Catedral Metropolitana do Rio de Janeiro, tanto os antigos que continuam presentes, em suas particularidades, e tanto aos novos pelas passagens que Deus proporcionou, obrigada;

Para aqueles que disseram a palavra '*não*', fazendo dos meus momentos mais difíceis um ato de criatividade e de superação, onde pude vislumbrar uma luz do 'sim'. Valeu!;

Por 2017, obrigada Portela, por 2019, obrigada Flamengo;
E a você que está lendo esse trabalho, meus sinceros agradecimentos.

Agradecimento Especial: à minha orientadora que muito me inspira, profissional admirável, professora zelosa e incansável. Que me aceitou como orientada, sem favoritismo, sem preferências específicas, que aliás, abraçou o sistema braille com fé na Educação Especial e Inclusiva, é um prazer ser sua orientada. Valorizo-a diariamente.

Obrigada



Epígrafe

Se não sabes, aprende;

Se já sabes, ensina.

Confúcio *(551 a.C. – 479 a.C.)*

Com grandes poderes,
Vêm grandes responsabilidades.
[Tio Ben – Spiderman]

Stan Lee (1922 d.C. – 2018 d.C.)

Sigam-me os bons!

[Chapolin Colorado]

Roberto Bolaños – Chespirito

(1929 d.C. – 2014 d.C.)

RESUMO

O presente trabalho tem a finalidade de apresentar, através do produto grafotátil (GT), exemplos de estruturas da química orgânica e estruturação da estereoquímica no sistema braille, com base em uma pesquisa bibliográfica sobre a grafia química braille (GQB). A elaboração desse material é voltada para os estudantes com deficiência visual (DV): baixa visão e cegueira. Para entender essa sinergia foi traçada uma linha temporal de entendimento acerca da educação especial, desde o reconhecimento igualitário humano até as atuais ações de inclusão e educação especial, culminando na grafia química braille. A atual GQB não responde a todas as necessidades do ensino da química orgânica escolar. Assim foram propostas 5 sugestões: 1. Proposta de novo signo composto; 2. Readaptação de signo semelhante à escrita comum; 3. Simplificação da escrita plana; 4. Provocação ao debate de nova simbologia linear (condensada) abordando cadeias insaturadas e heterogêneas; 5. Simplificação na translineação de cadeias longas e compostos complexos. Tais propostas e sugestões resultam de estudos na língua portuguesa, majoritariamente brasileira, na língua espanhola e na francesa. A busca dessas grafias foi recorrente no desenvolvimento do material, lacunas em aberto dificultaram o término do trabalho. Foram usados os *softwares*: Word, Braille Fácil versão 4.01 e ChemSketch para a confecção do GT. O produto grafotátil é um instrumento que**,** de fato**,** realiza a inclusão, pois os alunos videntes podem acompanhar o material junto com o aluno DV. Nos estudos foram encontrados deslizes na escrita química em algumas grafias. A elaboração digital foi concluída e aguarda validações. No texto também se aplica o uso de acessibilidade com audiodescrição (AD) nas imagens. Como resultados foram desenvolvidos o grafotátil e um folder explicativo. Foi também sugerida uma mudança de leitura do sistema braille na química.

Palavras chaves: Grafia Química Braille (GQB), Grafotátil, Química Orgânica no Sistema Braille, Novas Grafias Braille.

ABSTRACT

The current work aims to present, through the **graphotactile** product (GT), organic chemistry studies with examples materials and an observation in particular in the structuring of stereochemistry in the braille system, through a bibliographic search in publications on the topic: organic chemistry in braille in the (OCB). The elaboration of this product embraces essential care for students with visual impairment (VI): low vision and blindness. Technical concerns of enlargement and contrasts, use of the braille system (BS). To understand this synergy, a timeline of understanding in special education was drawn, from the egalitarian human recognition to the current actions of inclusion and special education until it arrives the current GQB does not answer all the needs of teaching organic school chemistry, sometimes the positions are dubious, sometimes there are no words. However, 5 suggestions were proposed, namely: 1. Proposal for a new composite sign; 2. Suggestion of readaptation of a sign similar to ordinary writing; 3. Simplification of flat writing; 4. Provocation to the debate of new linear (condensed) symbology addressing unsaturated and / or heterogeneous chains; 5. Simplification in the translineation of long chains and complex compounds. Such proposals and suggestions are the result of studies in the Portuguese language, mostly Brazilian, in the Spanish language and French. The search for these spellings was recurrent in the development of the material, open gaps made it difficult to finish. The following softwares were used: Word, *Braille Fácil* version 4.01 and ChemSketch to make the GT. The product, graphotile, is an instrument that actually performs the inclusion, as the visionary students will be able to accompany the material together with the DV student. In the studies, slips were found in chemical writing in some spellings. Digital elaboration completed pending validation. The use of accessibility with audio description also applies in the text. As a result, the grapho-tactile and an explanatory folder were developed. A shift to reading the braille system in chemistry has also been suggested.

Keywords: Braille Chemical Writing (BCW), Grafotactile, Organic Chemistry in the Braille System, New Braille Spellings.

RÉSUMÉ

Ce travail a comme but présenter, à travers le produit d'orthographe tactile (OT), les études de chimie organique comme exemples didactiques et une observation, surtout dans la structure de la stéréochimie sur l'écriture en Braille, par une recherche bibliographique dans les publications sur le thème : chimie organique en Braille dans l'orthographe chimique en Braille (OCB). L'élaboration de ce produit comprend les soins essentiels par les étudiants avec un handicap visuel (HV) : la basse vision ou la cécité et les préoccupations techniques d'agrandissement et du contraste, l'usage du système Braille (SB). Pour comprendre cette synergie, on a établi une ligne temporelle de compréhension dans l'éducation spéciale, dès la reconnaissance égalitaire humaine jusqu'aux actions actuelles d'inclusion et d'éducation spéciale, jusqu'à l'arrivée de l'orthographe chimique en Baille. L'orthographe chimique en Braille (OCB) actuelle ne répond pas à tous les besoins d'enseignement de la chimie organique scolaire, or les propositions sont douteuses, or il n'y a pas d'explications. Cependant, on a proposé cinq (5) suggestions, les voilà : 1. Proposition d'un nouveau symbole composé ; 2. Suggestion de réadaptation du symbole équivalent à l'écriture normale ; 3. Simplification de l'écriture plane ; 4. Provocation aux discussions d'une nouvelle symbologie linéaire (abrégée) abordant les chaînes insaturées et/ou hétérogènes ; 5. Simplification dans la translinéation de chaînes longues et de composants complexes. Telles propositions et suggestions sont le résultat d'études en langue portugaise, principalement la brésilienne, en langue espagnole et en langue française. La quête de ces graphies a été récurrente dans le développement du matériel, des lacunes encore ouvertes ont difficulté la conclusion. Les *softwares*: Word, Braille Fácil et ChemSketch, ont été utilisés pour la confection du OT. Le produit d'orthographe tactile est un instrument qui, en fait, fait l'inclusion, parce que les étudiants qui voient pourront suivre le matériel avec l'étudiant HV. Dans les études des dérapages dans l'orthographe chimique ont été trouvés dans quelques graphies. L'élaboration digitale est conclue et attend des validations. Dans le texte on emploi aussi l'usage de l'accessibilité comme auto-description (AD) sur les images. En conséquence, le grapho-tactile et un dossier explicatif ont été élaborés. Un passage à la lecture du système braille en chimie a également été suggéré.

Mots-clés: Orthographe Chimique en Braille (OCB), Orthographe Tactile, Chimie Organique en Braille, Nouvelles Orthographes en Braille.

RESUMEN

El vigente trabajo tiene el propósito de presentar a través de este producto grafotátil (GT), los estudios de química orgánica con ejemplos didácticos y una observación en especial en la estructuración de la estereoquímica en el sistema braille, a través de una pesquisa bibliográfica en publicaciones a respecto del tema: química orgánica en braille en la grafía química braille (GQB). La elaboración de ese producto adopta cuidados esenciales para los alumnos con discapacidad visual (DV): baja visión y ceguera. Preocupaciones técnicas de ampliación y contrastes, uso del sistema braille (SB). Para entender esa sinergia fue trazada una línea temporal de entendimiento en educación especial, desde el reconocimiento igualitario humano hasta las actuales acciones de inclusión y educación especial hasta llegar en la actual grafía química braille. La actual GQB no cubre todas las necesidades de la enseñanza de química orgánica escolar, ora están dudosas las colocaciones, ora sin palabras. Sin embargo se han propuesto 5 sugerencias, aquí presentadas: 1. Propuesta del nuevo signo compuesto; 2. Sugerencia de readaptación de un signo semejante a la escrita común; 3. Simplificación de la escritura plana; 4. Provocación al debate de nueva simbología lineal (condensada) abordando cadenas insaturadas y / o heterogéneas; 5. Simplificación en translineación de cadenas largas y compuestos complejos. Tales propuestas y sugerencias son resultado de estudios en lengua portuguesa, mayoritariamente brasileña, en lengua española y francesa. La búsqueda de esas grafías fue recurrente en el desarrollo del material, Los huecos abiertos dificultaran el acabado. Se utilizaron los siguientes *softwares*: Word, Braille Fácil y ChemSketch para la confección del GT. El producto, grafotátil, es una herramienta que de facto realiza la inclusión, ya que los alumnos videntes podrán acompañar el material junto al alumno DV. En los estudios se encontraron resbalones en la escritura química en algunos deletreos. Elaboración digital conclusa en aguardo de las validaciones. En el texto también se aplica el uso de la accesibilidad con descripción de audio (AD) en las imágenes. Como resultado se desarrolló el grafo-táctil y una carpeta explicativa. También se ha sugerido un cambio a la lectura del sistema braille en química.

Palabras llaves: Grafía Química Braille (GQB), Grafotátil, Química Orgánica en el Sistema Braille, Nuevas Grafías Braille.

LISTA DE ESQUEMAS

Esquema 01	Esquema do uso do SB na grafia química de cadeias fechadas ramificadas	95
Esquema 02	(a) ilustração do DDT na GQB (2017); (b) sugestão de reorganização no SB para o DDT	99
Esquema 03	Mapa Conceitual	122
Esquema 04	Linha do tempo da datação dos principais estudos da química orgânica	123
Esquema 05	Ordem ácida dos compostos derivados de aminas	152
Esquema 06	Metanol em tinta, em braille e adoção de sugestões	162

LISTA DE FIGURAS

Figura A	Sakura rosa	05
Figura B	Flores do campo	07
Figura C	Desenho de Confúcio	08
Figura D	Desenho de Stan Lee	08
Figura E	Desenho de Chapolin Colorado	08
Figura 01	(A): Chaveiro do IBC; (B) presente recebido dos amigos da escola, acervo particular da autora	36
Figura 02	Eleanor Roosevelt e os direitos humanos, Paris, 1948	41
Figura 03	Logotipo da UNESCO	45
Figura 04	Sistema ocular de uma pessoa normal	49
Figura 05	Busto de Louis Braile	56
Figura 06	Imagem de Valetin Haüy	56
Figura 07	Maria Teresa Von Paradise	57
Figura 08	Alphonse Thibaud	57
Figura 09	Charles Barbier De La Serre	57
Figura 10	Alfabeto Braille	57
Figura 11	Gráfico de pizza do Censo 2010, percentual das Pessoas com Deficiência no Brasil	59
Figura 12	Logomarca do Instituto Benjamin Constant	60
Figura 13	(a) Logomarca da Fundação Dorina Nowil para Cegos; (b) personagem Dorinha e seu cão-guia Radar	61
Figura 14	Cela Braille	66
Figura 15	Cela na posição de leitura	66
Figura 16	Cela na posição de escrita	66
Figura 17	Reglete, punção e prancheta	67
Figura 18	Imagem das dimensões da reglete tradicional considerando as dimensões da NBR 9050/2004	68
Figura 19	Soroban	69
Figura 20	Grupo 1 do Sistema Braille	70
Figura 21	Grupo 2 do Sistema Braille	70
Figura 22	Grupo 3 do Sistema Braille	71
Figura 23	Grupo 4 do Sistema Braille	71
Figura 24	Grupo 5 do Sistema Braille	71
Figura 25	Palavra ‘Rosa’ em tinta e logo abaixo a mesma palavra em Braille	72
Figura 26	Grupo 7 do Sistema Braille – números rebaixados	72
Figura 27	(A) estrutura do etano em fórmula plana na escrita arábica; (B) estrutura do etano em fórmula plana na escrita braille	80
Figura 28	(A) estrutura da propanona em fórmula plana na escrita arábica; (B) estrutura da propanona em fórmula plana na escrita braille	80

Figura 29	(A) estrutura do ácido acético em fórmula plana na escrita arábica; (B) estrutura do ácido acético em fórmula plana na escrita braille	81
Figura 30	(A) estrutura do dióxido de enxofre em fórmula plana na escrita arábica; (B) estrutura do dióxido de enxofre em fórmula plana na escrita braille	81
Figura 31	(A) estrutura do fluoreto de hidrogênio em fórmula plana na escrita arábica; (B) estrutura do fluoreto de hidrogênio em fórmula plana na escrita braille	81
Figura 32	(A) estrutura da amônia em fórmula plana na escrita arábica; (B) estrutura da amônia em fórmula plana na escrita braille	82
Figura 33	(a) e (b) Ilustração do composto monóxido de carbono	83
Figura 34	(A) em tinta: reagente: metano; seta de reação química; produtos: metil e hidrogênio; (B) em tinta: reagente: metano; seta de reação química; produtos: metil e hidrogênio	85
Figura 35	Ilustração da ONCE sobre as posições de elétrons em volta do símbolo químico	89
Figura 36	Ilustração de posições numéricas do cicloheptano com numeração nas vértices no sentido horário	95
Figura 37	Anel aromático enumerado para a representação de ramificações	97
Figura 38	Anel aromático enumerado para a representação de ramificações	99
Figura 39	Exemplos do uso de cunhas na grafia portuguesa (1993)	104
Figura 40	Exemplos do uso de cunhas na grafia francesa	104
Figura 41	Ilustração da molécula feita no ChemSketch e importada no Word	109
Figura 42	Ilustração da molécula feita no Braille Fácil	109
Figura 43	Ilustração da molécula comparando no Word e no Braille Fácil	110
Figura 44	Ilustração da molécula na visualização em papel	110
Figura 45	Imagem de um mapa, do Paraguai, no material grafotátil, por cima o uso do thermoform como película transparente, por baixo o papel com o mapa	114
Figura 46	Imagem de do livro: Crescer de Português, confeccionado no material grafotátil sem o uso do thermoform	114
Figura 47	Fórmula bastão e texto em braille: fenantreno	130
Figura 48	Fórmula bastão e texto em braille: benzopireno	130
Figura 49	(metil propano) ilustração do prolongamento e o uso da cunha antepondo a ligação	132
Figura 50	Ilustração do heptano no modelo traço-cunha (A) em tinta e (B) em braille	133
Figura 51	Ilustração do *cis*-but-2-eno no model traço-cunha (A) em tinta e (B) em braille	134
Figura 52	Ilustração do *trans*-but-2-eno no model traço-cunha (A) em tinta e (B) em braille	134

Figura 53	Ilustração do hex-3-eno no modelo traço-cunha (A) e (B) em braille ……	134
Figura 54	Ilustração do 3-metil hex-3-eno no modelo traço-cunha (A) e (B) em braille ……..……	134
Figura 55	Ilustração do metal ciclopropano no modelo traço-cunha (A) em tinta e (B) em braille ……	135
Figura 56	Ilustração do ciclo-pentano no modelo traço-cunha (A) em tinta e (B) em braille ……...	136
Figura 57	Ilustração do ciclopropadieno no modelo traço-cunha (A) em tinta e (B) em braille ……..	136
Figura 58	Ilustração do cicloex-1,3-dieno no modelo traço-cunha (A) em tinta e (B) em braille ……..	136
Figura 59	Ilustração do tolueno (A) em tinta, (B) em braille, (C) ilustração linear em braille do tolueno ……..	137
Figura 60	Ilustração do o-xileno (A) em tinta, (B) em braille, (C) ilustração linear do o-xileno ……..	138
Figura 61	Ilustração do 5-*fenil*-3,7-dimetildecano ……..	139
Figura 62	Ilustração do composto com detalhamentos …….	141
Figura 63	Exemplos do uso de cunhas na grafia portuguesa (1993)	142
Figura 64	Ilustração do carbono com presença da hidroxila no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille	143
Figura 65	Ilustração do etan-1,2-diol no modelo traço-cunha (A) em tinta e (B) em braille	143
Figura 66	Ilustração do carbono insaturado (ligação dupla) com presença da hidroxila no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille	144
Figura 67	Ilustração do propen-1-ol-1 no modelo traço-cunha (A) em tinta e (B) em braille	144
Figura 68	Ilustração do propen-1-ol-2 no modelo traço-cunha (A) em tinta e (B) em braille	144
Figura 69	Ilustração da fenila mais a hidroxila, compondo o fenol no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille	144
Figura 70	Ilustração do fenol (A) em tinta, (B) em braille e (C) ilustração condensada do fenol em braille	145
Figura 71	Ilustração do α-naftol no modelo condensado (A) em tinta e (B) em braille	145
Figura 72	Ilustração do 1-hidroxinaftaleno α-naftol no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille	145
Figura 73	Ilustração do 2-hidroxinaftaleno β-naftol no modelo condensado (A) em tinta e (B) em braille	145
Figura 74	Ilustração do β -naftol no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille	146
Figura 75	Ilustração da γ-antrol no modelo de estrutura condensada (A) em tinta e (B) em braille	146

Figura 76 Ilustração da 9-hidroxiantraceno (γ-antrol) no modelo de estrutura condensada (A) em tinta e (B) em braille 146
Figura 77 Ilustração da 1,3-di-hidroxi-benzeno no modelo de estrutura condensada (A) em tinta e (B) em braille 147
Figura 78 Ilustração da meta-di-hidroxi-benzeno no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille 147
Figura 79 Ilustração do β-β-di-hidroxi-naftaleno na estrutura condensada (A) em tinta e (B) em braille 147
Figura 80 Ilustração do 2,3-di-hidroxi-naftaleno na estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille 147
Figura 81 Ilustração do carbono funcional do aldeído no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille 148
Figura 82 Ilustração do carbono funcional da cetona no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille 148
Figura 83 Ilustração funcional da carboxila no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille 148
Figura 84 Ilustração da estrutura funcional do éter no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille 148
Figura 85 Ilustração da estrutura funcional do haleto orgânico no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille 149
Figura 86 Ilustração da estrutura funcional do haleto orgânico no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille 149
Figura 87 Ilustração do carbono funcional de haleto de acila no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille 150
Figura 88 Ilustração do fluoreto de benzoíla no modelo de estrutura condensada (A) em tinta e (B) em braille 150
Figura 89 Ilustração do carboxilato no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille 151
Figura 90 Ilustração da estrutura do anidrido no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille 151
Figura 91 Ilustração do anidrido benzóico no modelo de estrutura condensada (A) em tinta e (B) em braille 151
Figura 92 Ilustração do carbono funcional de éster no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille 152
Figura 93 Ilustração do metanoato de benzila no modelo de estrutura condensada (A) em tinta e (B) em braille 152
Figura 94 Grupo funcional da amina 153
Figura 95 Grupo funcional da amida 153
Figura 96 Grupo funcional de sal de amônio (A) em tinta (B) em braille ... 154
Figura 97 Grupo funcional de nitrila (A) em tinta e (B) em braille 155
Figura 98 Grupo funcional de isonitrila (A) em tinta e (B) em braille 155
Figura 99 Grupo funcional do nitrocomposto (A) em tinta e (B) em braille 155
Figura 100 Ilustração do carbono com presença de hidrogenossulfeto no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille 156

Figura 101 Ilustração do tiofenol e do hidrogenossulfeto no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille 156
Figura 102 Ilustração do carbono funcional da tiocetona no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille 156
Figura 103 Ilustração da estrutura funcional do tioéter no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille 157
Figura 104 Ilustração da estrutura funcional do ácido sulfônico no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille 157
Figura 105 Ilustração da estrutura do composto organometálico no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille 158
Figura 106 Ilustração da estrutura funcional do composto de Franklin no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille 158
Figura 107 Ilustração da estrutura funcional do composto do mercúrio no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille 158
Figura 108 Ilustração da estrutura funcional do composto de chumbo no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille 158
Figura 109 Ilustração da estrutura funcional do composto de haleto de organo-magnésio no modelo de estrutura (A) em tinta e (B) em braile 158
Figura 110 Ilustração da estrutura funcional do composto **Bipirâmide Trigonal** pentabrometo de fósforo no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille 159
Figura 111 Ilustração da estrutura funcional do composto **Octaedro** hexafluoreto de enxofre no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille 159
Figura 112 Ilustração da estrutura funcional do composto **Bipirâmide Pentagonal** heptafluoreto de iodo no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille 160
Figura 113 Ilustração da estrutura funcional do composto **Octaedro** hexacianoferrato (II) no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille 160
Figura 114 Ilustração da molécula na visualização em papel da translineação 163
Figura 115 Ilustração da personagem Dorinha recebendo a GQB para estudar, a arte é da @d4rkmilla 167

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Dados do Censo Brasil 2010, percentual da população com instrução de estudo	34
Tabela 02	Dados do Censo Brasil 2010, percentual da população deficiente	59
Tabela 03	Símbolos da escrita portuguesa	73
Tabela 04	Ilustrações em tinta e em braille dos elementos químicos	75
Tabela 05	Escrita em tinta e em braille de exemplos químicos	76
Tabela 06	Escrita em tinta e em braille de exemplos de compostos orgânicos	77
Tabela 07	Exemplos de compostos orgânicos com suas fórmulas gerais, escrita em tinta e braille	78
Tabela 08	Ilustrações em tinta e em braille das ligações simples, dupla e tripla, e das ligações de hidrogênio	79
Tabela 09	Ilustrações em tinta e em braille das ligações dativas	82
Tabela 10	Cátions e ânions em braille	84
Tabela 11	Notação de Lewis	86
Tabela 12	Exemplos de notação de Lewis	86
Tabela 13	Ilustração em braille de cadeias longas / polímero representadas por repetição	92
Tabela 14	Estruturas cíclicas não ramificadas	94
Tabela 15	Estruturas cíclicas ramificadas	95
Tabela 16	Anéis aromáticos no sistema braille	96
Tabela 17	Alguns exemplos de anéis aromáticos	97
Tabela 18	(A) triângulo hachurado; (B) triângulo cheio	100
Tabela 19	Exemplos de estrutura espacial em tinta e em braille do metano	101
Tabela 20	Exemplos de estrutura espacial, com sugestão 02	101
Tabela 21	Exemplos de estrutura espacial, com sugestões 02 e 03	103
Tabela 22	Exemplos de estrutura especial com carbono assimétrico	105
Tabela 23	Exemplos de fórmulas planas de carbonos e as suas classificações	125
Tabela 24	(A) triângulo hachurado ‘cunha tracejada’; (B) triângulo cheio ‘cunha cheia’	127
Tabela 25	(tabela 20) exemplos de estrutura espacial em braille do metano e da amônia	128

LISTA DE ACRÔNIMOS / SIGLAS / ABREVIATURAS / SIMBOLOS

2-D – bidimensional

3-D – tridimensional

a.C – antes de Cristo

d.C – depois de Cristo

AD – audiodescrição

APH – *American Printing House for the blind*, casa de impressão americana para cegos

BV – Baixa visão

CAT – Comitê de Ajudas Técnicas

CAP – Centro de Apoio Pedagógico para Atendimento às Pessoas com Deficiência Visual

CBB – Comissão Brasileira de Braille

CBSQ – *Code Braille Scientifique Québécois* (Código Braille Científico de Quebec)

CEBF – *Commission Évolution du Braille Français* (Comissão Francesa de Evolução Braille)

CMU – Código Matemático Unificado

CODA(s) – *child of deaf adults*, filhos de adultos surdos

DDT – dicloro**-**difenil**-**tricloroetano

DV – deficiência visual

FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

GT – grafotátil

GQB – grafia química braille

HQ(‘s) – histórias em quadrinhos (gibis)

IBC – Instituto Benjamin Constant

IPECE – Instituto de Pesquisa e estratégia econômica do Ceará

IQ – Instituto de Química

IUPAC – *International Union of Pure and Applied Chemistry* (União Internacional de Química Pura e Aplicada)

LDB - Leis de Diretrizes Bases da Educação Nacional

MA – Material Adaptado

MD – Múltiplas Deficiências

MEC – Ministério da Educação

NAPPB – Núcleo de Apoio Pedagógico e Produção Braille

NUPED – Núcleo de Atendimento à Pessoa com Deficiência (do Estado do Rio de Janeiro)

OM – Orientação e Mobilidade

ONCB – Organização Nacional de Cegos do Brasil

ONCE – *Organización Nacional de Ciegos Españoles* (Oraganização Nacional de Cegos Espanhóis)

ONU – Organização das Nações Unidas

PALOP(s): Países de Língua Oficial Portuguesa

PcD – Pessoa com deficiência

PcDV – Pessoa com deficiência visual

PNLD – Programa Nacional do Livro e do Material Didático

PsD – Pessoa sem deficiência

PVC – Policloreto de vinila

RPENV – Repulsão do Par de Elétrons no Nível de Valência

SDH – Secretaria de Direitos Humanos

SECADI – Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão

SB – Sistema Braille

SC – Surdocegueira

TA – Tecnologia Assistiva

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a educação, a Ciência e a Cultura

VSEPR – *Valence Shell Electron Pair Repulsion*

SUMÁRIO

RESUMO 09

Palavras chaves 09

ABSTRACT 10

RESUMEN 11

ABSTRAIT 12

LISTA DE ESQUEMAS 13

LISTA DE FIGURAS 14

LISTA DE TABELAS 19

LISTA DE ACRÔNIMOS / SIGLAS / ABREVIATURAS / SIMBOLOS 20

SUMÁRIO 23

1. INTRODUÇÃO 29

2. O PROBLEMA 31

3. OBJETIVOS 32

3.1. OBJETIVO PRINCIPAL 32

3.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS 32

4. JUSTIVICATIVA 34

4.1. A RAIZ DA MOTIVAÇÃO 36

5. LEIS 39

5.1. DECLARAÇÃO UNIVERSAL DOS DIREITOS HUMANOS 40

5.1.1. Declaração Universal dos Direitos Humanos e seus Artigos 40

5.2. DECLARAÇÃO DE JOMTIEN: Declaração Mundial sobre Educação para Todos – Plano de Ação para Satisfazer as Necessidades Básicas de Aprendizagem (09/03/1990, Tailândia) 43

5.3. DECLARAÇÃO DE SALAMANCA: Sobre Princípios, Política e Práticas nas áreas das Necessidades Educativas Especiais (10/06/1994, Espanha) 45

6. OS SISTEMAS SENSORIAIS 48

6.1. VISÃO: OS OLHOS E OS SEUS MECANISMOS 48

6.1.1. A identificação de um Deficiente Visual (DV) 49

6.2. TATO: A PERCEPÇÃO HÁPTICA 52
7. A INCLUSÃO 54
7.1. A INCLUSÃO NO MUNDO 55
7.1.1. Louis Braille e os seus passos para o Sistema Braille 55
7.2. A INCLUSÃO NO BRASIL 58
7.2.1. Instituto Benjamin Constant 60
7.2.2. Fundação Dorina Nowill para Cegos 61
7.3. O APRENDER E A ADAPTAÇÃO 62
7.4. COMISSÃO BRASILEIRA DO BRAILLE (CBB) 63
7.4.1. Normas Técnicas para a Produção de Textos em Braille 64
7.5. O MÉTODO BRAILLE 66
7.5.1. Os instrumentos mais usados, acessibilidade nas mãos 67
7.5.1.1. A reglete 67
7.5.1.2. O punção 68
7.5.1.3. O Soroban 69
7.5.2. O Sistema Braille 70
7.5.2.1. O Grupo 1 70
7.5.2.2. O Grupo 2 70
7.5.2.3. O Grupo 3 70
7.5.2.4. O Grupo 4 71
7.5.2.5. O Grupo 5 71
7.5.2.6. O Grupo 6 (símbolos exclusivos) 71
7.5.2.7. O Grupo 7 (símbolos inferiores) 72
8. GRAFIA QUÍMICA BRAILLE (GQB) BRASILEIRA 74
8.1. OBSERVAÇÕES DAS NORMAS DO SISTEMA BRAILLE NA QUÍMICA 75
8.2. REPRESENTAÇÃO DOS ELEMENTOS QUÍMICOS 75
8.3. OS NÚMEROS NAS FÓRMULAS QUÍMICAS 76
8.3.1. Estudos com fórmula molecular dos compostos orgânicos 77

8.4. LIGAÇÕES QUÍMICAS, MONTANDO AS ESTRUTURAS 79
Sugestão 01 82
8.4.1. Cargas elétricas, como identifica-las no Sistema Braille 83
8.4.1.1. Cátions & Ânions em Braille 84
8.4.1.2. Rupturas de ligações químicas, como identificar em braille 84
8.5. GRUPOS FUNCIONAIS E RADICAIS LIVRES 85
8.5.1. Notação de Lewis 86
8.5.2. Grupos Funcionais da Química Orgânica 87
8.6. CADEIAS CARBÔNICAS, MONTANDO AS ESTRUTURAS 89
8.6.1. Fórmula Bastão, uma forma simples de representação 90
8.6.1.1. Cadeias carbônicas de tamanho determinado, simplificando cadeias 90
8.6.1.2. Cadeias carbônicas de tamanho longo ou polímero 92
8.7. CADEIAS FECHADAS: CÍCLICAS E AROMÁTICAS 93
8.7.1. Estruturas Cíclicas (Cadeias Fechadas) 94
8.7.1.1. Estruturas Cíclicas Ramificadas 95
8.7.2.Estruturas Aromáticas, Anéis Aromáticos 97
8.7.2.1. Estruturas Aromáticas Ramificadas 97
8.8. ESTRUTURAS TRIDIMENSIONAIS (3-D) DAS FÓRMULAS QUÍMICAS 100
Sugestão 02 101
Sugestão 03 102
8.8.1. Representação do Carbono Assimétrico 105
9. METODOLOGIA 106
10. O PRODUTO 112
10.1. MATERIAL GRAFOTÁTIL, UM INSTRUMENTO ACESSÍVEL 113
10.1.1. Adaptação háptica para os deficientes visuais – cegos 115
10.1.2. Adaptação para os deficientes visuais – baixa visão 116
10.1.3. Tecnologia Assistiva (TA) 117
10.2. A QUÍMICA E O BRAILLE 118

10.2.1. O Mapa Conceitual da GQB 120
Mapa Conceitual (esquema 03) 122
10.2.2 A química orgânica: e o seu breve berço histórico 123
10.3. O CARBONO E ALGUMAS CARACTERÍSTICAS 123
10.4. FÓRMULAS QUÍMICAS 124
10.4.1. Fórmula Estrutural Plana (2-D) 124
10.4.2. Fórmulas Tridimensionais (3-D) 126
10.5. ESTEREOQUÍMICA, VISUALIZANDO EM 3-D 127
Sugestão 04 129
10.6. ANÉIS BENZÊNICOS 129
10.7. INSATURAÇÕES E RAMIFICAÇÕES DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS .. 130
10.7.1. Nomenclaturas 131
10.7.1.1. Posição dos localizadores 131
10.8. FUNÇÕES ORGÂNICAS 132
10.8.1. Composição dos Hidrocarbonetos 133
10.8.2. Cadeias Fechadas 135
10.8.3. Anéis Aromáticos 137
10.8.3.1. Radicais dos Anéis Aromáticos 138
Sugestão 05 142
10.9. COMPOSIÇÃO DAS FUNÇÕES OXIGENADAS 142
10.9.1. Álcool 143
10.9.2. Enol 143
10.9.3. Fenol 144
10.9.3.1. Monofenóis 145
10.9.3.2. Difenóis 146
10.9.4. Aldeído 147
10.9.5. Cetona 148
10.9.6. Ácido Carboxílico 148

10.9.7. Éter 148
10.9.8. Haletos 149
10.9.8.1. Haletos Orgânicos 149
10.9.8.2. Haletos de Arila 149
10.9.8.3. Haletos de Acila 150
10.9.9. Sal Orgânico 150
10.9.10. Anidrido Orgânico 151
10.9.11. Éster 152
10.10. Composição das Funções Nitrogenadas 152
10.10.1. Aminas 152
10.10.1.1. Aminas Primárias 153
10.10.1.2. Aminas Secundária 153
10.10.1.3 Aminas Terciárias 153
10.10.2. Amidas 153
10.10.3. Sais de Amônio Quaternário 154
10.10.4. Nitrilas 154
10.10.5. Isonitrilas 155
10.10.6. Nitrocomposto 155
10.11. COMPOSIÇÃO DAS FUNÇÕES SULFURADAS (TIO COMPOSTOS) 155
10.11.1. Tioálcoois ou Tióis 156
10.11.2. Tiofenóis 156
10.11.3. Tiocetonas 156
10.11.4. Tioéter 157
10.11.5. Ácido Sulfônicos 157
10.12. OUTRO COMPOSTOS 157
10.12.1. Compostos Organometálicos 157
10.12.1.1 Compostos de Franklin / Frankland 158
10.12.1.2 Compostos de Mercúrio 158

10.12.1.3 Compostos Plúmbicos 158
10.12.2. Reagentes de Grignard 158
10.13. COMPOSTOS INORGÂNICOS 159
10.13.1. Estudos com a Geometria Molecular 159
10.13.2. Compostos de Coordenação ou Complexos 160
11. RESULTADOS 161
12. CONSIDERAÇÕES FINAIS 165
12.1. RECOMENDAÇÕES & PROPOSTAS 169
12.1.1. Aplicação dos Testes e Entrevistas 170
12.1.1. Público Participante 170
12.1. NOVAS PESQUISAS 170
12.1.1. Acompanhamento das Atualizações dos Livros Didáticos 170
12.2.2. Acompanhamento das Tecnologias Assistivas 171
12.2.3. Não Acabou 171
13. REFERÊNCIAS 172
13.1.WEBGRAFIA 178
13.2. PROGRAMAS USADOS 179

1. INTRODUÇÃO

É de conhecimento comum que a grande maioria dos professores em atividades não são preparados para receber alunos com determinadas deficiências, e muito menos tiveram durante a graduação estudos relacionados ao Braille. Lembrando que nos meados dos anos 2000 a Libras[1] passou a ser obrigatório nas graduações de licenciaturas, entretanto cada local obteve seu tempo de adequação e aplicação plena na mesma, e o Braille não foi incluído nesse sistema obrigatório, e nem em todos os lugares foi oferecido como uma disciplina eletiva.

Comumente encontramos entre os professores do mais diversos níveis de atuação o despreparo com alunos deficientes visuais, incluindo os de química (MÓL, *et al.*, 2004). Durante a formação superior não são possibilitadas as elaboração de metodologias nas quais auxiliem o Ensino Aprendizagem do alunado que apresenta algum tipo de deficiência, e tão pouco é discutido o grau de influência dessa limitação na dinâmica desse alunado.

Para corroborar com a afirmação do texto acima, pontuo a seguinte entrevista realizada pela repórter Mariana Tokarnia e publicada no dia 04/01/2019 (dia internacional do Braille), no site Agência Brasil, o entrevistado foi o Alceu Kuhn (revisor de Braille, e um dos diretores da ONCB – Organização Nacional de Cegos do Brasil, e integrante da CBB – Comissão Brasileira de Braille), e este narra:

> "Eu fico muito feliz de ter tido essa oportunidade [de aprender a ler]. Infelizmente, muitos cegos não têm acesso ao braille por algumas razões. Não é porque não estejam na escola, mas porque os próprios professores não sabem o braille e, como consequência, não vão oferecê-lo". (...)
> Cerca de 5% das obras literárias no mundo são transcritas para braille. Isso nos países desenvolvidos. Nos países mais pobres, essa porcentagem é 1%. A estimativa de Kuhn é que o Brasil não alcance nem mesmo esse 1%.

O trecho acima ilustra a real situação das escolas brasileiras, pois demostra a pouca produtividade literária por baixo números de profissionais capacitados, baixa acessibilidade e limitações na aprendizagem no geral. E este trecho é comprovado, exceto pelo valor percentual, pelo site *World Blind Union* - *WBU* (União Mundial dos Cegos), onde sinaliza a informação da baixa produtividade de textos acessíveis. A campanha de ratificação e implementação do Tratado de Marraquexe (TM) narra sobre acessibilidade de livros em braille, de fontes ampliadas e áudio livros.

[1] **LIBRAS:** Linguagem brasileira de sinais;

> Ler é um direito humano, mas atualmente nem todas as pessoas podem acessar livros ou outros materiais de leitura. Mais de 90% de todos os materiais publicados não podem ser lidos por cegos ou deficientes físicos, levando a uma "fome de livros". Precisamos ser capazes de reproduzir os materiais publicados em formatos acessíveis, como Braille, letras grandes e edições de áudio. (...) O Tratado de Marrakesh foi assinado em Marrocos em 28 de junho de 2013. (...) Mais de 90% de todo o material publicado não é acessível para cegos ou amblíopes. Precisamos ser capazes de produzir esses materiais em formatos acessíveis.

O trabalho aqui apresentado é focado no tema da inclusão no ensino de química orgânica através do uso da técnica grafotátil (GT) usando o Sistema Braille (SB). Observaremos as seguintes colocações:

a) O estudo realizado através da Grafia Química Braille (GQB), 3ª edição, do Ministério de Educação, Secretaria de educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão, e Diretoria de Políticas de Educação Especial.

b) O uso de material grafotátil conforme a 3ª edição da Grafia Química Braille brasileira, e as interpretações dos exemplos das fórmulas planas (2-D) e das fórmulas espaciais (3-D);

c) Adequação da Grafia Química Braille de encontro com as proximidades da escrita química usuais, favorecendo o ensino dos alunos com deficiência visual nos estudos da química orgânica;

d) uma versão mais didática e lúdica possível de uma técnica para o ensinar da química orgânica, abordando o conteúdo de fórmula espacial (tridimensional), e assim facilitando o entendimento.

Esse é um trabalho anagliptográfico[2] em química orgânica, cujo, os estudos desses conceitos necessitam dos conhecimentos prévios de química, da geometria básica da matemática, Sistema Braille e suas normas.

[2] **ANAGLIPTOGRÁFICO:** do grego *anáglyptos* ‘cinzelado em relevo’ + *grafo* ‘escrita’, criado pelo Louis Braille;

2. O PROBLEMA

Queremos discutir a importância de se ter um material específico de química, incluindo a química orgânica, para os alunos com deficiências visuais, e para os professores regentes que trabalham com esses alunos, incluindo os professores da educação especial. O material deve obedecer às normas e padrões estabelecidos por uma comissão atuante no ensino e estudo de materiais no Sistema Braille, que atenda às necessidades específicas com metodologias diferenciadas.

A autora desta dissertação é professora de química e de disciplinas de petróleo, e sentiu falta de materiais de química orgânica em braille para alunos com deficiências visuais. A sugestão do uso do material chamado grafotátil facilita o aprendizado de deficientes visuais cegos e de baixa visão.

O produto resultante deste trabalho poderá ser usado nos estudos de química escolar, bem como em disciplinas mais específicas como a dos cursos que envolvem petróleo e seus derivados.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO PRINCIPAL:

O objetivo desse trabalho é apresentar uma ferramenta capaz de facilitar a aprendizagem da Química Orgânica através da Tecnologia Assistiva (TA), o grafotátil (GT), para estudantes com deficiência visual. O material grafotátil será utilizado nos estudos da química orgânica, nas fórmulas planas e nas fórmulas espaciais, bem como para auxiliar a Grafia Química Braille (GQB) para o uso no Brasil (3ª edição, 2017). Serão propostas algumas grafias para compostos químicos, testando e analisando a sua efetividade, ou alternativas mais acessíveis ao aprendizado.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Através de análises comparativas a GQB brasileira com a portuguesa (Portugal), espanhola (Espanha) e francesa (Canadá), é possível:

a) Gerar a inclusão dos alunos com deficiência visual com os demais alunos.

b) Viabilizar a inclusão do aluno com deficiência visual na química orgânica, em especial abordando fórmulas químicas em 2-D e 3-D e suas importâncias;

c) Favorecer o trabalho dos professores regentes e auxiliares com o aluno e a disciplina;

d) Propor novo(s) signo(s) químico(s) braille;

e) Sugerir uma readaptação de signos ‘cunha’ se aproximando a escrita a tinta;

f) Simplificar a escrita plana com uso da lateralidade[3];

g) Provocar debates de novos signos compostos lineares (condensados) para cadeias fechadas insaturadas e heterogêneas;

h) Facilitar a translineação de cadeias longas e compostos complexos.

[3] **Lateralidade**: qualidade de lateral;

A quebra de paradigma é a facilitação das representações químicas, em especial a química orgânica, uma escrita que exige uma grafia própria nas ciências, adoção de recursos geométricos, entre outros detalhes, que são obstáculos em acessibilidade. Em uma comparação rápida, a grafia da química orgânica faz lembrar a grafia da música, que tem uma escrita e transcrição próprias.

O uso do termo '*lateralidade*' é mais do que "qualidade de lateral". Ele é a proposta de como se formam ou se expressam as possibilidades de se expandir a escrita química no sistema braille, rompendo o paradigma de um sistema, cuja leitura é linear.

Assim, propomos uma exploração tátil plana ou bidimensional para os contornos (ramificações, extensões, *lateralizações*) da linha principal de leitura. Esta é a forma mais adequada para se expressar as ramificações de uma cadeia orgânica principal, ou compostos maiores e complexos, como no próprio estudo dos Complexos[4]. Esta compreensão bidimensional poderá, com maior facilidade, esclarecer as formações tridimensionais – é aconselhável sempre o uso de modelos atômicos e moleculares, preferencialmente texturizados.

A '*linha principal de leitura*' é aquela onde está sendo iniciada a leitura tátil, da qual podem se originar ramificações, acima e abaixo e compostos durante a leitura.

Assim, o leitor não fica sujeito apenas na leitura de uma só linha, e sim na possibilidade de tatear compostos químicos transcritos em linhas, aproximando-se da escrita a tinta.

Com essa exploração bidimensional, pode se abrir novas percepções no sistema braille, semelhante àquela de materiais adaptados bidimensionais texturizados.

[4] **Complexos:** ou íons complexos, ou compostos de coordenação, são compostos formados por certo número de ligantes, cujo o íon central, normalmente metálico, coordena os íons em sua volta, e estas formações são (geralmente) carregadas;

4. JUSTIFICATIVA

Um dos motivadores para a realização desse trabalho é facilitar para os deficientes visuais estudos da química do petróleo e do gás natural em seus cursos técnicos / profissionalizantes, como também nos cursos de graduação e pós-graduação. Para esta caminhada ser bem sucedida é necessário o desenvolvimento de materiais de química em linguagem adequada.

É notório que esses cidadãos, antes ignorados pela sociedade, estão chegando aos cursos de graduação e de pós-graduação, conforme estudos do IBGE (2012). Com uma formação de qualidade, é natural que se exponham mais, usem sua voz e cheguem a cursos de qualidade pelo país a fora. Nesta situação, novos obstáculos aparecem, como narra SOUZA e LOBO (2009):

> As maiores barreiras não são físicas, mas sim de atitude e mentalidade. Existe uma percepção errada e amplamente difundida de que indivíduos com deficiência visual têm dificuldades praticamente inultrapassáveis nos prosseguimentos de carreiras científicas.

A falta de preparo para recepcioná-los em suas especificidades, como também o conhecimento de suas particularidades para o aprendizado, são obstáculos que devem ser vencidos.

Tabela 01: Dados do Censo Brasil 2010, percentual da população com instrução de estudo.

Pessoas com Deficiência		Pessoas sem Deficiência
61,1%	15 anos ou mais de idade com ensino fundamental incompleto	38,2%
17,7%	15 anos ou mais de idade com ensino médio completo e ensino superior incompleto	29,7%
6,7%	Ensino superior completo	10,4%

Conforme a tabela 01, a menor diferença entre os estudantes classificados como pessoas sem deficiência e as pessoas com deficiência está na formação do nível superior. A questão é que as pessoas com deficiência estão estudando e

avançando, gradativamente, em sua formação, ganhando, consequentemente, espaço no mercado de trabalho, no lazer, como vem sendo feito na esfera do ensino.

Mas ficam as perguntas sobre os materiais adaptados e em braille: Como tiveram acesso? Como leram? Como conseguiram? – Essas e inúmeras outras perguntas passam em nossas mentes curiosas. Porém, com certeza, foram conquistas a base de muita luta velada para a sociedade vidente. Não podemos ignorar os profissionais de adaptação e transcrição conhecidos como braillistas[5].

O trabalho aqui desenvolvido limita-se à deficiência visual. Essa parcela populacional do último CENSO-2010 informa 18,76% da população com deficiência visual (35.791.488 cidadãos). Uma breve observação: em 2020 deveria ser aplicado a pesquisa sobre o CENSO-2020, mas por causa da pandemia da COVID-19 esse importante trabalho está adiado para 2021, conforme anunciado pelo IBGE (2020):

> **Censo 2020 adiado para 2021**
>
> Em função das orientações do Ministério da Saúde relacionadas ao quadro de emergência de saúde pública causado pelo COVID-19, o IBGE decidiu adiar a realização do Censo Demográfico para 2021.
>
> A decisão leva em consideração a natureza de coleta da pesquisa, domiciliar e predominantemente presencial, com estimativa de visitas de mais de 180 mil recenseadores a cerca de 71 milhões de domicílios em todo o território nacional.
>
> Considera, do mesmo modo, a impossibilidade de realização, em tempo hábil, de toda a cadeia de treinamentos para a operação censitária, cuja primeira etapa se iniciaria em abril de 2020, de forma centralizada, e posteriormente replicada em polos regionais e locais até o mês de julho.

Em função do distanciamento interpessoal, causado pela pandemia mundial da COVID-19, em 2021 não foi realizado o CENSO-2020, conforme noticiado no site ECONOMIA UOL (2021):

> **IBGE confirma que se prepara para coleta do Censo Demográfico em julho de 2022.**
>
> O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) confirmou no dia 29 de junho, que se prepara para conseguir levar a campo a coleta do Censo Demográfico a partir de 1º de julho de 2022.

[5] **Braillista**: Profissional ou usuário que domina com profundidade diferentes aspectos do Sistema Braille (BRASIL, 2018, p.91)

Por curiosidade, a pesquisa inclui perguntas sobre autismo, até então não presentes em nenhuma pesquisa de magnitude nacional, conforme a seguinte Lei sancionada:

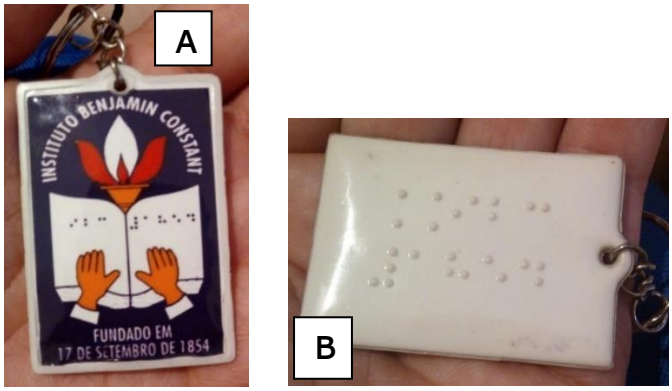
> **LEI Nº 13.861, DE 18 DE JULHO DE 2019**
>
> Art. 1º O art. 17 da Lei nº 7.853, de 24 de outubro de 1989, passa a vigorar acrescido do seguinte parágrafo único:
>
> "Art.17. .....
> *Parágrafo único.* Os censos demográficos realizados a partir de 2019 incluirão as especificidades inerentes ao transtorno do espectro autista, em consonância com o § 2º do art. 1º da Lei nº 12.764, de 27 de dezembro de 2012." (NR)

4.1. A RAIZ DA MOTIVAÇÂO

Uma somatória de fatos ocorridos com a autora, com início na época de estudante do ensino médio, e como professora há mais de vinte anos de sala de aula, ajudam a entender a motivação para este estudo. São muitas as indagações vivenciadas que moldaram as ações tomadas até aqui.

O marco inicial dessas indagações acontece em 1997, com seus amigos do curso técnico em química, que englobava um casal de irmãos (Débora e Márcio Conrado), cujo pai, era professor da mesma instituição, pessoa com deficiência visual (PcDV), cego. Durante os três anos do curso técnico, em uma época que antecede a internet, a autora conviveu com eles e frequentava suas casas para estudar. E também aprendia e observava as diferenças e as curiosidades nos diferentes ambientes.

Figura 01 (A e B): Chaveiro do IBC, presente recebido dos amigos da escola (acervo pessoal).



Na mesma escola haviam os alunos CODAs[6] – *child of deaf adults* (filhos de adultos surdos), e a presença deles a incomodavam positivamente, pois ela ansiava em ter as mesmas habilidades de comunicação que eles.

Também não entendia como uma escola como aquela, que recebia pessoas com deficiências, não ensinava aos alunos da instituição as outras modalidades de comunicação, com foco na inclusão. E se perguntava o porquê de não aprender tais gestos chamados de Libras? Os pontinhos chamados braille? Ali começaram a se manifestar os seus interesses na inclusão e na educação especial.

Atualmente a autora promove a inclusão reversa, na qual os alunos sem deficiência aprendem as habilidades dos alunos com deficiências, como Libras e braille. Entre as crianças iniciou-se uma criação inspirada no BRAILLE BUG (braillebug.org), parada por tempo indeterminado pela COVID-19.

Entretanto, a caminhada na inclusão ocorreu, oficialmente, em 2012, através do Curso de Especialização em Ensino de Química realizado entre 2012 e 2013 no Instituto de Química da UFRJ. A incentivadora “chave” daquele momento foi a Dorinha, uma personagem de história em quadrinhos (HQ), um hábito de rotina de leituras da autora.

E foi na Bienal do Livro RJ, 2013, recebendo um autógrafo de Maurício de Sousa, criador da personagem, que a autora, ao falar de seus sonhos, foi estimulada a seguir com o projeto, recebendo, inclusive um bilhetinho de Mauricio de Sousa, feito de próprio punho, com a recomendação de um livro de sua autoria sobre cegueira.

A raiz da motivação e o problema atual, de algum modo, encontram–se na mesma perspectiva, pois são frutos de uma sociedade falha em acolher seus cidadãos com deficiências, transtornos, síndromes, e outros, incluindo os idosos. Como aluna, gostaria de sentar ao lado de um colega e ajudar aquilo que aprendi. E como professora desejo realizar a minha profissão com excelência.

Coloquei aqui, em um breve relato, meu sentimento que existem falhas na atual inclusão, em todos os segmentos: professores, funcionários escolares, familiares e outros que convivem com os alunos. As falhas transpassam para a rotina da sociedade, no desconhecimento de como ajudar e proceder, como evitar as ocorrências do

[6] **CODA**: é um acrônimo de Child of Deaf Adults (Filho de adultos surdos);

bullying e tantas outras questões que não serão discutidas no andamento do trabalho, mas não são ignoradas, pois estão presentes, de inúmeras formas, em todos os cantos.

Meu desejo é que este trabalho possa servir de inspiração para as verdadeiras inclusões escolar e social, e motivador de mudanças positivas.

5. LEIS

O termo usado como Pessoa com Deficiência (PcD) é abordada nos dias atuais. Contudo na promulgação da Constituição de 1988, foi usado o termo "*pessoa portadora de deficiência*".

Segundo a pesquisa na linha do tempo brasileira realizada por FEIJÓ & PINHEIRO (2013), alguns conceitos foram denominados às PcD como os "descapacitados" e os "excepcionais" entre outros termos. O uso do termo "excepcional" foi registrado na Emenda Constitucional de 1969 até 1978. O uso do termo "deficiente" foi de 1978 até as vésperas da atual Constituição, que aplicou o termo "pessoa portadora de deficiência", e o uso deste, na época, foi a forma de resguardar a dignidade humana.

Atualmente o melhor termo aplicado é Pessoa com Deficiência, pois a deficiência não se porta, está na pessoa. E esse é um assunto que sempre teremos discussões para ter a melhor aplicabilidade, pois existe o respeito e a humanidade, e o desejo de acolhimento para um bem estar de todos e entre todos.

O Brasil é um país signatário[7] em diversos acordos internacionais, e dentre os quais o que abraça a Inclusão, a Educação e a Educação Especial:

- Declaração Universal dos Direitos Humanos (ONU[8]) – 1948;
- Conferência Jomtien, Declaração Mundial sobre Educação para Todos – Plano de Ação para Satisfazer as Necessidades Básicas de Aprendizagem (Tailândia) – 1990;
- A Declaração de Salamanca e Enquadramento da Ação na Área das Necessidades Educativas Especiais (Espanha) – 1994;

Em território brasileiro estão em destaque as seguintes legislações:

- Leis de Diretrizes Bases da Educação Nacional (LDB);
- Lei 7.853 24/10/1989;
- Lei 13.146 06/07/2015;

[7] **SIGNATÁRIO:** aquele que assina um documento, carta, recibo, etc;
[8] **ONU:** Organização das Nações Unidas, em inglês: *UN – United Nations*;

Por norma, a LEI é uma regra estabelecida para que uma sociedade possa seguir e assim manter o bem estar de todos. No contexto do Direito, é uma regra obrigatória por uma ação coercitiva de autoridade legítima englobando os Direitos e Deveres de cada cidadão de uma sociedade.

A seguir estão os acordos internacionais relacionados a estrutura evolutiva da Inclusão e suas abordagens educacionais.

5.1. DECLARAÇÃO UNIVERSAL DOS DIREITOS HUMANOS

Após a Segunda Guerra Mundial, diversas fontes estimam valores exorbitantes para as perdas humanas (inúmeras reportagens abordam os milhões de vidas extintas). Muitas dessas vítimas eram pessoas que não estavam na linha de guerra, foram pessoas capturadas e exterminadas por serem considerados “diferentes dos demais”. Pessoas foram aniquiladas com base em justificativas baseadas em sua religião, pensamentos, condutas, relacionamentos afetivos, entre outros. Para minimizar situações como essas foi idealizada a Declaração Universal dos Direitos Humanos.

Justamente pelos inúmeros massacres ocorridos na história humana, com o ápice da violência na Segunda Guerra Mundial, manifestou-se a solidificação e unificação de documentos já existentes, que abordavam sobre a LEI NATURAL ou DIREITO NATURAL. Assim foi esmerada a Declaração Universal dos Direitos Humanos, conforme figura 01.

5.1.1. Declaração Universal dos Direitos Humanos e seus Artigos

Na figura 02 aparece Eleanor Roosevelt, esposa de Franklin Delano Roosevelt, presidente dos Estados Unidos da América, com quatro mandatos (1933-1945). A primeira dama dos EUA, juntamente com John Peters Humphrey (Canadá), Rene Cassin (França), P. C. Chang (China), Charles Malik (Líbano), entre outros, foram os autores da Declaração. Esta foi assinada em 10 de dezembro de 1948, em *Palais de Chaillot*, em Paris, França. Uma nova era de valorização humana iniciava-se com este ato.

Figura 02: Eleanor Roosevelt e os direitos humanos, Paris, 1948 (SANCHEZ-PEREIRA, 2013, p.19).

A Representação da UNESCO[9] no Brasil apresenta aos cidadãos a leitura e acesso aos Direitos Humanos. Foram elaborados 30 artigos sobre a defesa da vida e dos direitos já descritos em documentos anteriores, conhecidos como LEI NATURAL ou DIREITO NATURAL, solidificando assim a importância dos mesmos no planeta todo.

Lei Natural ou Direito Natural são os termos dados por uma linha histórica de conjunto de documentos que iniciaram garantias de bem estar, bases da atual Declaração. Segundo a história. em 539 a.C., Ciro, o Grande, anunciava após a conquista da Babilônia que todos os escravos eram livres e podiam escolher suas religiões. Este registro encontra-se no Cilindro de Ciro, conhecido entre os povos como a "Lei Natural". Em 1215 d.C., na Inglaterra, era divulgada a Carta Magna, firmando os direitos do povo naquele país, que influenciou outros países como a França e os Estados Unidos, com os chamados Direitos Naturais.

Influenciado por essas ações, Mahatma Gandhi[10] declara que tais direitos aplicavam-se a todas as nações, não em lugares específicos, mas em todos os lugares.

E mesmo assim ocorrem duas guerras mundiais, com a presença de genocídios macabros na história humana, ameaçando a natureza dos Direitos Naturais. Origina-se, após o término da segunda guerra mundial, a ONU – Organização das Nações Unidas, e com ela a Declaração Universal dos Direitos Humanos com seus 30 artigos.

[9] **UNESCO**: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura;
[10] **Mahatma Gandhi**: Mohandas Karamchand Gandhi (1869-1948), Advogado. Foi o idealizador e fundador do moderno Estado indiano e o maior defensor do protesto sem violência (*Satyagraha)*;

A DECLARAÇÃO UNIVERSAL DOS DIREITOS HUMANOS

Artigo I	Todos os seres humanos nascem livres e iguais em dignidade e direitos. São dotados de razão e consciência e devem agir em relação uns aos outros com espírito de fraternidade.

No primeiro artigo são firmados os direitos de igualdades sem nenhuma espécie de distinção, reforçando os conceitos dos Direitos Naturais e a promoção de um ciclo virtuoso com a prática da fraternidade. A não distinção inclui as pessoas com deficiências e com limitações motoras, sensoriais e cerebrais, sejam elas de nascença ou adquiridas, como também sem distinções de quaisquer outras condições, sejam elas por gêneros, etnias, religiões, entre outros.

Nos demais artigos da Declaração, são narradas as afirmações de direitos, validando os Direito Naturais / Leis Naturais, como algumas que serão citadas a seguir:

i. Reconhecido como pessoa sem distinção de qualquer espécie (artigos II e VI);
ii. Liberdade de locomoção e residência dentro das fronteiras (artigo XIII);
iii. Acesso aos serviços públicos (artigo XXI);
iv. Livre desenvolvimento da sua personalidade, com acessos culturais de sua escolha (artigo XXII);
v. Cabe o direito à instrução, nos graus elementares e fundamentais, como também a instrução técnico-profissional acessível a todos. E baseada no mérito a instrução superior. No ensino será promovida a compreensão e tolerância. Os pais tem direito a escolha do gênero de instrução a ser ministrada (artigo XXVI);
vi. Participar da vida cultural, das artes, e dos processos científicos e seus benefícios (artigo XXVII);
vii. Deveres à comunidade com livre desenvolvimento a sua personalidade (artigo XXIX);

Em resumo, convergindo com o olhar da inclusão, os artigos acima citados esclarecem que o ser humano é reconhecido mesmo com sua deficiência independente sua especificidade. O fato da pessoa possuir alguma(s) deficiência(s) não a impede o gozo dos seus direitos, o seu reconhecimento pleno, a adoção de recursos específicos, e quando necessário a presença de acompanhantes ou no caso das pessoas com deficiências visuais o acompanhamento de cães-guias.

O direito de estudo gratuito e acessível a todos é garantido por essa Declaração, em conjunto com a participação signatária do Brasil em documentos que veremos no próximo tópico.

Em relação à locomoção, os transportes públicos deveriam oferecer os serviços adequados de cada singularidade de grupo. As vias públicas também deveriam ter os seus acessos sinalizados e adaptados. E, finalizando, qualquer cidadão tem o dever de retribuir para a sua e futuras gerações os direitos ofertados pela sua sociedade e Estado.

Na Declaração dos Direitos Humanos são relatadas e asseguradas práticas e liberdades sem distinções específicas de cada pessoa em todo planeta. Ela foi o pilar para a reiteração dos documentos anteriores sobre as conhecidas Leis Naturais ou os Direitos Naturais. Entretanto, após as assinaturas, tornaram-se necessárias novas declarações, fomentando tais direitos, em especial relacionando a Educação e a Educação Especial.

5.2. DECLARAÇÃO DE JOMTIEN: Declaração Mundial sobre Educação para Todos – Plano de Ação para Satisfazer as Necessidades Básicas de Aprendizagem (09/03/1990, Tailândia):

Esta declaração chegou para assegurar a seguinte frase: "*toda pessoa tem direito à educação*", com seus dez artigos abraçando os direitos da educação já alicerçados nos artigos dos Direitos Humanos. Ela também procura assegurar estudos a todos, igualdade entre meninos e meninas, homens e mulheres, jovens e idosos, entre os religiosos, entre as diferenças econômicas das nações, entre as raças, como também entre os deficientes. Busca combinações de progresso, com a soma de diversas experiências, pesquisas e inovações.

EDUCAÇÃO PARA TODOS: OBJETIVOS

Artigo 1 – Satisfazer as necessidades básicas de aprendizagem.

> **1.** Cada pessoa – criança, jovem ou adulto – **deve estar em condições de aproveitar as oportunidades educativas** voltadas para satisfazer suas necessidades básicas de aprendizagem. **Essas necessidades compreendem tanto os instrumentos essenciais para a aprendizagem (como a leitura e a escrita, a expressão oral, o cálculo, a solução de problemas), quanto os conteúdos básicos da aprendizagem (como conhecimentos, habilidades, valores e atitudes), necessários para que os seres humanos possam sobreviver, desenvolver plenamente suas potencialidades, viver e trabalhar com dignidade**, participar plenamente do desenvolvimento, melhorar a qualidade de vida, tomar decisões fundamentadas e continuar aprendendo. A amplitude das necessidades básicas de aprendizagem e a maneira de satisfazê-las variam segundo cada país e cada cultura e, inevitavelmente, mudam com o decorrer do tempo.

No trecho: “*deve estar em condições de aproveitar as oportunidades educativas*”, se expressa na forma do desejo do aprender e do conhecer, indiferentemente de suas condições e / ou limitações. O uso de mecanismos de acessibilidade, instrumentos e ferramentas para as adaptações são importantes para a formação escolar, são recursos que agregam esclarecimentos do conteúdo para o aluno, como também um facilitador da didática do professor no ato do ensinar.

> **2.** A satisfação dessas necessidades confere aos membros de uma sociedade a possibilidade e, ao mesmo tempo, a responsabilidade de respeitar e desenvolver sua herança cultural, linguística e espiritual, de **promover a educação de outros**, de defender a causa da justiça social, de proteger o meio ambiente e de ser tolerante com os sistemas sociais, políticos e religiosos que difiram dos seus, **assegurando respeito aos valores humanistas e aos direitos humanos comumente aceitos**, bem como de trabalhar pela paz e pela solidariedade internacionais em um mundo interdependente.

Segundo SANCHEZ-PEREIRA (2013): “*o respeito às diferenças e pensamentos distintos independem das condições de cada pessoa e de suas limitações*”. Avigorando o não preconceito em quaisquer tipos de manifestação.

> **3.** Outro objetivo, não menos fundamental, do desenvolvimento da educação, é o enriquecimento dos valores culturais e morais comuns. É nesses **valores que os indivíduos e a sociedade encontram sua identidade e sua dignidade**.

Em SANCHEZ-PEREIRA (2013): “*é importante o fortalecimento dos conceitos de valores e dignidade individual e o trabalho para o desenvolvimento contínuo da nação. Como citado na declaração dos Direitos Humanos, é importante retornar à sociedade o serviço que lhe foi prestado*”. A manutenção de um ciclo virtuoso e de um sistema que a sociedade sempre possa usufruir e devolver como agradecido pelas conquistas.

EDUCAÇÃO PARA TODOS:

UMA VISÃO ABRANGENTE E UM COMPROMISSO RENOVADO

Artigo 2 – Expandir o Enfoque.

> **1.** Lutar pela **satisfação das necessidades básicas de aprendizagem para todos exige mais do que a ratificação do compromisso pela educação básica**. É necessário um enfoque abrangente, **capaz de ir além dos níveis atuais de recursos, das estruturas institucionais, dos currículos e dos sistemas convencionais de ensino, para construir sobre a base do que há de melhor nas práticas correntes**. Existem hoje novas possibilidades que resultam da convergência do crescimento da informação e de uma capacidade de

comunicação sem precedentes. Devemos trabalhar estas possibilidades com criatividade e com a determinação de aumentar a sua eficácia.

2. Este enfoque abrange, tal como exposto nos Artigos 3 a 7 desta Declaração, compreende o seguinte:

- **universalizar o acesso à educação e promover a equidade**;
- concentrar a atenção na aprendizagem,
- ampliar os meios e o raio de ação da educação básica;
- propiciar um ambiente adequado à aprendizagem;
- fortalecer alianças.

3. A concretização do enorme potencial para o progresso humano depende do acesso das pessoas à educação e da articulação entre o crescente conjunto de conhecimentos relevantes com os novos meios de difusão desses conhecimentos

No artigo 2 é enfatizada a satisfação do aprender, e para tal a exigência da escolarização básica suplica ações com metodologias e formulações que concretizem o aprendizado do alunado. No item dois é narrado “universalizar o acesso à educação e promover a equidade”, aqui as equidades são amparados pelos usos de instrumentos que realizem a inclusão.

5.3. DECLARAÇÃO DE SALAMANCA – Sobre Princípios, Política e Práticas na área das Necessidades Educativas Especiais (10/06/1994, Espanha):

A conferência convergiu os Princípios e Práticas na área das Necessidades Educativas Especiais. É o início da Escola para todos, com inclusão, reconhecimento e maior eficácia educativa. É a estratégia de uma reforma na escola regular. A educação para as crianças, jovens e adultos com necessidades educativas especiais é o alvo dessas estratégias globais de educação, de uma nova política educacional e econômica. Surge a promoção da educação a todos que querem aprender.

Figura 03: logotipo da UNESCO

A UNESCO, cuja logomarca encontra-se na figura 03, está associada a esta Conferência.

DECLARAÇÃO DE SALAMANCA

1. Nós, delegados da Conferência Mundial sobre Necessidades Educativas Especiais, representando 92 governos e 25 organizações internacionais, reunidos aqui em Salamanca, Espanha de 7 e 10 de Junho de 1994, reafirmamos, por este meio, o nosso compromisso em prol da Educação para todos, reconhecendo a necessidade e a urgência de garantir a educação para as crianças, jovens e adultos com necessidades especiais no quadro do sistema regular de educação, e sancionamos, também por este meio, o Enquadramento da Ação na área das Necessidades Educativas Especiais, de modo a que os governos e as organizações sejam guiados pelo espírito das suas propostas e recomendações.

2. ACREDITAMOS E PROCLAMAMOS

- Cada criança tem o **direito fundamental à educação** e deve **ter a oportunidade de conseguir e manter um nível aceitável de aprendizagem.**

A Declaração de Salamanca reafirma e consolida todos os direitos humanos apresentada na Declaração Universal dos Direito Humanos. No entanto, ela se apresenta mais pontual e direta na forma de atuar em sala de aula considerando a diversidade de alunos com suas deficiências.

Como o foco do trabalho está direcionado aos estudos e desenvolvimentos dos alunos com deficiência visual, o planejamento e a implantação também estão voltados ao contexto dos alunos videntes e com alunos deficientes visuais.

As avaliações (testes e provas) para um aluno com deficiência visual ocorrem, em geral, de forma oral, ditada, ou em dupla, como relata (SÁ; SÁ, 2007). Ainda hoje é rara a avaliação que utiliza novos recursos instrumentais de ensino no Sistema Braille.

4. TAMBÉM APELAMOS PARA A COMUNIDADE INTERNACIONAL; APELAMOS EM PARTICULAR:
(...)

- Estabelecer mecanismos de planejamento, supervisão e avaliação educacional para crianças e adultos com necessidades educativas especiais, de modo descentralizado e participativo.
- Encorajar e facilitar a participação dos pais, comunidades e organizações de pessoas com deficiência no planejamento e na tomada de decisões sobre os serviços na área das necessidades educativas especiais. **(...)**
- Garantir que, no contexto duma mudança sistemática, os programas de formação de professores, tanto a nível inicial como em serviço, incluam as respostas às necessidades educativas especiais nas escolas inclusivas.

Pode-se notar que o assunto sobre a inclusão já é discutido há mais de 30 anos com diversas argumentações. No entanto, até hoje, no cotidiano do professor, nada é notório. A sociedade ainda encara essa questão com um assunto novo para ‘mais uma vez’ ser discutida nas escolas e comunidades.

> **XX. TAMBÉM APELAMOS PARA A COMUNIDADE INTERNACIONAL; APELAMOS EM PARTICULAR:**
> **(...)**
> - Estabelecer mecanismos de planejamento, supervisão e avaliação educacional para crianças e adultos com necessidades educativas especiais, de modo descentralizado e participativo.
> - Encorajar e facilitar a participação dos pais, comunidades e organizações de pessoas com deficiência no planejamento e na tomada de decisões sobre os serviços na área das necessidades educativas especiais.

Como é percebida, a luta por um espaço, de um reconhecimento e de uma evolução, faz com que qualquer indivíduo possa realizar seus desejos e sonhos, mesmos eles limitados por casualidades, mas não por força de vontade. Graças aos estudos de educadores como Vygotsky e outros, com aprofundamento de percepção no comportamento humano, e acima de tudo a importância de acreditar que cada ser humano é capaz de ultrapassar barreiras, isso, aos poucos, tem se tornado realidade.

Segundo REGO (1994), em seus estudos Vygotskyanos, o homem não vive em um mundo somente com as impressões biológicas, mas também é capaz de mergulhar nos universos abstratos, não apenas possui percepções sensoriais, mas trabalha seu raciocínio, e aí mergulha profundamente no além dos sentidos do corpo.

O pleno desenvolvimento da personalidade humana é tratado com observações de suas limitações quando houver, uso de tecnologias assistivas e práticas de acessibilidades. No caso das pessoas com deficiência visual são recomendadas as Tecnologias Assistivas (TAs) como, por exemplo, a audiodescrição (AD), a reglete, o soroban, e o grafotátil (GT), discutidos mais adiante.

6. OS SISTEMAS SENSORIAIS

O ser humano possui cinco sentidos sensoriais fundamentais: a visão, a audição, o tato, o olfato e o paladar. Através desses sentidos, o homem se relaciona com o mundo, interagindo e entendendo o sistema em que vive, concebe a realidade do ambiente que o rodeia, compondo o cenário e os objetos acessíveis pelos sentidos e configurando a consciência do espaço e dos objetos em suas proximidades no cérebro.

Segundo QUOOS (2008), a sensação não é uma réplica do mundo real. Nos seus estudos descreve que essas sensações captadas pelos sentidos, revelam uma parte de um todo do mundo real. A sensação adquirida é refletida em interpretação para o cérebro que constrói componentes da informação. E o cérebro registra apenas o que é essencial.

A visão e o tato são os sentidos mais trabalhados para as atividades de inclusão com as pessoas com deficiências visuais, pois nem todos são cegos e estes possuem algum tipo de baixa visão classificada. Logo a visão é importante para valorizar o chamado resíduo visual que a pessoa possui e otimizar sua vida com a função ativa. E o tato é o órgão de importância para o estudo do Sistema Braille, pois este sistema é lido através de pontos em alto-relevo e captado nas pontas dos dedos do cego sensibilizado e treinado para a atividade.

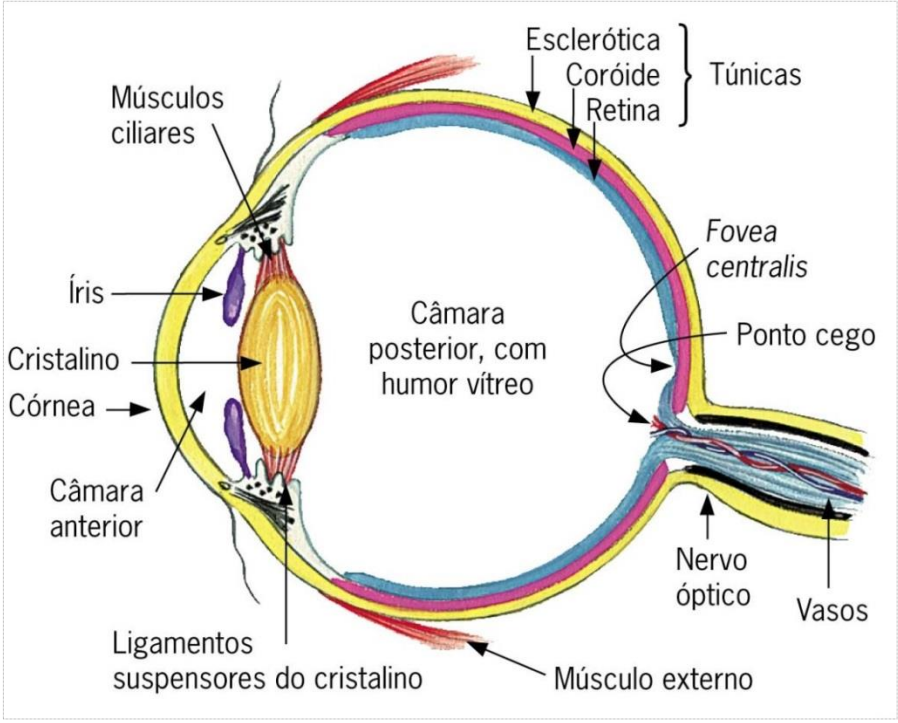
6.1. VISÃO: OS OLHOS E OS SEUS MECANISMOS

Através da observação das mais variadas distâncias são observadas as escalas e tons das cores, as intensidades de luminosidades, sombras e nuances, formas e contornos, símbolos, entre outras captações. Mas para aqueles que apresentam algum problema na(s) vista(s), as dificuldades de identificações de símbolos e objetos são parte de um cotidiano.

A visão é proporcionada pelas vistas, através dos olhos, órgão que realiza a função do ver, identificado o que se tem ao redor.

A seguir, na figura 03, veremos a estrutura biológica do olho.

Figura 04: sistema ocular de uma pessoa normal.



A figura 04 apresenta o sistema ocular de um vidente. Qualquer tipo de irregularidade no órgão pode provocar uma gama de dificuldades, provocando o uso simples de óculos, a baixa visão e até a cegueira. As deficiências visuais são as atividades de hipofuncionamento, ou da vista, ou comando cerebral.

Os tipos de problemas nas vistas, causadores da baixa visão e da cegueira, não serão discutidos no presente trabalho.

6.1.1. A identificação de uma pessoa com deficiência visual

A legislação brasileira estabelece e esclarece as condições de deficiência visual, deficiência permanente e incapacidade, de acordo com a Lei 3.298/1999.

Decreto nº 3.298, de 20 de dezembro de 1999.

CAPÍTULO I

Art. 3º I – deficiência – toda perda ou anormalidade de uma estrutura ou função psicológica, filosófica ou anatômica que rege incapacidade para o desempenho de atividade, dentro do padrão considerado normal para ser humano;

II – deficiente permanente – aquele que ocorreu ou se estabilizou durante um período de tempo suficiente para não permitir recuperação ou ter probabilidade de que se altere, apesar de novos tratamentos; e

III – incapacidade – uma redução efetiva e acentuada da capacidade de integração social, com necessidade de equipamentos, adaptações, meios ou recursos especiais para que a pessoa portadora de deficiência possa receber ou transmitir informações necessárias ao seu bem-estar pessoal e ao desempenho de função ou atividade a ser exercida.

No Capítulo I artigo 3º são esclarecidas as informações legislativas que pontuaram as definições das deficiências e incapacidades, com os esclarecimentos necessários à sociedade para permitir a inclusão. Estas interagem com o Estatuto da Pessoa com Deficiência.

ESTATUTO DA PESSOA COM DEFICIÊNCIA
LIVRO I
TÍTULO I
CAPÍTULO I

Art. 2º - Considera-se pessoa com deficiência aquela que tem impedimento de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, Estatuto da Pessoa com Deficiência o qual, em interação com uma ou mais barreiras, pode obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas.

§ 1º A avaliação da deficiência, quando necessária, será biopsicossocial, realizada por equipe multiprofissional e interdisciplinar e considerará:
I – os impedimentos nas funções e nas estruturas do corpo;
II – os fatores socioambientais, psicológicos e pessoais;
III – a limitação no desempenho de atividades; e
IV – a restrição de participação.

Em 2015, com o advento do estatuto da pessoa com deficiência, diversos pontos sobre direitos adquiridos foram reforçados. O artigo 2º, parágrafo 1º, informa que a avaliação deve realizada por uma equipe de profissionais, ratificando tais limitações existentes nos laudos médicos, com a classificação e tipo da deficiência.

A seguir veremos o Decreto atualizado sobre as condições da deficiência visual.

Vale lembrar que o laudo é de suma importância para os tratamentos adequados, como também para os profissionais na área da educação, que poderão entender as dificuldades dos estudantes e adaptar e adequar as atividades nas disciplinas sob sua responsabilidade.

Decreto nº 3.298, de 20 de dezembro de 1999.

CAPÍTULO I

Art. 4º I – deficiência visual - **cegueira**, na qual a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; **a baixa visão**, que significa acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor

> correção óptica; os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60º; ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores; (Redação dada pelo Decreto nº 5.296, de 2004),

a) A Cegueira: Segundo o decreto nº 3.298, as pessoas ditas cegas são aqueles na qual a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção ótica. (Lei 5296/04). Esta é uma condição de incapacidade do enxergar, pode ser por nascença ou adquirida, tanto por doença como por acidente.

b) Baixa Visão: no mesmo decreto, as pessoas ditas de baixa visão são aquelas na qual a acuidade visual está entre 0,05 e 0,3 no melhor olho, com a melhor correção ótica, como também o campo visual de ambos os olhos cuja angulação é de 60º ou menor. (Lei 5296/04).

As pessoas com baixa visão, também chamada de visão subnormal, enxergam com limitações, com claridades e vultos, objetos e pessoas próximas com suas limitações. Eles devem ser incentivados a explorar seu sentido em conjunto com os demais (olfato, gustativo, auditivo, tátil, cinestésico[11]). Recomenda-se o uso auxílios ópticos, como lupas e lentes para maior conforto .

O uso de instrumentos e de mecanismos podem e devem ser respeitados em todos os ambientes, com importância em especial na escola. No caso dos DV serão usadas ferramentas de escrita e leitura, a reglete e o punção, ferramenta para resoluções de cálculos, o soroban, e em alguns casos usos de objetos adaptados.

A reglete e o punção, como também o soroban, são assegurados pela Portaria nº 657/2002 e pelo Decreto nº 3.298/1999 (BERNARDO e GARCEZ, 2016).

Eis os trechos legais assegurando o uso desses instrumentos:

> **Decreto nº 3.298, de 20 de dezembro de 1999.**
>
> **CAPÍTULO II**
>
> Art. 5º II – **estabelecimento de mecanismos e instrumentos legais e operacionais que assegurem às pessoas portadoras de deficiência o pleno exercício de seus direitos básicos** que, decorrentes da Constituição e das leis, propiciam o seu bem-estar pessoal, social e econômico; e

[11] **CINESTÉSICO:** permite ao sujeito a percepção de movimento dinâmico e estático do corpo através de informação recebidas pelos sensores receptores dos músculos, pele, e articulações;

PORTARIA Nº 657, DE 7 DE MARÇO DE 2002

O MINISTRO DE ESTADO DA EDUCAÇÃO, no uso de suas atribuições, e considerando o interesse do Governo Federal de adotar para todo o País, **diretrizes e normas para o uso e o ensino do Soroban (Ábaco), bem como de difundir seu uso como recurso aplicado ao desenvolvimento sócio acadêmico das pessoas com deficiência visual, e a evolução didática e pedagógica no âmbito educacional que passa a exigir sistemática avaliação e modificação de procedimentos metodológicos e técnicos, para o ajustamento do educando com deficiência visual na vida escolar comum**;

Segundo FREIRE (2002) e SANCHEZ-PEREIRA (2013), o aluno é a principal chave de interesse de toda a movimentação de inclusão escolar, independentemente de suas limitações, conforme aponta os seguintes trechos legislativos.

Decreto nº 3.298, de 20 de dezembro de 1999.

CAPÍTULO III

Art. 6º I – estabelecer mecanismos que acelerem e favoreçam a inclusão social da pessoa portadora de deficiência;
(...)
III – incluir a pessoa portadora de deficiência, respeitadas as suas peculiaridades, em todas as iniciativas governamentais relacionadas à educação, à saúde, ao trabalho, à edificação pública, à previdência social, à assistência social, ao transporte, à habitação, à cultura, ao esporte e ao lazer;
(...)

CAPÍTULO IV

Art. 7º I – o acesso, o ingresso e a permanência da pessoa portadora de deficiência em todos os serviços oferecidos à comunidade;
II – integração das ações dos órgãos e das entidades públicos e privados nas áreas de saúde, educação, trabalho, transporte, assistência social, edificação pública, previdência social, habitação, cultura, desporto e lazer, visando à prevenção das deficiências, à eliminação e suas múltiplas causas e à inclusão social;
(...);

6.2. TATO: A PERCEPÇÃO HÁPTICA

O tato é um dos cinco receptores sensoriais, localizado na extensão da pele e reveste todo o corpo humano, é o maior órgão que possuímos, com cerca de 2m^2, média de 4kg de pele, e 16% do peso corporal de um adulto. Ela é extremamente sensível, onde é sentido muitas sensações, as mudanças de temperaturas, a corrente elétrica, os níveis de dores, as pressões e inúmeras texturas. A pele é formada em duas camadas distintas:

- ✓ Epiderme: zona externa revestida de proteínas como a queratina que evita a desidratação e barreira que impede a entrada de micróbios;

- ✓ Derme: zona interna, onde são localizadas as terminações nervosas e os vasos capilares.

Os receptores sensoriais são compostos pelas fibras nervosas, com funções distintas para as identificações como a pressão, a temperatura e as texturas, estes são chamados de corpúsculos. As mãos e os pés são fartos dessas fibras nervosas corpúsculas: os Corpúsculo de Meissner, os Corpúsculos de Krause, os Corpúsculo de Ruffini, e os Corpúsculo de Paccini.

Em especial nas pontas dos dedos é onde são percebidas as texturas e as escritas do braille para os cegos, chamada de Percepção Tátil. As pontas dos dedos são capazes de identificar um relevo de 0,006mm de altura e 0,04mm de largura numa superfície (ARCARO, 2018), o suficiente para desenvolver materiais no formato grafotátil. É nesse ponto que damos importância a sua imensa sensibilidade para ser aplicado as técnicas que envolvem texturas diferenciadas como mecanismos de ensino-aprendizagem em todos os níveis de estudos.

Cuidados especiais com o tato, como também com a forma de locomoção do aluno deficiente visual é orientado para manter as sensibilidades das pontas dos dedos, preservando a qualidade de leitura. Esse processo é atribuído a Orientação e Mobilidade (OM), onde o aluno durante o caminhar e/ou agir utiliza o dorso da mão – preservando a sensibilidade da parte interna das mãos – para tatear as paredes, corrimãos, maçanetas, entre outras ações.

Segundo ALJAN e CERQUEIRA (2019) Orientação e Mobilidade:

> É o processo de utilização dos sentidos remanescentes de maneira que o indivíduo perceba sua posição e as relações com todos os outros objetos significativos do ambiente, para poder se movimentar com segurança e independência.
>
> O sujeito deve ser capaz de integrar as informações que recebe do ambiente, selecionando-as a fim de atingir o objetivo desejado.

Observando que são aplicadas outras atividades e técnicas para treinar a leitura tátil, logo a OM é um meio de corroborar com os cuidados da pessoa com deficiência visual, como descreve o trecho da utilização dos sentidos – tato – em relação aos objetos significativos – o sistema braille.

7. A INCLUSÃO

Atualmente as pessoas com deficiência e a sociedade em geral, através de divulgação nas mais diferentes mídias, fomentam um senso comum que a acessibilidade é um direito de todas as pessoas com deficiência independente de sua classificação. E para isso foi trilhado um longo caminho.

O Estatuto da Pessoa com Deficiência vem como uma espécie de guia de como a sociedade, em especial o foco aqui é a escola, deve proceder com as pessoas com deficiência. Não é um manual de instruções, mas um documento que esclarece o que são de direitos a eles e suas especificidades relacionadas ao convívio na sociedade no todo, desde acessos a locomoções, rede de saúde, escolas, trabalho, eventos dos mais diferentes tipos. Como já dito, a abordagem é focada no campo da educação e ensino.

Para realizar a inclusão dos alunos com deficiência visual, são usados: a reglete e o punção para registros de manuscritos da escrita, e o soroban para registros manuscritos de contas matemáticas. Ambos reconhecidos por Lei e assegurados seus usos.

Porém muito das vezes são necessárias técnicas de adaptações, algumas com recursos de Tecnologias Assistivas como o uso de audiodescrição, e em outros recursos com materiais adaptados, e desse último abordaremos o material grafotátil. A Tecnologia Assistiva segundo CAT – Comitê de Ajudas Técnicas (2008) define:

> “Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social”.

A audiodescrição segundo MOTTA (2018) é um recurso de tecnologia assistiva, e é uma atividade linguística de tradução intersemiótica, a imagem do visual para o verbal. É uma comunicação de acessibilidade através de informação sonora, promovendo inclusão, a autonomia e participação em igualdade de condições. Seu público não é restrito, pois engloba as pessoas com deficiências visuais, os idosos, autistas, as pessoas com deficiências intelectuais, disléxicos, pessoas com déficit de atenção, entre outros.

O material grafotátil para SANTOS e VIANNA (2017) é uma forma de representação em alto relevo, usualmente na adaptação de figuras, tabelas, gráficos, letras, numerais e símbolos em uma leitura acessível à pessoa com deficiência visual. A sua maior complexidade é reproduzir as figuras fielmente o que significa numa ilustração de imagem.

7.1. A INCLUSÃO NO MUNDO

O presente trabalho, sobre a inclusão, aborda a deficiência visual e, é por esse viés, que o surgimento do método Braille será brevemente relatado, desde a sua chegada ao Brasil até a atualidade.

Segundo ABREU *et. al.* (2008) os antecedentes sobre a leitura e escrita para cegos já eram desafios. No século XIV um professor árabe cego manuseava espirais muitos finas, engomadas e dobradas sobre letras. Em 1517, na Espanha, foram realizados jogos de letras em placas de madeiras. Outras tentativas são relatadas ao redor do mundo.

A primeira escola de cegos no mundo surgia em Paris, na França, em 1784. O Instituto Real dos Jovens Cegos, fundada por um generoso francês, Valentin Haüy. Após essa iniciativa outras escolas surgiram pela Europa.

7.1.1. Louis Braille e os seus passos para o Sistema Braille

O BRAILLE é o método revolucionário de escrita para os cegos. Antes dele são descritos métodos nos quais os cegos liam (letras em alto relevo), mas não escreviam. Este sistema é um código universal de escrita e leitura que utiliza pontos em alto revelo, em posições já determinadas, e utiliza o tato das pontas dos dedos. Assim, os códigos são identificados, permitindo a leitura.

Pela Grafia Braille para a Língua Portuguesa, conforme BRASIL (2018), o termo usado com o duplo ‘ℓ’ prima a grafia original, a grafia francesa – braiℓℓe. Vejamos partes deste documento:

PARECER SOBRE A GRAFIA DA PALAVRA BRAILLE

3. O Sistema Braille foi trazido para o Brasil por José Álvares de Azevedo, um jovem cego, ex-aluno do Instituto de Paris, no ano de 1850, empregado oficialmente em nossa pátria a partir da instalação do Imperial Instituto dos

Meninos Cegos (hoje, Instituto Benjamin Constant), em 1854, **prevalecendo a grafia original francesa: "braille"**.

4. Além do Brasil, Portugal e os demais Países de Língua Oficial Portuguesa (PALOPs) mantiveram historicamente a grafia: **"braille"**.

7. O Protocolo de Colaboração Brasil-Portugal nas Áreas de Uso e Modalidades de Aplicação do Sistema Braille na Língua Portuguesa, celebrado em Lisboa, aos vinte e cinco dias do mês de maio de 2000, assinado pelos presidentes da Comissão Brasileira do Braille e da Comissão de Braille (Portugal), representando os governos dos dois países, emprega a palavra "**braille**" com a grafia original, em todo aquele documento oficial.

O BRAILLE é o método revolucionário de escrita para os cegos. Antes dele são descritos métodos nos quais os cegos liam (letras em alto relevo), mas não escreviam. Este sistema é um código universal de escrita e leitura que utiliza pontos em alto revelo, em posições já determinadas, e utiliza o tato das pontas dos dedos. Assim, os códigos são identificados, permitindo a leitura.

Figura 05: Busto de Louis Braile.

Figura 06: Imagem de Valetin Haüy.

Enquanto estudante Louis Braille conheceu a jovem Maria Teresa Von Paradise, cega, e, com ela conheceu também a música. Sua virtuosidade o fez aprender a tocar órgão e violoncelo. Assim, rapidamente foi aceito na igreja e, em seguida, começou a realizar apresentações nas casas de concertos em Paris.

Através de suas apresentações e sua postura agradável, aproximou-se de Alphonse Thibaud, que comentou sobre o capitão de artilharia Chales Barbier De La Serre, um oficial que tentara inventar a "*escrita noturna*" ou "*sonografia*", escrita com pontos e buracos para os soldados lerem informações no escuro.

Braille propôs-se a melhorar o sistema e, em 1824, ele apresentou ao diretor do Instituto o sistema de leitura e escrita tátil, com representações de letras, números, acentuações, pontuações e símbolos básicos de aritmética. A forma da identificação aconteceria através da ponta do dedo a “polpa” (ABREU *et. al.* 2008).

Ao aceitar a proposta, Braille percebeu que o código era complicado:

- ✓ 1º era complexo demais para ser memorizado (muitos pontos) e;
- ✓ 2º os símbolos usados não permitiam a soletração das palavras.

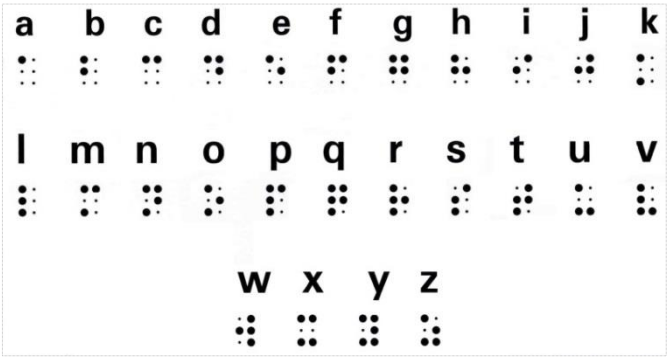
Figura 07:
Maria Teresa Von Paradise

Figura 08:
Alphonse Thibaud

Figura 09:
Charles Barbier De La Serre

Braille realizou uma otimização do sistema através de adaptações. Ironicamente, a peça que o deixou cego tornou-se sua aliada deixando de ser sovela para ser o punção, a ponta que formata o alto relevo dos pontos do sistema de escrita. Em 1827, Louis Braille escreveu a “Gramática das gramáticas” no sistema Braille, e em 1829 era publicado o sistema Braille na primeira edição “*Método de Palavras Escritas, Músicas e Canções por meio de Sinais, para Uso de Cegos e Adaptados para Eles*”, obra que reconhece a grafia de Barbier como origem do estudo. Em 1837 é lançada a segunda edição com as formas definitivas. Esse sistema está ilustrado na figura 09.

Figura 10: Alfabeto Braille.



Em 6 de Janeiro de 1852, Braille faleceu sem ter a oportunidade de ver seu trabalho amplamente reconhecido. Só dois anos após a sua morte o sistema foi reconhecido oficialmente na França, depois que Maria Teresa se exibiu na Exposição Internacional de Paris. E ao piano, ela, pôde mostrar ao mundo como é que um cego podia aprender a ler e a escrever. Isso tudo, graças a um sistema criado por outro cego.

Finalizando, em 1854, foi publicado o primeiro livro em língua estrangeira, em Português, pelo Instituto Real dos Jovens Cegos, provido pelo Imperador D. Pedro II. E em 1953 a UNESCO publica "*A Escrita Braille no Mundo*".

7.2. A INCLUSÃO NO BRASIL

No Brasil só teve início de um estudo estatístico após a promulgação da Constituição e com a Lei 7.853/1989, cujo artigo 2º prevê a identificação das pessoas com deficiência para a realização de seus direitos básicos.

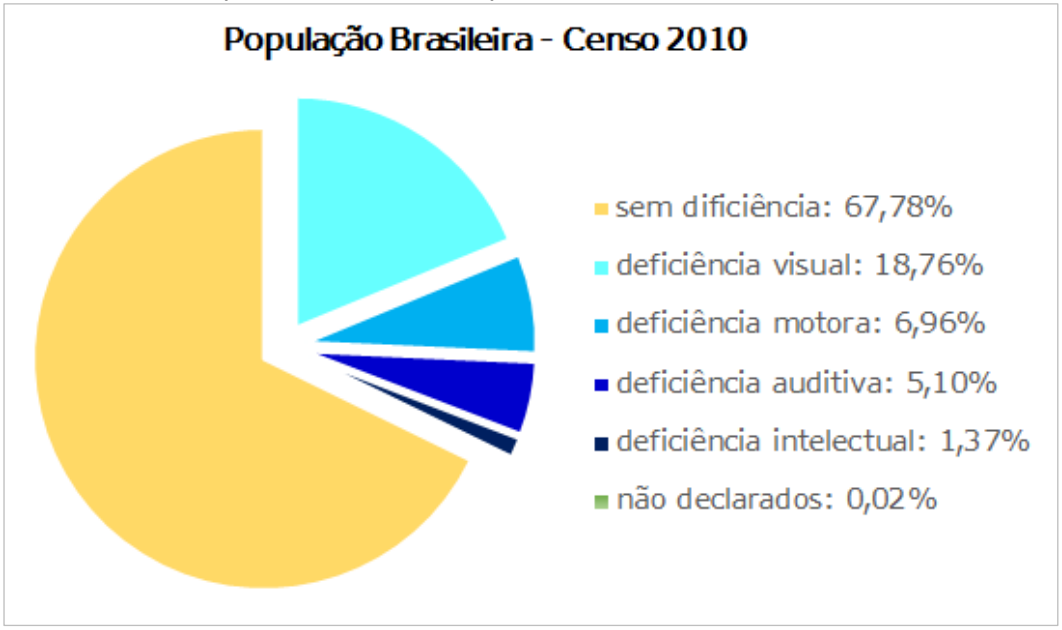
O Censo de 1991 foi o primeiro a promover essa pesquisa. Esta divulgou algumas informações com carência de detalhes e cuidados no qual já poderia promover a inclusão com mais qualidade. No total de 146.815.791 brasileiros, foram registrados 145.854 deficientes visuais, 173.580 deficientes auditivos, 602.352 deficientes físicos, 658.911 deficientes intelectuais, 531.249 ignorados e 87.082 com mais de uma deficiência. A segunda pesquisa foi realizada em 2000.

Até o presente momento, com valores divulgados e estudados pelo último Censo em 2010, oficialmente a população brasileira possui 23,91% de Pessoas com Deficiência, sendo elas 18,76% de Pessoas com Deficiências Visuais em relação a população geral. A seguir é apresentada a figura 11 e a tabela 02 que ilustram as informações aqui descritas.

Essas informações são corroboradas com o material disponibilizado pelo site portal de acessibilidade[12] do Rio Grande do Sul, que também apresenta valores dos idosos. O tema central do trabalho é sobre o recurso do uso da audiodescrição (AD).

[12] Portal de Acessibilidade, acessado em 18-06-2019: http://www.portaldeacessibilidade.rs.gov.br/uploads/1468607913Aula_02.pdf

Figura 11: Gráfico de pizza do Censo 2010, percentual das Pessoas com Deficiência no Brasil .



Conforme visto na figura 11 e na tabela 02, 23,91% da população brasileira apresentam alguma deficiência, basicamente um quarto da população nacional. E essa mesma população não está preparada, em sua maioria, para atender as Pessoas com Deficiência.

Estes dados não ilustram o quantitativo de pessoas com deficiência visual (DV) cegas, pessoas com baixa visão (BV), nem pessoas com surdocegueira (SC), e pessoas com DV em múltipla deficiência (MD).

Tabela 02: Dados do Censo Brasil 2010, percentual da população deficiente.

Censo Brasil 2010 IBGE: 190.732.694 brasileiros	
Sem deficiência 67,78%	
Com deficiência 23,91%	
Segundo o estudo do Censo Brasil 2010, realizado pelo IBGE, 45.606.048 brasileiros apresentam algum tipo de deficiência (pelo menos uma das deficiências investigadas) sem menções de deficiências múltiplas.	Deficiente visual 35.791.488: 18,76%
	Deficiente motora 13.273.969: 6,96%
	Deficiente auditivo 9.722.163: 5,10%
	Deficiente Intelectual 2.617.025: 1,37%
	Não declarados 47.311: 0,02%

A leitura é uma das formas mais importantes para promover esclarecimentos sobre a inclusão, acessibilidade, tecnologias assistivas, recursos, direitos e comportamentos. Existem ainda outros meios de falar sobre a inclusão e a acessibilidade na mídia. Os conhecidos Quadrinhos ou Histórias em Quadrinhos (HQ) / HQ's[13], os mangás[14] e as tirinhas nos jornais do dia são facilmente adquiridos, com custo quase zero. Estes podem incentivar atitudes de inclusão e proporcionar ao leitor os esclarecimentos do tema. Outro recurso com custo baixíssimo, a mídia digital, ou *web comics*[15], também tem um papel importante. A sugestão de leituras em gibis é uma alternativa de esclarecer a população, com custo baixo, sobre as possibilidades, comportamentos e ações de inclusão social.

7.2.1. Instituto Benjamin Constant

De acordo com a figura 12, em 17 de Setembro de 1854 foi fundado o Imperial Instituto dos Meninos Cegos, hoje o Instituto Benjamin Constant (IBC), concedido pelo Imperador D. Pedro II, a primeira escola de cegos na América Latina. Em 1857 iniciava a produção de livros em Braille.

Tudo isso ocorreu através do jovem nascido, já cego, no Rio de Janeiro, em 08 de Abril de 1834, José Álvares de Azevedo. Aos dez anos foi para a França e ficou por lá seis anos. Quando retornou trouxe o Sistema Braille. Já no Brasil, José Azevedo introduziu diversos cegos ao novo sistema de escrita e leitura. Entre os jovens estava Adélia Sigaud, cega, filha do doutor Xavier Sigaud, médico da Corte Imperial.

Figura 12: Logomarca do Instituto Benjamin Constant.

[13] **HQ:** História em Quadrinho, HQ's, no plural, Histórias em Quadrinhos;
[14] **Mangás:** são os quadrinhos de origem nipônica;
[15] ***Web Comic*:** quadrinhos on-line, histórias em quadrinhos vinculadas exclusivamente pela internet.

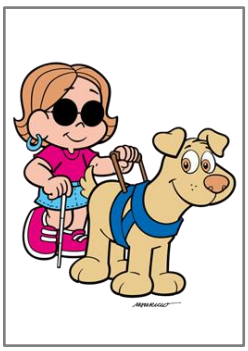
Graças à intermediação do Barão do Rio Bonito, D. Pedro II recebeu José Álvares de Azevedo, que demonstrou a ele a leitura e a escrita do Sistema Braille. Desse encontro surgiu a Instituição para os Cegos.

Em 1942 houve algumas alterações no sistema Braille, em função da reforma ortográfica da Língua Portuguesa. Até então era usado, na íntegra, o Sistema Braille proposto em 1837 na sua segunda edição. Em 1999 surge a Comissão Brasileira de Braille, e profissionais do IBC foram convidados para fazer parte desta comissão. Após o advento deste grupo, os debates sobre o sistema Braille ganharam força.

7.2.2. Fundação Dorina Nowill para Cegos

A Fundação para o Livro Cego no Brasil e hoje conhecida como Fundação Dorina Nowill para Cegos. O seu objetivo é produzir livros em Braille e atuar nas áreas de educação e reabilitação de pessoas com deficiência visual. Foi fundada em 11 de março de 1946 por Dorina de Gouvêa Nowill e algumas de suas amigas (ABREU *et. al.*, 2008). Segundo o site Plenarinho[16] a Fundação teve apoio do Instituto Benjamin Constant para realizar a confecção e distribuição gratuita de livros em Braille .

Figura 13: (a) Logomarca da Fundação Dorina Nowill para Cegos; (b) personagem Dorinha e seu cão-guia Radar.



Nascida em São Paulo, em 28 de Maio de 1919, Dorina viveu por 91 anos, falecendo em 29 de Agosto de 2010. Aos 17 anos ela ficou cega, sem diagnóstico médico. Dorina Gouvêa Nowill foi uma brasileira que batalhou muito pela inclusão e acessibilidade. Ela representou a nação perante muitos Chefes de Estado pelo mundo, inclusive na ONU.

[16] **PLENARINHO:** Plenarinho – o jeito criança de ser cidadão. Câmara dos Deputados. Site destinado às crianças. Acessado em 27.10.2018: https://plenarinho.leg.br/index.php/2018/03/20/dorina-nowill/;

Hoje os brasileiros a conhecem como a Dorinha, a personagem de inclusão do Mauricio de Sousa, uma menina cega que entra nas histórias da Turma da Mônica com seu cão guia Radar. Nas tirinhas Dorinha realiza esclarecimentos sobre acessibilidade e inclusão para aqueles que leem as suas histórias. É uma linda homenagem de Maurício de Sousa a Dorina, ainda viva. A personagem foi lançada na revistinha 221, em novembro de 2004, pela editora Globo.

7.3. O APRENDER E A ADAPTAÇÃO

Segundo SILVA (2017):

> Trabalhar com alunos que apresentem deficiência visual exige especificidades como domínio do Sistema Braille e adaptações nos materiais didáticos a serem utilizados em sala. Na disciplina de Química, indicada nos anos finais do ensino fundamental, tais requisitos também são necessários. No entanto, o número de materiais adaptados para alunos cegos ou com baixa visão, nesta disciplina é escasso, o que cria uma demanda necessária de tais recursos para uso dos alunos.

O trecho citado relata a especificidade do conhecimento do Sistema Braille, um ponto indiscutível para aumentar a inclusão. Devemos citar também os produtos já publicados pelo MEC:

- ✓ o Sistema Braille da Língua Portuguesa (aprovada pela Portaria nº 2.678 de 24/09/2002) **–** BRASIL (2018);
- ✓ as Normas Técnicas para a produção de Textos em Braille **–** BRASIL (2018);
- ✓ o Código Matemático Unificado (CMU) para a Língua Portuguesa – BRASIL (2006);
- ✓ a Grafia Braille para Informática – BRASIL (2005);
- ✓ a Estenografia[17] Braille para a Língua Portuguesa;
- ✓ a Grafia Química Braille – BRASIL (2017).

É de senso comum na comunidade acadêmica que materiais de inclusão são escassos. A limitação visual não permite a mesma prática do ensinar para todos os alunos em sala de aula e tais recursos são de suma importância para a aprendizagem. O presente trabalho não cita pesquisas acadêmicas sobre essa abordagem. Entretanto tais narrativas aparecem em qualquer escola do ensino regular pelo Brasil.

[17] **Estenografia:** técnica de escrita que usa caracteres especiais abreviados. DUARTE, 2018, p.6.

7.4. COMISSÃO BRASILEIRA DO BRAILLE (CBB)

Através da Portaria 319, de 26 de Fevereiro de 1999, é constituída a CBB, padronizando o sistema Braille tanto para o território nacional, como a unificação entre os países de língua portuguesa e espanhola, conforme o documento BRASIL (2006):

> Art. 3º - Compete à Comissão Brasileira do Braille:
> **I** - Elaborar e propor a política nacional para o uso, ensino e difusão do Sistema Braille em todas as suas modalidades de aplicação, compreendendo especialmente a língua portuguesa, a matemática e outras ciências exatas, a música e a informática;
> **II** - Propor normas e regulamentações concernentes ao uso, ensino e produção do Sistema Braille no Brasil, visando a unificação das aplicações do Sistema Braille, especialmente nas línguas portuguesa e espanhola.
> **V** - Avaliar permanentemente a Simbologia Braille adotada no País, atentando para a **necessidade de adaptá-la ou alterá-la**, face à evolução técnica e científica, procurando compatibilizar esta simbologia, sempre que for possível com as adotadas nos Países de língua portuguesa e espanhola.
> **VIII** - Propor critérios e fixar estratégias para implantação de novas Simbologias Braille que alterem ou substituam os códigos em uso no Brasil, prevendo a realização de avaliações sistemáticas com vistas a modificações de procedimentos sempre que necessário.

O inciso I afirma a elaboração e propostas do uso do Sistema Braille para a modalidade de ciências exatas. O inciso II narra a unificação dos idiomas do português e do espanhol. O inciso V informa a observância do Sistema Braille quanto às necessidades de adaptá-lo ou alterá-lo, acompanhando a evolução técnica-científica. É através dessa informação da portaria que sugiro a alteração do Sistema Braille para melhor leitura das ligações químicas nas estruturas planas espaciais.

O inciso VIII aponta propostas e estratégias de implantação de novas tecnologias no Sistema Braille, no caso a especificidade da química (ciências exatas).

A escrita comum é conhecida como ‘escrita em negro’ e também como ‘escrita a tinta’, Estas não formam alto relevo, e por isso a importância do Sistema Braille. Este é formado por um sistema de 6 pontos em 3 linhas e 2 colunas, constituindo 64 combinações. No entanto, essas 64 combinações (códigos, signos ou símbolos) não contemplam as escritas mais específicas. São necessários cuidados redobrados no uso de novas combinações (símbolos compostos) para representar e transcrever o que está na escrita em tinta. Segundo SPELTA (2003) o escopo da CBB abrange:

> a) Braille integral e abreviação da língua portuguesa e conhecimentos específicos de simbologia Braille usada em outras línguas;
>
> b) Simbologia Braille aplicada à matemática e ciências em geral (inclui a química);
>
> c) Musicografia Braille;
>
> d) Simbologia Braille aplicada à informática;
>
> e) Produção Braille (transcrição, adaptação de textos, gráficos e desenhos em relevo e impressão).

O item ‘b’ aborda a Simbologia Braille aplicada a ciências em geral, corroborando um olhar pontual para os estudos de química. Em 2017, a 3ª edição da GQB apresentou alguns esclarecimentos em relação às edições anteriores.

7.4.1. Normas Técnicas Para a Produção de Textos em Braille

Este documento foi elaborado pela CBB em conjunto com a Comissão de Braille de Portugal, em 2003. Estas Comissões informam e atualizam sobre as alterações, novos símbolos e as aplicações destas simbologias de forma adequada.

Segundo BRASIL (2006):

> A adaptação do texto, preferentemente, deve ser feita por profissional que domine a matéria em apreço, sob risco de serem alteradas ou omitidas informações essenciais ao conteúdo.

O trecho acima narra a importância do profissional dominar a matéria em apreço, ou seja, a matéria envolvida na educação. Dessa forma a qualidade das informações e de transcrição do conteúdo original serão preservadas. É importante lembrar que o Sistema Braille é a técnica de escrita em alto relevo mais adotado no planeta. Nele os símbolos são aplicados nos diversos campos como matemática, química, música, informática e muitos outros, BRASIL (2018).

O trecho a seguir destaca a importâncias de normatizar as simbologias Braille, dando a importância devida ao profissional especializado, BRASIL (2018).

> As alterações e a adoção de novos símbolos basearam-se principalmente nos seguintes critérios:
>
> 1. Ajustar a grafia básica à nova realidade da representação braille.
>
> 2. Favorecer o intercâmbio entre pessoas cegas e instituições de diferentes países.

> 3. Adequar a escrita braille às modificações realizadas nas representações gráficas decorrentes do avanço científico e tecnológico e do emprego cada vez mais frequente da Informática.
> 4. Atender às recomendações da União Mundial de Cegos (UMC) e da UNESCO quanto à unificação das grafias por grupos linguísticos.
> 5. Evitar a duplicidade de representação de símbolos braille.
> 6. Ajustar a grafia básica, considerando o Código Matemático Unificado (CMU), adotado no Brasil desde 2003 em conformidade com a Grafia Braille para a Língua Portuguesa instituída pela portaria ministerial 2.678 de 24/09/2002.
> 7. Garantir a qualidade da transcrição de textos para o Sistema Braille, especialmente dos livros didáticos.

No item 1 percebemos a necessidade de atualização e normatização. Já os itens 2 e 4 destacam a importância da unificação desses processos nos países da língua portuguesa.

O item 3 cita o uso do sistema Braille no campo científico e tecnológico, em parceria com os usuários do sistema. O item 5 alerta para a duplicidade de simbologia em campos distintos, que pode gerar confusão.

O item 6 reafirma a importância do uso do CMU como base de simbologias, para evitar as duplicidades. E por fim, o item 7 lembra da importância do atendimento de qualidade do produto ao usuário do sistema braille.

Para assegurar a qualidade é prevista na Norma a participação de um revisor, profissional usuário do Sistema Braille, com domínio de algumas diversidades (especificações). Este, necessariamente, deve ser cego, conforme a norma relata, BRASIL (2006): “A revisão de textos em braille deve ser feita por uma pessoa cega, usuária do sistema, e que domine algumas de suas diversas aplicações”.

A produção de material inicia-se pela impressão com folhas de gramaturas[18] entre 120 e 180. Para folhas de revisão pode-se usar papel de gramatura 90g/m^2. A encadernação sugerida é do tipo espiral, conforme a Norma, BRASIL (2006):

> A encadernação mais adequada para o material produzido em impressoras computadorizadas é a que utiliza espirais de plástico, pois oferece as seguintes vantagens:
> - rapidez e baixo custo;
> - substituição de folhas, de forma simples;
> - movimentação das folhas em torno da espiral, reduzindo a área ocupada pelo livro, quando aberto.

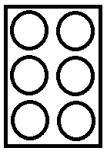
[18] **GRAMATURA**: é o peso de uma folha de papel em gramas na medida de um metro quadrado (m^2).

O texto acima esclarece a importância do uso do espiral no acabamento final. Este é o mesmo processo aplicado no material grafotátil, com todas as suas pontuações da norma.

7.5. O MÉTODO BRAILLE

O Sistema Braille é um código universal de escrita e leitura em alto relevo para as pessoas com deficiência visual. Através das pontas dos dedos são identificados seus signos, e assim as palavras e textos.

Figura 14: cela Braille;



O método, otimizado por Louis Braille, como já discutido, consiste num espaço retangular na vertical, onde se encontram duas colunas e três linhas, conforme a figura 14. A posição da cela é mantida no anverso e no verso. Entretanto a forma da leitura realizada no anverso é da esquerda para a direita, e a forma da escrita no verso da cela é da direita para a esquerda, conforme as figuras 15 e 16. Esse sistema de verso e anverso é utilizado em reglete tradicional, pois a máquina datilográfica braille já escreve diretamente na posição de leitura (no anverso). Atualmente já existe a chamada ‘reglete positiva’ que também mantem a escrita no mesmo sentido de leitura, porém não foram encontrados registros sobre a aceitação desta.

A ordem numérica nas figuras 15 e 16 são propositais, pois conduzem à posição que será preenchida para a formação do caractere esperado. A ilustração conduz a ordem para a escrita, e a ordem para a leitura, na reglete.

Figura 15: Cela na posição de leitura;

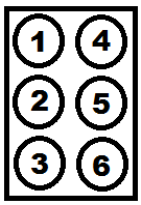
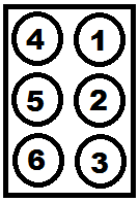


Figura 16: Cela na posição de escrita.



7.5.1. Os instrumentos mais usados, acessibilidade nas mãos

O aluno cego, que se encontra no ensino médio, deve ter o domínio do Sistema Braille, como o uso de seus instrumentos de escrita: a reglete e o punção (vide figura 16), ou a máquina de datilografia em braille.

7.5.1.1 A Reglete

Normalmente utiliza-se de uma prancheta (formato de mesa). As mais modernas não precisam da prancheta (formato de bolso), ocorrem no formato de uma régua e podem ser metálicas ou de plásticos. Elas possuem uma dobradiça na lateral unindo as duas partes. A placa inferior possui os pontos marcados e a placa superior possui os espaços das celas vazadas. Para escrever coloca-se a folha de gramatura de 120g/m^2 ou superior nas marcações com os pontos em alto relevo.

Figura 17: Reglete, punção e prancheta (acervo pessoal);

Hoje em dia existe a reglete positiva, cujo manuseio para escrita realiza-se da esquerda para a direita (na forma do anverso). As marcações dos pontos não estão em tamanho convencionado pela NBR-9050, conforme o trecho a seguir de BRASIL (2004):

5.6.1.3 O arranjo de seis pontos e o espaçamento entre as celas Braille, conforme figura 53, devem atender às seguintes condições:

a) diâmetro do ponto na base: 2 mm;

b) espaçamento vertical e horizontal entre pontos – medido a partir do centro de um ponto até o centro do próximo ponto: 2,7 mm;

c) largura da cela Braille: 4,7 mm;

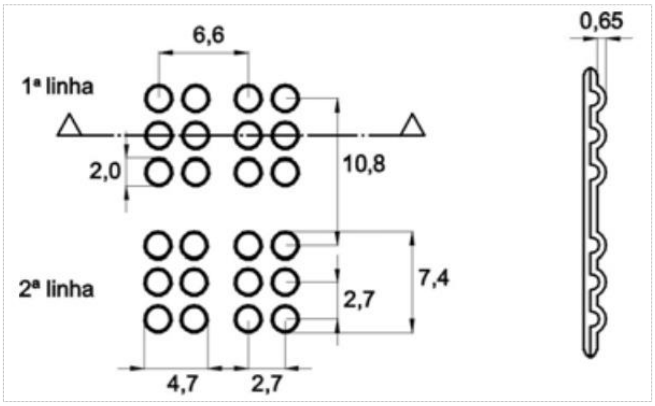
d) altura da cela Braille: 7,4 mm;

e) separação horizontal entre as celas Braille: 6,6 mm;

f) separação vertical entre as celas Braille: 10,8 mm;

g) altura do ponto: 0,65 mm.

Figura 18: Imagem das dimensões da reglete tradicional considerando as dimensões da NBR 9050/2004 [BRASIL (2004). p. 26].



Por falta de pequenos ajustes na reglete positiva, de forma a contemplar as medidas acima informadas, esta não será usada no desenvolvimento deste trabalho.

7.5.1.2. <u>O punção</u>

É o instrumento que realiza as marcações em pontos de alto relevo, ou seja, a escrita. Por ironia do destino, Louis Braille utilizou uma sovela para realizar tais marcações. A combinação das marcações nesses seis pontos na cela gera 63 ordenações distintas. Contando como combinação o espaço todo vazio são 64 ordenações.

A Grafia Química Braille tem aplicação em qualquer reglete, bem como na máquina de datilografia em braile e em programas de computador, como o Braille Fácil, utilizado para imprimir em impressoras em Braille.

O uso desses instrumentos e do Soroban é garantido pela Lei 13.146 . de 06 de julho de 2015.

7.5.1.3. O Soroban

Ou sorobã[19] é um instrumento de anotação de cálculos matemáticos, de origem oriental, usado para tatear as posições das contas (bolinhas nas hastes) e realizar seus cálculos, conforme figura 19. Esse é um instrumento que pode e deve ser usado na disciplina de físico-química para realizar circuitos estequiométricos, soluções, entalpias, entre outros .

Figura 19: Soroban (acervo pessoal).

Conforme BERNARDO e GARCEZ (2016):

> O uso do soroban vai além da busca pelo resultado final de um cálculo. O seu ensino é importante para o desenvolvimento dos conceitos básicos de número, representação e sistema de numeração decimal. Por meio dele é possível o aprendizado tanto das quatro operações fundamentais, como também fatoração de um número e o cálculo de mínimo múltiplo comum (MMC), máximo divisor comum (MDC), potências, raízes, frações, entre outras funcionalidades. Nesse sentido, esta é uma ferramenta importante que pode ser utilizada por alunos com ou sem deficiência visual.

O trecho cita as funções matemáticas que se aplicam ao soroban, com vasto campo de exploração na disciplina. O soroban é, inclusive, usado no campo da disciplina da química para resoluções matemáticas. É um recurso de tecnologia assistiva, que serve como anotações manuscritas de um vidente. O uso do soroban é garantido, por lei, como forma de anotações manuscritas imprescindíveis, através da Portaria do MEC 1.010, de 10 de maio de 2006. O seu uso também é permitido em provas de concurso público.

[19] **SOROBÃ**: termo abrasileirado para a adaptação do soroban oriental, fonte: www.sorobanbrasil.com.br .

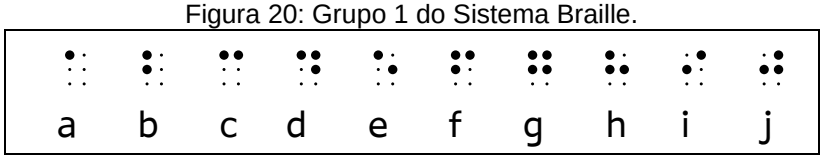
7.5.2. O Sistema Braille

Como já visto, Louis Braille melhorou o sistema proposto por Barbier De La Serre. E seu sistema é usado até hoje, com as 64 combinações de pontos (63 com alguma combinação de preenchimento e 1 cela totalmente vazia). O interessante é que o professor e o aluno já tenham domínio básico dos símbolos, como também o conhecimento dos documentos do MEC que padronizam o sistema dentro das escritas específicas, no caso deste trabalho a disciplina de Química.

7.5.2.1. O Grupo 1

As dez primeiras letras do alfabeto é chamado de Grupo 1 e estas ocupam a parte superior da cela, ou seja, os pontos 1, 2, 4 e 5.

Figura 20: Grupo 1 do Sistema Braille.

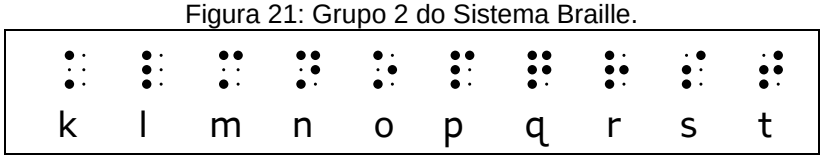


AD: Na primeira linha lê-se em Braille de “a” até “j”, na segunda linha lê-se em tinta de ‘a’ até ‘j’.

7.5.2.2. O Grupo 2

As dez seguintes letras do alfabeto é chamado de Grupo 2, estas ocupam a respectivamente a sequência do Grupo 1 mais o ‘ponto 3’, logo são os pontos 1, 2, 3, 4 e 5.

Figura 21: Grupo 2 do Sistema Braille.

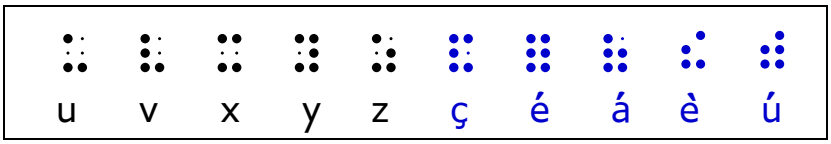


AD: Na primeira linha lê-se em Braille de “k” até “t”, na segunda linha lê-se em tinta de ‘k’ até ‘t’.

7.5.2.3. O Grupo 3

São as cinco últimas letras do alfabeto e mais cinco combinações simbólicas, para seguir a mesma posição do grupo 1, obedecendo a ordem do sistema superior mais os ‘pontos 3 e 6’ obrigatórios. Então são os pontos 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

Figura 22: Grupo 3 do Sistema Braille.

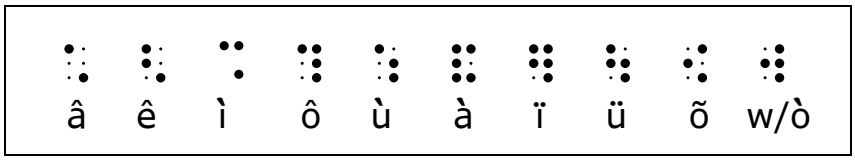


AD: Os cinco primeiros caracteres estão de preto, e o restante de vermelho nas duas linhas. Na primeira linha em Braille e na segunda linha em Tinta os seguintes caracteres: ‘u, v, x, y, z, ç, é, á, è, ú’.

7.5.2.4. O Grupo 4

As dez seguintes combinações respeitam as posições do Grupo 1 mais o ‘ponto 6’ de preenchimento obrigatório. Serão representados os seguintes signos: ‘â’, ‘ê’, ‘ì’, ‘ô’, ‘ù’, ‘à’, ‘ï”, ‘ü’, ‘õ’, ‘ò’/‘w’.

Figura 23: Grupo 4 do Sistema Braille.

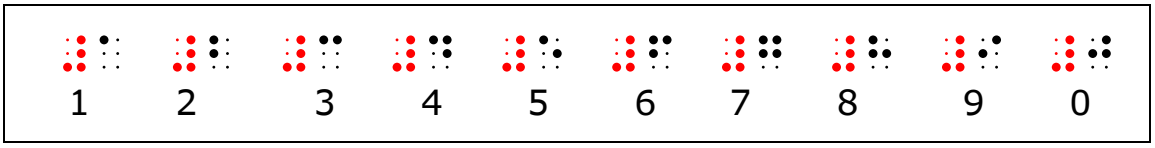


AD: Na primeira linha lê-se em Braille de ‘â’, ‘ê’, ‘ì’, ‘ô’, ‘ù’, ‘à’, ‘ï”, ‘ü’, ‘õ’, ‘ò’/‘w’; Na segunda linha lê-se em tinta ‘â’, ‘ê’, ‘ì’, ‘ô’, ‘ù’, ‘à’, ‘ï”, ‘ü’, ‘õ’, ‘ò’/‘w’.

8.5.2.5. O Grupo 5

Alguns códigos em Braille necessitam de simbologias compostas, ou seja, o uso de duas ou mais celas codificadas para representar um signo, e é o caso da numeração. É usada a cela ⠸ (pontos: 3, 4, 5, e 6) antes das letras de ‘a’ até ‘j’ convertendo do alfabeto para o numérico.

Figura 24: Grupo 5 do Sistema Braille, os números (acervo pessoal).



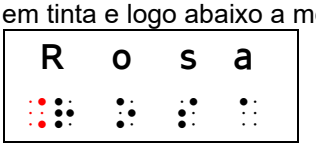
AD: Na primeira linha lê-se em braille de ‘1’ até ‘0’, na segunda linha lê-se em tinta de ‘1’ até ‘0’.

7.5.2.6. O Grupo 6 (símbolos exclusivos)

São simbologias de uso exclusivo no Braille, pois não possuem uma substituição na escrita em tinta. São combinações compostas que indicam algum tipo de

mudança do símbolo a seguir, são usos de celas compostas. Por exemplo, temos em tinta a representação da letra maiúscula em um nome, a primeira letra receberá antecedendo a ela um código ⠠ (pontos 4 e 6) que indicará que a primeira letra é maiúscula, vide a figura 25.

Figura 25: Palavra 'Rosa' em tinta e logo abaixo a mesma palavra em braille.

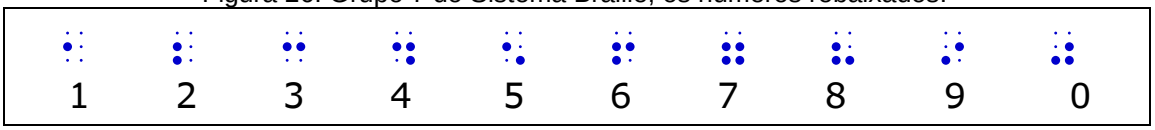


AD: Todos os caracteres em preto, exceto o caractere que representa em Braille a letra maiúscula que está em vermelho. Na primeira linha lê-se a palavra 'Rosa'; Na segunda linha em Braille: 'Rosa'.

7.5.2.7. O Grupo 7 (símbolos inferiores)

São simbologias no qual são usados os pontos 2, 3, 5 e 6 da cela braille, usado na química como os números rebaixados.

Figura 26: Grupo 7 do Sistema Braille, os números rebaixados.



AD: Números rebaixados, a primeira linha lê-se em braille de "a" até "j", na segunda linha números em tinta.

Os grupos 5, 6 e 7 não espelham, exatamente, as séries: 5ª série, 6ª série e 7ª série das normas da Grafia Braille para a Língua Portuguesa. São apenas configurações para esta leitura, como forma de orientação dos textos no sistema braille.

Existem outras codificações que realizam a escrita a adaptação mais próxima ao real da escrita em tinta. Para conhecer tais simbologias deve-se compreender os códigos padronizados pelo MEC, já mencionados anteriormente.

Também existe em braille um conjunto de pontuações em celas simples e compostas. Estas, dependendo de seus usos específicos, são adaptadas para o melhor enquadramento, como a Matemática, a Informática e a Química. A tabela 03 ilustra alguns signos da língua portuguesa.

Tabela 03: símbolos da escrita portuguesa.

Símbolo (caractere)	**Combinação numérica**	**Nome do símbolo**
	46	Maiúscula
	46 46	Caixa alta
.	3	Ponto
,	2	Vírgula
;	23	Ponto-vírgula
:	24	Dois pontos
-	36	Hífen
*****	35	Asterisco
?	26	Interrogação
!	235	Exclamação
—	36 36	Travessão
“	236	Aspas
(	126 3	Abertura de parênteses literário
)	6 345	Fechadura de parênteses literário
(	126	Abertura de parênteses simples
)	345	Fechadura de parênteses simples
/	3 2	Barra
****	5 3	Barra invertida
...	1 1 1	Reticências
→	24 135	Seta para direita
|	456	Barra vertical
←	246 24	Seta para esquerda
↔	246 24 135	Seta duplo sentido
‘	1	Abertura de apóstrofo
’	6	Fechadura de apóstrofo
+	235	Adição
-	36	Subtração
X	236	Multiplicação
/ ou :	256	Divisão
=	2356	Igual
%	456 356	Porcentagem
@	156	Arroba
#	3456 13	Hashtag
&	5 12346	**e** comercial
	16	Sinal antecessor de expoente

8. GRAFIA QUIMICA BRAILLE (GQB) – VERSÃO BRASILEIRA

A GRAFIA QUÍMICA BRAILLE PARA USO NO BRASIL, 3ª edição, lançada em outubro de 2017, é um documento desenvolvido pelo Ministério da Educação através da extinta Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão (SECADI).

Este documento é o norteador oficial do desenvolvimento da química neste trabalho, em especial, da química orgânica escolar. É uma ferramenta que vem contribuindo para a representação de estruturas no sistema braille, desde fórmulas químicas, suas reações, e o acesso tecnológico do assunto, comentados por outros cidadãos. Conforme expõe o trecho de BRASIL (2017):

> 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. (...)
>
> 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.

O último parágrafo do trecho acima cita que a atual grafia vem com propostas para utilização no Ensino Superior. No entanto, para sucesso nessa empreitada, é necessário um conhecimento sólido da disciplina de Química no ensino médio. Além do mais, existe o comprometimento de desenvolver um produto abraçando as normas, com foco na padronização nacional e na unificação linguística.

Neste trabalho será apresentado ao leitor a posição de símbolos em braille com suas ilustrações em diferentes cores para facilitar o entendimento dessa aplicação em cada parte da estrutura química. Não será apresentada toda a Grafia Química Braille brasileira, apenas as abordagens que envolvem o ensino da química orgânica apresentadas neste trabalho. Queremos evitar um material extenso e cansativo, com informações que não se alinham com os objetivos. Prevê-se que o docente e o discente já tenham domínio do Sistema Braille básico, o que facilitará a leitura da química orgânica.

8.1. OBSERVAÇÕES DAS NORMAS DO SISTEMA BRAILLE NA QUÍMICA

Já destacamos neste texto a importância da aplicação das normas técnicas para a produção de textos em Braille, em especial normas específicas para linguagens que necessitam um grau de atenção maior produção de um trabalho de qualidade. A partir de agora veremos parte da Grafia Química Braille sendo aplicada em alguns conceitos da química orgânica escolar.

Apontaremos algumas orientações contidas no GQB para firmar como proceder com qualidade a transcrição do conteúdo. É necessária atenção ao escrever estruturas e fórmulas, pois estas não possuem espaços de celas vazias.

8.2. REPRESENTAÇÃO DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

Todas as normas, já estabelecidas pela grafia da língua portuguesa Braille, devem ser respeitadas, aplicando a cela composta para as letras maiúsculas.

Tabela 04: ilustrações em tinta e em braille dos elementos químicos.

Símbolo Químico		**Nome do Elemento Químico**	
Tinta	**Braille**	**Tinta**	**Sistema Braille**
H	⠓	hidrogênio	⠓⠊⠙⠗⠕⠛⠢⠝⠊⠕
He	⠓⠑	hélio	⠓⠿⠇⠊⠕
C	⠉	carbono	⠉⠁⠗⠃⠕⠝⠕
O	⠕	oxigênio	⠕⠭⠊⠛⠢⠝⠊⠕
Co	⠉⠕	cobalto	⠉⠕⠃⠁⠇⠞⠕
Ca	⠉⠁	cálcio	⠉⠯⠇⠉⠊⠕
Aℓ	⠁⠇	alumínio	⠁⠇⠥⠍⠢⠝⠊⠕
Fr	⠋⠗	frâncio	⠋⠗⠢⠝⠉⠊⠕
Sr	⠎⠗	estrôncio	⠑⠎⠞⠗⠴⠝⠉⠊⠕
Os	⠕⠎	ósmio	⠕⠯⠎⠍⠊⠕
Hg	⠓⠛	mercúrio	⠍⠑⠗⠉⠥⠗⠊⠕
B	⠃	boro	⠃⠕⠗⠕

8.3. OS NÚMEROS NAS FÓRMULAS QUÍMICAS

A numeração tradicional em Braille é composta por duas celas, o numeral e a letra correspondente ao número. Entretanto na química são usadas as numerações em dois momentos:

- ✓ O índice antecedendo a fórmula química (coeficiente estequiométrico) será escrito no sistema braille numérico tradicional;
- ✓ O índice rebaixado na direita de um elemento químico compondo a fórmula química, como índice.

São os números que quantificam os elementos / as substâncias numa equação química. Veja na tabela 05 como são aplicados os números para compor as fórmulas químicas:

Tabela 05: Escrita em tinta e em braille de exemplos químicos.

Tinta	Braille
Ba	
O_3	
$4H_2O$	
$A\ell(OH)_3$	
CH_4	

É importante lembrar que no sistema braille os números envolvidos não possuem espaçamento entre eles, não há celas vazias na escrita. Isto vale tanto para o signo numérico antes da fórmula química, como para o signo numérico rebaixado na fórmula química.

Na tabela 05 são transcritos os parênteses já existentes na escrita em tintas (ilustrado na cor vermelha). Na matemática são usados outros parênteses, os “parênteses auxiliares”, que não são escritos a tinta e sim no braille. Estes auxiliam o leitor no sistema braille, evitando equívocos de informações, pausando os termos quando necessário.

Tabela 06: escrita em tinta e em braille de exemplos de compostos orgânicos.

Tinta	Braille
CH_4	
C_2H_6	
C_2H_4	
C_2H_2	

Na tabela 06 são ilustrados os exemplos de compostos orgânicos com a numeração rebaixada em azul, compondo a fórmula molecular.

8.3.1. Estudos com a fórmula molecular dos compostos orgânicos

A Grafia Química em Braille traz nesta 3ª edição, de forma inédita, as informações que compõem os estudos das fórmulas moleculares dos compostos orgânicos, que podem e devem ser aplicadas no decorrer dos estudos. Observe este recorte de BRASIL (2017):

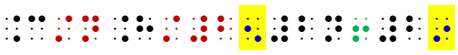
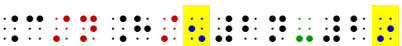
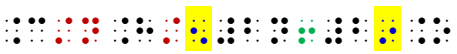
> Para representação em Braille da fórmula geral utilizada para determinar a fórmula molecular de compostos orgânicos, usa-se o símbolo indicador de posição de índice inferior (34), como na representação do índice “n” ou “2n”. E para a representação de expressão matemática, por exemplo “2n+1” ou “2n+2” utiliza-se o indicador de posição de índice inferior (34) com essa expressão matemática entre parênteses auxiliares do CMU (26 35). Quando houver a necessidade de realizar a translineação, deve-se observar os itens 9 e 11 das Orientações para transcrição. Os índices inferiores são colocados após a representação do carbono ou do hidrogênio, tal como aparecem nos seguintes exemplos:

O recorte instrui o uso do signo (34) para anunciar a escrita imediatamente a seguir na posição rebaixada (posição índice), o equivalente na escrita em tinta, porém é uma expressão matemática sem uso de sinal de operação. Entretanto, para representar a posição rebaixada de uma expressão matemática com sinal(is) operacional(is), o recorte informa que tal expressão matemática deve ser posta entre os signos (26 35), parênteses auxiliares[20], seguindo as diretrizes da CMU.

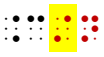
[20] **Parênteses auxiliares**: Segundo CMU “recurso de representação em braille nos casos em que a escrita linear dificulta o entendimento das expressões matemáticas (p.15)”; “não tem correspondentes no sistema comum, em tinta (...) recurso próprio do braille para delimitar certas expressões que, na escrita comum, se apresentam unificadas de várias maneiras” (p.23);

Na tabela 07 a seguir, usaremos exemplos da GQB, porém com uso de cores nas escritas para o entendimento.

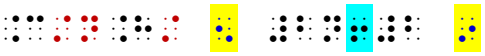
Tabela 07: Exemplos de compostos orgânicos com suas fórmulas gerais, escrita em tinta e braille.

Composto	Fórmula Geral dos Compostos	
	Tinta	Braille
Alcano	C_nH_{2n+2}	
Alceno ou Ciclano	C_nH_{2n}	
Alcino, Alcadieno ou Cicleno	C_nH_{2n-2}	
Álcoois	$C_nH_{2n+2}O$	

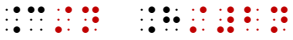
Da tabela 07 observamos as seguintes informações nas fórmulas, aqui os exemplos dos tópicos a seguir, ficarão espaçadas para melhor entendimento e de como proceder com a escrita no sistema braille. No entanto, a escrita correta deve ocorrer sem espaçamento, ou seja, sem celas vazias entre os signos:

a) Uso do signo ⠒ (34): C_n 

b) Alcano e o uso dos signos ⠖ ⠒ (26 35):

C_nH_{2n} + $_{2n}$ 

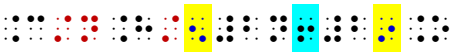
c) Alceno ou Ciclano e o uso do signo ⠔ (34):

C_n H_{2n} 

d) Alcino, Alcadieno ou Cicleno e os usos dos signos ⠒⠒ (26 35):

C_n H_{2n} - $_{2n}$

e) Álcoois e os usos dos signos ⠒⠒ (26 35):

C_n $H_{2n+2n}O$ 

8.4. LIGAÇÕES QUÍMICAS, MONTANDO AS ESTRUTURAS

Sem as ligações químicas as estruturas das fórmulas, compostos, substâncias, etc., não seriam realizadas. Não entraremos em profundidade no estudo de cada natureza das ligações químicas, mas as utilizaremos para compor as formações de estruturas de exemplos da química orgânica. Os signos das ligações químicas, em sua maioria, são representados por celas compostas. Observe a tabela 08 a seguir:

Tabela 08: ilustrações em tinta e em braille das ligações simples, dupla e tripla, e das ligações de hidrogênio.

Nome do Símbolo	Tinta	Braille	Combinação Numérica
Ligações horizontais			
Simples	–		5 2
Dupla	=		56 23
Tripla	≡		456 123
Ligações verticais			
Simples	|		456
Dupla	||		456 123
Tripla	|||		456 123 456
Ligações químicas superior direita ou inferior esquerda (barra)			
Simples	/		34
Dupla	//		34 34
Tripla	///		34 34 34
Ligações químicas superior esquerda ou inferior direita (barra invertida)			
Simples	\		16
Dupla	\\		16 16
Tripla	\\\		16 16 16
Ligações de Hidrogênio			
Horizontal	.....		5 5
Vertical	⋮		46
Oblíqua barra	⁄		345
Oblíqua barra invertida	⁄		126

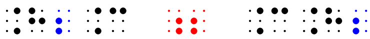
Aplicando os mesmo exemplos da GQB, com detalhes em cores, alguns espaçamento entre as visualizações das celas, de forma a facilitar o entendimento de como são aplicados estes signos e a contagem de linhas utilizadas.

a) propano ⠏⠗⠕⠏⠁⠝⠕ (exemplo em fórmula linear)

$H_3C - CH_2 - CH_3$

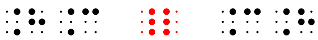
b) eteno ⠑⠞⠑⠝⠕ : (exemplo em fórmula linear)

$H_2C = CH_2$



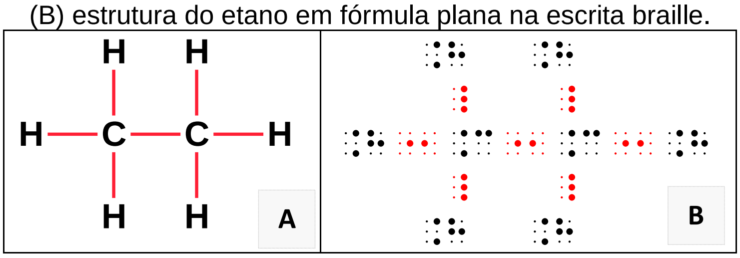
c) etino ⠑⠞⠊⠝⠕: (exemplo em fórmula linear)

$HC \equiv CH$



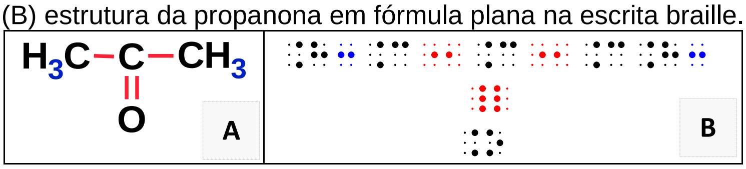
d) etano ⠑⠞⠁⠝⠕: (exemplo em fórmula plana): foram usadas 5 linhas nas duas escritas.

Figura 27: (A) estrutura do etano em fórmula plana na escrita arábica;
(B) estrutura do etano em fórmula plana na escrita braille.



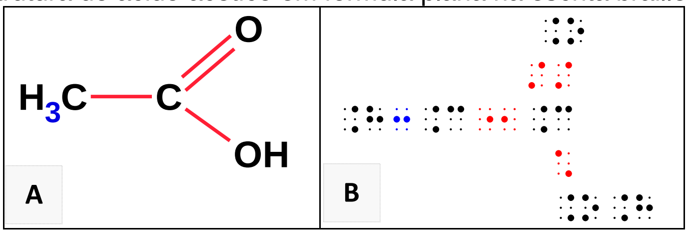
e) propanona ⠏⠗⠕⠏⠁⠝⠕⠝⠁ : (exemplo em fórmula plana): foram usadas 3 linhas nas duas escritas.

Figura 28: (A) estrutura da propanona em fórmula plana na escrita arábica;
(B) estrutura da propanona em fórmula plana na escrita braille.



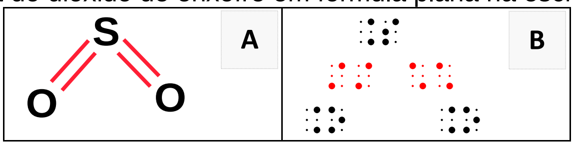
f) ácido acético (ác. etanóico) ⠷⠉⠊⠙⠕ ⠁⠉⠿⠞⠊⠉⠕ ⠣⠄⠷⠉⠄ ⠑⠞⠁⠝⠬⠊⠉⠕⠠⠜ (exemplo em fórmula plana): foram usadas 5 linhas em ambas escritas.

Figura 29: (A) estrutura do ácido acético em fórmula plana na escrita arábica; (B) estrutura do ácido acético em fórmula plana na escrita braille.



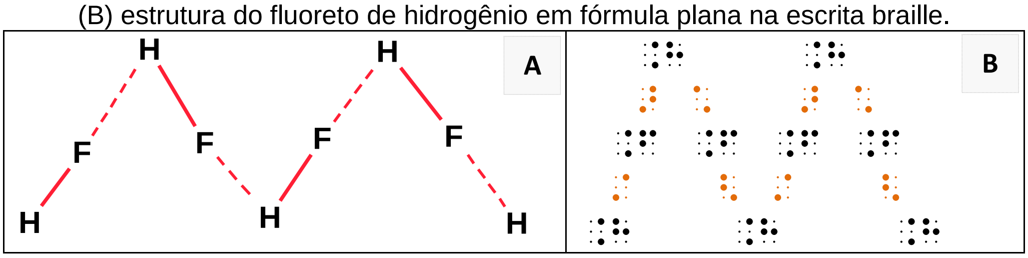
g) dióxido de enxofre ⠙⠊⠬⠭⠊⠙⠕ ⠙⠑ ⠑⠝⠭⠕⠋⠗⠑ (exemplo em fórmula plana): foram usadas 3 linhas em ambas escritas.

Figura 30: (A) estrutura do dióxido de enxofre em fórmula plana na escrita arábica; (B) estrutura do dióxido de enxofre em fórmula plana na escrita braille.



h) fluoreto de hidrogênio ⠋⠇⠥⠕⠗⠑⠞⠕ ⠙⠑ ⠓⠊⠙⠗⠕⠛⠣⠝⠊⠕ (exemplo em fórmula plana): foram usadas 5 linhas em ambas escritas. Atenção na imagem 30–B, existe um espaçamento de uma cela em branco em alguns momentos do ‘zig-zag’, aqui já se aplica pra valer o sistema braille, mas mantendo o cuidado desses espaçamentos e tornando a leitura tranquila, posicionamento em ‘zig-zag’.

Figura 31: (A) estrutura do fluoreto de hidrogênio em fórmula plana na escrita arábica; (B) estrutura do fluoreto de hidrogênio em fórmula plana na escrita braille.



i) amônia ⠁⠍⠹⠝⠊⠁ (exemplo em fórmula plana): foram usadas 9 linhas em ambas escritas.

Figura 32: (A) estrutura da amônia em fórmula plana na escrita arábica ligação covalente simples; (B) estrutura da amônia em fórmula plana na escrita braille.

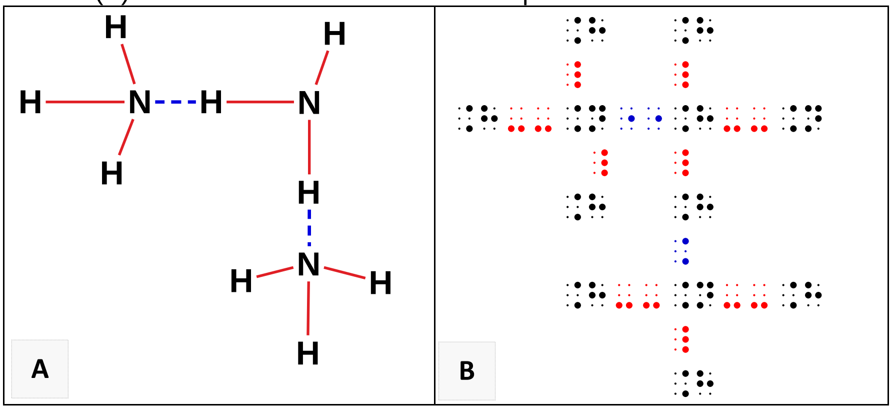


Tabela 09: ilustrações em tinta e em braille das ligações dativas.

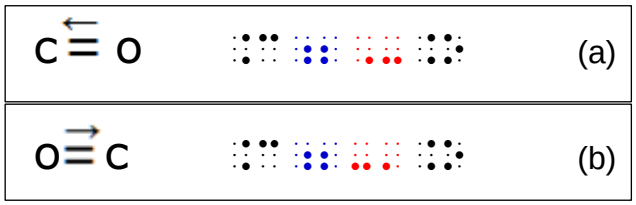
Nome do Símbolo	Tinta	Braille	Combinação Numérica
Ligações dativas			
Para direita	→	⠤⠄	36 3
Para esquerda	←	⠠⠤	6 36
Para cima	↑	⠸⠁	456 1
Para baixo	↓	⠸⠄	456 3
Ligações dativa oblíquas			
Para cima à direita	↗	⠌⠂	34 2
Para cima à esquerda	↖	⠐⠡	5 16
Para baixo à direita	↘	⠡⠂	16 2
Para baixo à esquerda	↙	⠐⠌	5 34

SUGESTÃO 01

Notação nova de uma cela composta para ligação química: ligação dupla covalente junto com a ligação coordenada dativa. Aqui não será esquadrinhado quais literaturas usam ou não usam a ligação simbólica de setas. Nossa preocupação é como representá-la com a presença de outras ligações entre os átomos. Observe o seguinte exemplo:

- ✓ monóxido de carbono ⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒ ⠒⠒ ⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒ (exemplo em fórmula linear): foi usada apenas 1 linha braille em ambos exemplos. A seguir a figura 33 (a) e (b) é uma sugestão para aplicar na Grafia Química Braille. E como exemplo de como aplicar a sugestão em cada caso (a) e (b). A atual GQB não apresenta esta situação, por isso a sugestão 01.

Figura 33: Ilustrações (a) e (b) dos compostos monóxidos de carbono.



Conforme o exemplo acima, no sistema braille é sugerida a aplicação da ligação dativa imediatamente após o uso da ligação dupla. É conhecido que em tinta a representação é uma seta em cima da ligação dupla (vide o exemplo). Então será entendido que haverá duas simbologias de ligações seguidas, uma a ligação covalente e a outra uma dativa, ambas com a representação de direção em que está exercendo o par de elétrons, vide tabela 09.

Os signos usados para ilustrar as ligações têm como fonte a GQB 3ª edição brasileira. A sugestão apresentada neste trabalho foi feita após consulta à ONCE (*Organización Nacional de Ciegos Españoles*), a CEBF (*Commission Évolution du Braille Français*), CBSQ (*Code Braille Scientifique Québécois por la Transcription des Mathématiques et de la Chimie*), e GQB de Portugal.

As atuais normas sinalizam para a unificação de sinais entre os países de idiomas oficiais do português e do espanhol, por esse motivo surge a sugestão 01.

8.4.1. Cargas elétricas, como identifica-las no Sistema Braille.

Aqui abordaremos brevemente os conceitos de carga elétrica nas estruturas químicas.

8.4.1.1. Cátions & Ânions em Braille

A simbologia acontece com o ponto 5 ⠨ antecedendo o valor numérico e o sinal da carga. Quando monovalente, após o ponto cinco, escreve-se o sinal de adição (235) ou de subtração (36), quando bivalentes ou valores superiores escreve-se a indicação numérica em braille de forma tradicional.

Tabela 10: Cátions e ânions em braille.

A^{+}	⠨⠁	A^{-}	⠨⠤⠁
Z^{2+}	⠨⠵⠆	Z^{2-}	⠨⠤⠵⠆
X^{3+}	⠨⠭⠒	X^{3-}	⠨⠤⠭⠒
J^{4+}	⠨⠚⠲	J^{4-}	⠨⠤⠚⠲

A seguir, conforme a tabela 10 aplico suas respectivas cargas nos próximos exemplos, apontando o uso de cada signo, com espaçamento para observação , em espécies químicas simples e compostas. Aqui ilustro cargas iônicas positivas e negativas, de valores 1, 2, 3 e 4, incluindo o exemplo [$\mathbf{SiO^{4-}}$].

a) exemplos de cátions:

Na^{+} : ⠠⠝⠨⠁ Mg^{2+} : ⠠⠍⠛⠆⠨⠆

$Aℓ^{3+}$: ⠠⠁⠇⠨⠒ C^{4+} : ⠠⠉⠨⠲

b) exemplos de ânions:

$Cℓ^{-}$: ⠠⠉⠇⠤⠂ O^{2-} : ⠠⠕⠤⠆

N^{3-} : ⠠⠝⠤⠒ SiO^{4-} : ⠠⠎⠊⠠⠕⠤⠲

8.4.1.2. Rupturas de ligações químicas, como identificar em braille

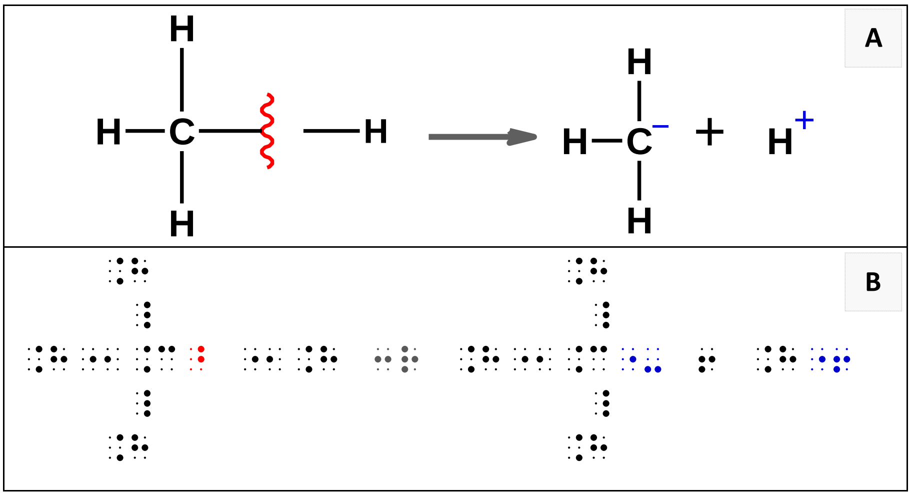
Quando uma estrutura orgânica sofre uma ruptura esta pode gerar dois tipos de cisão:

- ➢ cisão homolítica: ocorre quando cada átomo permanece com seu(s) elétron(s) após a ruptura da ligação química, também chamado de homólise, gerando um ***radical***;
- ➢ cisão heterolítica: ocorre quando um dos átomos detém o(s) elétron(s) do outro átomo após a ruptura da ligação química, assim gerando os ***íons*** (cátions e ânions).
- ➢ Radical: ou radical livre é o átomo ou grupo de átomos que retém elétron(s) desemparelhado(s), é a valência livre.

Segundo BRASIL (2017), este signo ⠘ (45) [≀] deve anteceder a ligação que será rompida da homólise, observe a figura 33.

a) metano → metil e hidrogênio : ⠍⠑⠞⠁⠝⠕ ⠒⠗ ⠍⠑⠞⠊⠇ ⠑ ⠓⠊⠙⠗⠕⠛⠣⠝⠊⠕

Figura 34: (A) em tinta: reagente: metano; seta de reação química; produtos: metil e hidrogênio; (B) em tinta: reagente: metano; seta de reação química; produtos: metil e hidrogênio.



8.5. GRUPOS FUNCIONAIS E RADICAIS LIVRES

As simbologias químicas que envolvem os radicais livres e/ou grupo funcionais, deveriam ser similares à tinta (escrita comum). É habitual o uso de uma 'bolinha cheia (•)' ilustrando o comportamento do elétron envolta do símbolo químico. Para a transcrição desta bolinha (•) em volta do símbolo químico no sistema braille são indicados o uso do símbolo ⠈ (ponto 4) ou símbolo ⠠ (ponto 6), BRASIL (2017).

A GQB não ilustra exemplos com o símbolo ⠠ (ponto 6), o que será feito neste trabalho. Outra observação é que não são claras as instruções de quando e como usar o símbolo ⠈ (ponto 4) ou símbolo ⠠ (ponto 6).

8.5.1. Notação de Lewis

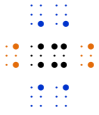
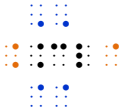
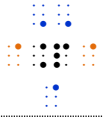
Na escrita em tinta não existe uma simbologia fixa na representação da notação de Lewis (sejam estas marcações em bolinhas, asteriscos "✶", "*x*", com ou sem cores). No entanto, essas marcações são bem localizadas em volta dos símbolos químicos, indicando já uma possibilidade de arranjo espacial de uma fórmula.

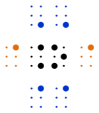
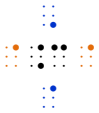
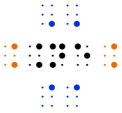
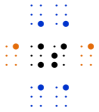
Tabela 11: notação de Lewis.

Símbolo (caractere)	Combinação numérica	Nome do símbolo
⠒	6 ou 66	Acima do elemento químico
⠤	4 ou 44	Abaixo do elemento químico
⠇	4 ou 46	À esquerda do elemento químico
⠸	4 ou 46	À direita do elemento químico

Nota-se que apenas a segunda coluna da cela braille é preenchida na tabela 11, e o mesmo se aplica na tabela 12.

Tabela 12: Exemplos de notação de Lewis.

Nomenclatura	Exemplo	Exemplo em braile
		
Boro		
Cloro		
Hidrogênio		
Fósforo		

Oxigênio	O	
Carbono	C	
Neônio	Ne	
Cálcio	Ca	
Enxofre	S	

Na tabela 11 são descritas as configurações químicas da tinta para o braille e na tabela 12 temos a representação dos arranjos das configurações.

8.5.2. Grupos Funcionais da Química Orgânica

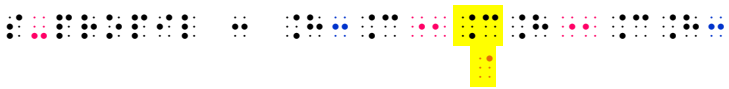
A seguir alguns exemplos de compostos radicais comuns nos livros didáticos escolares de química orgânica (uso da fórmula linear condensada). Também será ilustrado o exemplo:

✓ metil – $H_3C\bullet$

✓ etil – $H_3C - H_2C\bullet$

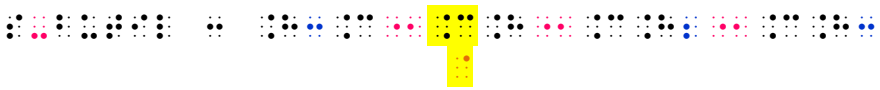
✓ n-propil – $H_3C - CH_2 - H_2C\bullet$

✓ s-propil – $H_3C - \underset{\bullet}{C}H - CH_3$

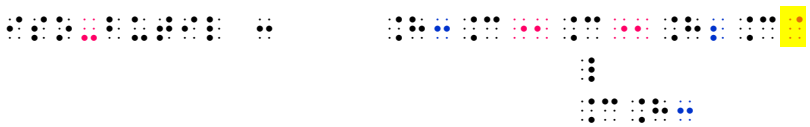


✓ n-butil – $H_3C - CH_2 - CH_2 - H_2C\bullet$

✓ s-butil – $H_3C - CH(\bullet) - CH_2 - CH_3$

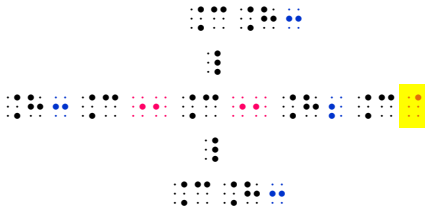


✓ iso-butil – $H_3C - C(CH_3) - H_2C\bullet$

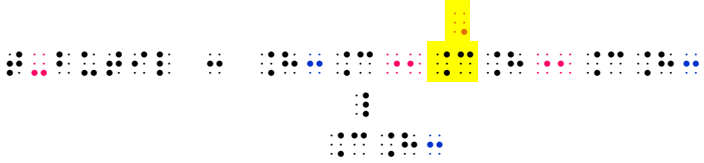


✓ neo-pentil –

$$H_3C - C(CH_3)_2 - H_2C\bullet$$



✓ t-butil – $H_3C - C(\bullet)(CH_3) - CH_3$



O exemplo do t-butil já ilustra o uso do símbolo ⠨, seguindo a sugestão da ONCE B6-2. Esta descreve, com maiores detalhes, os cuidados de como ilustrar as simbologias do Sistema Braille na escrita química. Vejamos trecho de ESPANHA (2014), e sua tradução:

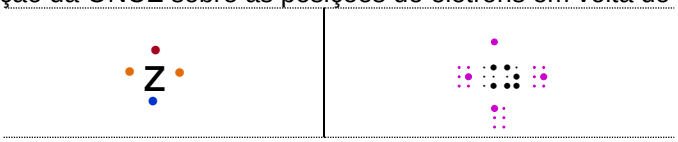
5.1.1. Un solo elemento
Un eléctron por posición
a) Con marca preferente:
- a la derecha o a la izquierda del símbolo atómico: 5.
- sobre el símbolo atómico: 3 (encima de la primera letra del símbolo)
- bajo el símbolo atómico: 1 (debajo de la primera letra del símbolo).

Abaixo texto traduzido do trecho acima:

5.1.1. Um só elemento
Um elétron por posição
a) Com marca preferencial:
– a direita ou a esquerda do símbolo atômico: 5.
– sobre o símbolo atômico: 3 (em cima da primeira letra do símbolo)
– abaixo do símbolo atômico: 1 (debaixo da primeira letra do símbolo).

Observando o primeiro item da letra ‘a’, lê-se: ‘5’ indicando o ponto 5 ⁝, no segundo item onde se lê ‘3’ indica o ponto 3 . , e no terceiro item onde se lê ‘1’ indica o ponto 1 ⁝. O cuidado da localização de cada ponto, especificamente em volta do símbolo químico, também é relatado. Veja a figura 35.

Figura 35: Ilustração da ONCE sobre as posições de elétrons em volta do símbolo químico.



As observações detalhadas do documento técnico espanhol ESPANHA (2014) reduzem a quantidade de dúvidas surgidas ao transcrever determinadas simbologias químicas em textos escolares.

8.6. CADEIAS CARBÔNICAS, MONTANDO AS ESTRUTURAS.

A configuração da escrita da química orgânica é realizada em simbologias que seguem uma composição linear. Quando necessário aplicam-se ramificações e anotações de hetero-átomo(s), realinhando as estruturas dos compostos.

Os livros do ensino médio, na área de química, abordam os seguintes tipos de fórmulas: molecular, bastão, condensada, plana espacial e estrutural tridimensional (3-D).

8.6.1. Fórmulas Bastão, uma forma simples de representação.

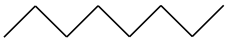
A estrutura da fórmula bastão tem como função facilitar a escrita das cadeias carbônicas e identificar as diferentes informações contidas na(s) estrutura(s). A configuração em braille é muito semelhante à configuração em tinta no modelo '*zig-zag*':

- ✓ as ligações de posição oblíqua (inclinadas) simples, duplas e triplas são aplicadas tranquilamente;
- ✓ nas extremidades já fica representada a posição dos carbonos e/ou heteroátomo(s).

8.6.1.1. <u>Cadeias carbônicas de tamanho determinado, simplificando cadeias</u>.

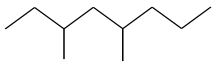
Conforme já visto na tabela 07 os signos em braille das ligações serão aplicados no modelo da fórmula bastão.

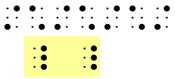
✓ C_8H_{18} – octano



No exemplo acima, ilustra uma cadeia aberta, homogênea, saturada e normal, ou seja, sem ramificações;

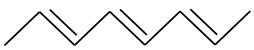
✓ $C_{10}H_{22}$ – 3,5-dimetil-octano





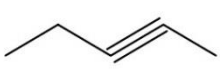
No exemplo acima, ilustra uma cadeia aberta, homogênea, saturada e ramificada;

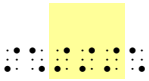
✓ C_8H_{12} – 2,4,6-octatrieno



No exemplo acima, ilustra uma cadeia aberta, homogênea, normal e insaturada, ou seja, com ligações duplas (ou triplas);

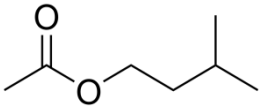
✓ C_5H_8 – 2-pentino

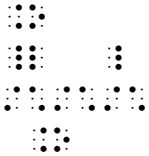




O exemplo acima ilustra uma cadeia aberta, homogênea, normal e insaturada, ou seja, com ligação triplas;

✓ $CH_3COOC_5H_{11}$ – etanoato de 3-metal-butila





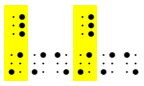
O exemplo acima ilustra uma cadeia aberta, ramificada, saturada e heterogênea, ou seja, presença de hetero-átomo;

Nos exemplos anteriores o hetero-átomo aparece nos vértices (ou pontas do *zig-zag*), tanto em tinta como no braile. Recomenda-se indicar a presença desse elemento químico bem próximo do vértice, para facilitar a sua identificação pelo tato. Conforme BRASIL (2017), temos:

> Nota: quando aparecem nas representações de cadeias carbônicas outros elementos químicos que não sejam o carbono, estes são representados abaixo ou acima da estrutura *bond line*.

No trecho, o termo *bond line* é a estrutura linear que representa a escrita em bastão, por isso serão sinalizados acima e/ou abaixo desta linha as indicações de outros elementos químicos.

As regras paras as ramificações acima e abaixo da cadeia em bastão não são claras, podendo a ramificação ficar na cela direcionada na primeira, na segunda ou até na terceira ligação insaturada da estrutura principal. Por senso comum, é recomendável sinalizar na primeira cela da insaturação.

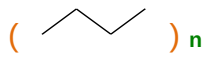
Ex: 

8.6.1.2. Cadeias carbônicas de tamanho longo ou polímero

Essas cadeias são representadas no mesmo modelo vistos no item 8.6.1.1. No entanto, em cadeias longas será aplicada uma identificação comum nos estudos de polímeros. Essas são representadas, através de ligações, como se fossem escritas em bastão, em ambas escritas (em tinta e no sistema braille), só que entre parênteses. Após estes, a numeração de repetição é colocada.

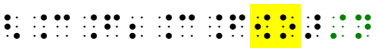
Observe a tabela 12 e analise as posições dos signos em braille para a realização da configuração das cadeias longas / polímeros. Ela ilustra a representação da letra ‘n’, onde ‘n’ é qualquer número natural inteiro. Atenção ao uso do tipo dos parênteses matemáticos. No exemplo (a) a escrita está espaçada para observação.

Tabela 13: Ilustração em braille de cadeias longas / polímero representadas por repetição.

Exemplo em bastão	Exemplo em braille
	

a) $(CH_2CHC\ell)_n$

b) $(CF_2CF_2)_n$

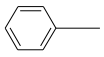
c) $(CH_2CH\ \text{Ø}\ )_n$ 

O signo ‘ Ø [21] ’ ilustrado na figura é uma representação comum encontrada em livros sobre polímeros, conforme podemos ver no seguinte trecho de COUTINHO e OLIVEIRA (2006):

> peróxido de acila R–CO–O–O–CO–R
> *exemplos*: peróxido de benzoíla [R=Ø] e de acetila [R=CH_3]
> peróxido de alquila R–O–O–R
> *exemplos*: peróxido de cumila [R = Ø–C(CH_3)] e de t-butila [R=(CH_3)C]
> hidroperóxidos R–O–OH
> *exemplos*: hidroperóxido de t-butila [R=(CH_3)$_3$C] e de cumila [R=Ø–C(CH_3)$_2$]
> perésteres R–O–O–R’
> *exemplos*: perzenzoato de t-butila [R= ØCO e R’=(CH_3)$_3$C]

[21] **Ø: letra grega ‘phi’**, também usado como símbolo de diâmetro na escrita matemática;

A ilustração faz referência ao anel aromático, normalmente o radical fenil, constituindo a estrutura química dos compostos, como os verificados no trecho acima do livro de polímeros, e corroborado por SOLOMONS & FRYHLE (2005):

> Quando um anel benzênico está ligado a algum outro grupo de átomos em uma molécula, ele é chamado de um grupo fenila, podendo ser representado de várias maneiras:
>
>  ou ou **C_6H_5—** ou **Ph—** ou **Ø—** ou **Ar—** .

Contribui com essa afirmativa ALLINGER (1976):

> O substituinte (frequentemente abreviado como **Ø , Ph— C_6H_5—**) é chamado grupo *fenila*. Algumas vezes o símbolo ***Ar*** é usado para representar grupos aromáticos (arila), em geral, assim como se usa ***R*** para representar grupos alquila.

O anel aromático é constituído por: 6 hidrogênios e 6 carbonos, num sistema fechado contendo ligações simples e ligações duplas alternadas, representado por sua vez no sistema braille apenas: ⠒⠒ .

PIRES *et. al*. (2007), corroboram na seguinte análise:

> Adaptação de equações e fórmulas químicas - Uma forma de representar o mundo microscópico é por meio do uso de símbolos e fórmulas específicos que representam substâncias e fenômenos químicos.

8.7. CADEIAS FECHADAS: CÍCLICAS E AROMÁTICAS

É comum encontrar nos livros escolares de química as configurações das cadeias fechadas na fórmula bastão. Existe uma concordância que as escritas nos livros abraçam esse modelo para simplificar a representação da estrutura do componente, lembrando que são adotados os conhecimentos das regras químicas nos sistemas em tinta e braille.

8.7.1. Estruturas Cíclicas (Cadeias Fechadas)

As figuras de estruturas cíclicas em braille são transcritas de forma similar àquela da escrita em tinta. A fórmula bastão também é aplicada à configuração de desenhos geométricos.

Para os desenhos geométricos, em braile, na química orgânica a configuração segue a seguinte norma: celas 12346-1345-135, onde ‘n’ (1345) representa o número de lados do polígono, a cela 12346 é a abertura da figura geométrica, e a cela 135 é o fechamento da figura geométrica, conforme tabela 13.

Tabela 14: Estruturas cíclicas não ramificadas.

Exemplo	Exemplo em bastão	Exemplo em braille
12346-1345-135		
Ciclopropano		
Ciclobutano		
Ciclopentano		
Ciclohexano		

Na GQB os cicloalcenos e cicloalcinos não são simplificados com o uso dos signos . Na grafia da ONCE também não há registros simples similares. Proposta da sugestão 04 (pág. 123).

O uso do programa ‘MONET’, é um recurso para ilustrar, em alto relevo, imagens de fundamental importância no aprendizado, compatível com o uso do programa ‘Braille Fácil’. Esse dueto harmônico permite compor a informação. O software reproduz diversas imagens em realce tátil, tornando-se um recurso fantástico.

Em nosso produto focamos em estudos de formas condensada e de leitura técnica da química orgânica.

8.7.1.1. Estruturas Cíclicas Ramificadas

Nas ramificações em cadeias fechadas, na fórmula bastão (com figuras geométricas), a numeração segue o padrão no sentido horário, iniciando-se no vértice superior e girando conforme a figura 36.

Figura 36: Ilustração de posições numéricas do cicloheptano com numeração nas vértices no sentido horário.

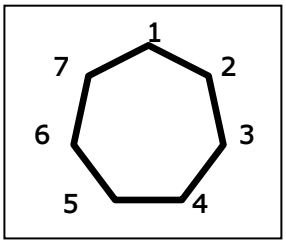
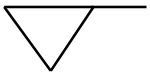
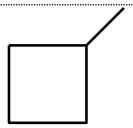
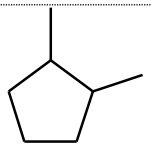
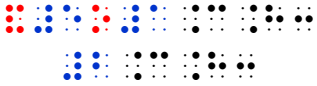
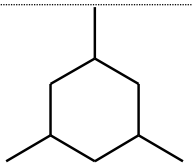
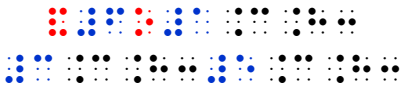


Tabela 15: Estruturas cíclicas ramificadas.

Exemplo	Exemplo em bastão	Exemplo em braille
metil-ciclopropano		
metil-ciclobutano		
1,2-di-metil-ciclopentano		
1,3,5-tri-metil-ciclohexano		

O composto ‘metil-ciclopropano’, no Sistema Braille, segue o esquema abaixo:

Esquema 01: Esquema do uso do SB na grafia química de cadeias fechadas ramificadas.

Número de vértices (3)

Número da posição (1)

Radical fixado (CH_3) no Nº da posição.

8.7.2. Estruturas Aromáticas, Anéis Aromáticos.

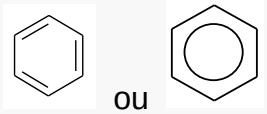
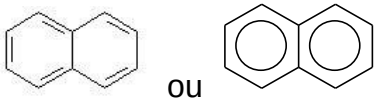
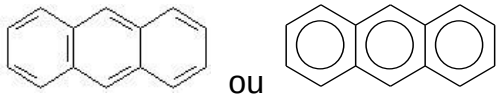
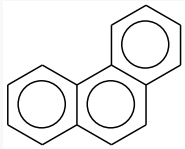
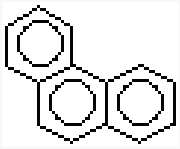
Segundo a GQB, a representação do anel aromático é feita pelos pontos 246-135 ⠷⠾, e para algumas notações de livros escolares e universitários o anel aromático é representado por este signo Ø.

Nos anéis condensados não lineares, a continuação deve ser indicada. Na dúvida prevalece o registro escrito em tinta (prevalece cópia fiel mais próxima). Esta indicação de posição é representada em:

a) posição do desvio superior em relação à estrutura linear, indicação pontos 16 ⠈⠇

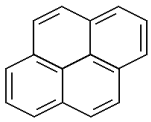
b) posição do desvio inferior em relação à estrutura linear, indicação pontos 34 ⠐⠹

Tabela 16: Anéis aromáticos no sistema braille.

Exemplo		Exemplo em bastão	Exemplo em braille
Benzeno		 ou	⠷⠾
Anéis condensados lineares	Naftaleno	 ou	⠷⠾⠷⠾
	Antraceno	 ou	⠷⠾⠷⠾⠷⠾
Anel condensado não linear	fenantrenos		⠷⠾⠷⠾⠈⠇⠷⠾
			⠷⠾⠈⠇⠷⠾⠷⠾

Observemos os exemplos dos compostos abaixo, considerando análise com espaçamento e sem espaçamento:

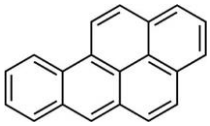
a) pireno



⠏⠊⠗⠑⠝⠕ ⠨⠕ ⠡ ⠨⠕ ⠌⠨⠕ ⠡⠨⠕ (separado)

⠨⠕⠡⠨⠕⠌⠨⠕⠡⠨⠕ (junto)

b) benzopireno



⠃⠑⠝⠵⠕⠏⠊⠗⠑⠝⠕ ⠨⠕⠨⠕ ⠡⠨⠕ ⠌⠨⠕ ⠡⠨⠕ (separado)

⠨⠕⠨⠕⠡⠨⠕⠌⠨⠕⠡⠨⠕ (junto)

8.7.2.1. Estruturas Aromáticas Ramificadas

Após os signos dos aromáticos, as ramificações são indicadas com uso de algarismo correspondente ao carbono numerado seguido da ramificação, esta numeração segue o exemplo da figura 36, no mesmo modelo como na escrita em tinta, fixando o número no vértice superior e girando no sentido horário, primando pela escrita em tinta.

Figura 37: Anel aromático enumerado para a representação de ramificações.

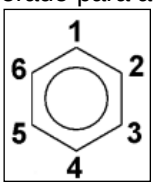
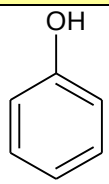
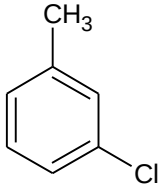
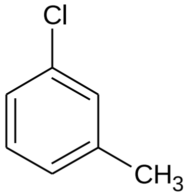
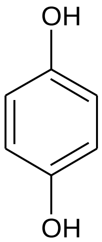


Tabela 17: Alguns exemplos de anéis aromáticos.

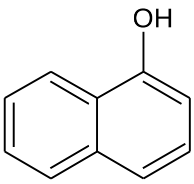
Exemplo	Exemplo em bastão	Exemplo em braille
Fenol		⠨⠕⠼⠁⠨⠕⠨⠕
3-clorobenzil ou		⠨⠕⠼⠁⠨⠉⠨⠕⠔⠼⠉⠨⠉⠇

meta-cloro-metil Benzeno		

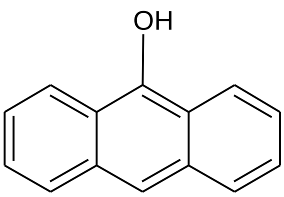
Observemos os exemplos dos compostos, análise com e sem espaçamentos:

a) para-di-hidroxi-benzeno 

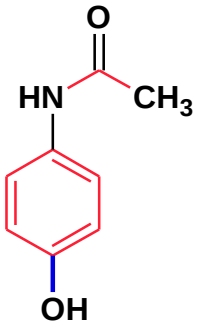
(separado) (junto)

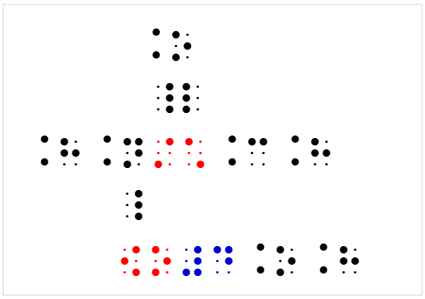
b) 1-hidroxinaftaleno 

(separado) (junto)

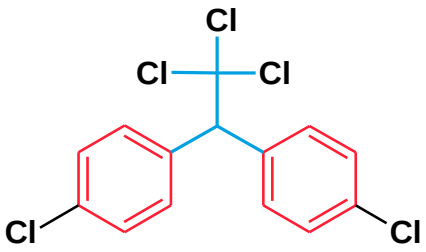
c) 9-hidroxiantraceno 

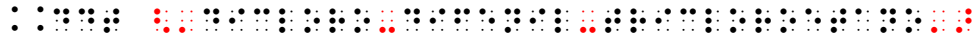
d) paracetamol (N - (4 - hidroxifenil) etanamina)





e) DDT (dicloro-difenil-tricloroetano)





A seguir, o esquema 02 (a) ilustra o DDT na GQB 3ª ed. (p.59), item “e”. Em (b) é ilustrado a translineação do DDT exatamente de acordo com a figura 37, que está no modelo estrutural em 3-D (modelo: bastão e esferas).

Esquema 02: (a) ilustração do DDT na GQB (2017) (b) sugestão de reorganização no SB para o DDT.

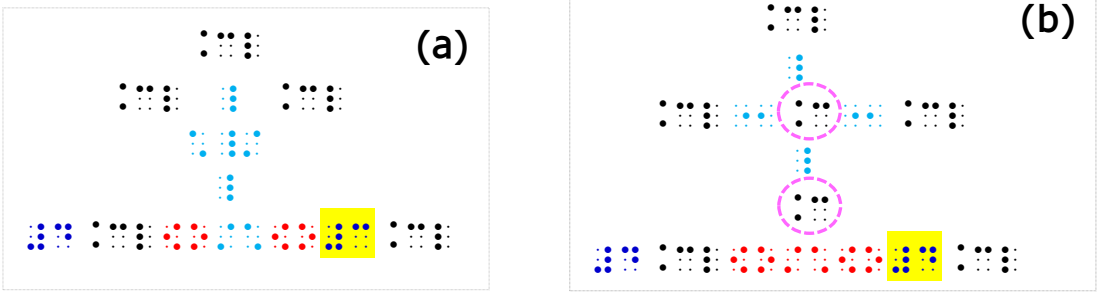
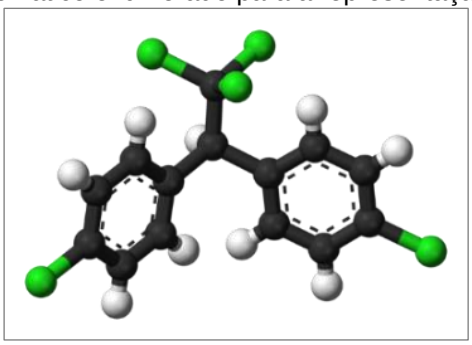


Figura 38: Anel aromático enumerado para a representação de ramificações.



Percebe-se que dois carbonos são ocultados em (a) e ilustrados em (b) [sinalizados em círculo rosa] e confirmado na escrita em 3-D. Além dessa pontuação, há uma outra a ser analisada, que é a numeração do DDT no segundo anel aromático. No esquema 02(a), exatamente na marcação amarelada, é lido o número 3 em braille, mas o correto é o esquema 02(b), onde é lido o número 4 em braille.

Segundo uma breve consulta on-line[22] pode-se verificar a informação dada pela nomenclatura IUPAC[23]: *4,4'–(2,2,2–trichloroethane–1,1–diyl)bis(chlorobenzene)*, ou seja, para os ambos anéis aromáticos existe o cloro na posição 4.

8.8 ESTRUTURAS TRIDIMENSIONAIS (3-D) DAS FÓRMULAS QUÍMICAS

São representações das ligações simples no modelo estrutural tridimensional, observe a tabela 18:

Tabela 18: (A) triângulo hachurado; (B) triângulo cheio.

Cunhas	Pontos braille	Signo braille
A	12456	⠹
B	1256	⠳

Esse modelo de identificação acima é conhecido como 'formato de cunha'. Na escrita comum utilizamos as figuras da tabela 18 com o formato triangular (triângulos isósceles), imagem (A) triângulo hachurado, imagem (B) triângulo cheio. Esses triângulos representam uma ligação simples, porém são necessários alguns cuidados:

a) No item (A) o formato de cunha tracejada indica que os ligantes estão atrás do plano do papel;

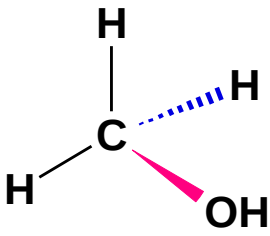
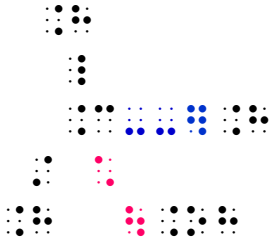
b) No item (B) o formato de cunha negrito indica que os ligantes estão na frente do plano do papel.

[22] **on-line**: http://www.quimica.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=1728&evento=5 (acessado em 05.11.2019);
[23] **IUPAC**: *International Union of Pure and Applied Chemistry* (União Internacional de Química Pura e Aplicada);

Para ambos, “o plano do papel” é a parte onde permanecem as estruturas principais dos compostos, o que permite ilustrar uma estrutura tridimensional em forma bidimensional. Pode se dizer que é um modelo representacional de signos gráficos ou digitais da composição espacial de uma estrutura química (ARAUJO NETO, 2012).

A seguir, na tabela 19, são exemplificadas algumas estruturas químicas com o formato cunha.

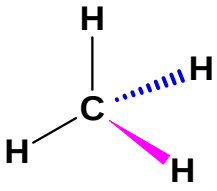
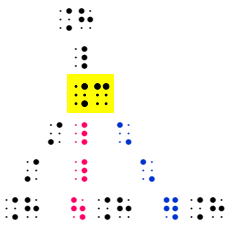
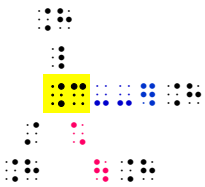
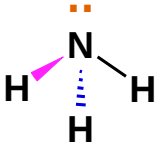
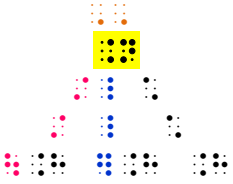
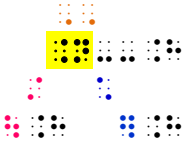
Tabela 19: Exemplos de estrutura espacial em tinta e em braille do metanol.

Exemplo	Estrutura espacial	Representação em braille
CH_3OH		

SUGESTÃO 02

Da atual GQB serão utilizados os mesmos exemplos. No entanto, podemos analisar as seguintes imagens e a proposta de representação no sistema braille, com o objetivo de facilitar o entendimento e a desenvoltura da escrita braille, já que esta é limitada pelo número de celas. A tabela 20 possui a imagem encontrada na página 61 da GQB 3ª edição.

Tabela 20: Exemplos de estrutura espacial, com sugestão 02.

Exemplos	Estrutura espacial	Representação em braille	SUGESTÃO 02
CH_4			
NH_3			

Percebam que na coluna ‘Representação em Braille’ as imagens sugerem três ligações para baixo após o elemento central (ilustrado com marca texto amarelo). Na coluna ‘SUGESTÃO’, proponho que uma das ligações continue na mesma linha do elemento central e que realize suas identificações químicas normalmente.

Dessa forma verifica-se uma economia de uma linha inteira de cela. Isso faz diferença em grandes volumes de escrita química. Consideramos as normas técnicas para nos orientar como proceder no final de uma paginação quando há sobras de uma linha de uma página para outra no Sistema Braille (é possível economizar uma folha de papel).

A norma GQB não traz nenhuma referência sobre essas colocações citadas na tabela 18. Esta singela colocação pode fazer diferença, pois já vimos que um texto braille é limitado por numeração de celas, diferentemente de um texto redigido com programas de computador, que pode alterar as fontes conforme necessário.

SUGESTÃO 03

Na GQB da 3ª edição lemos:

> 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.

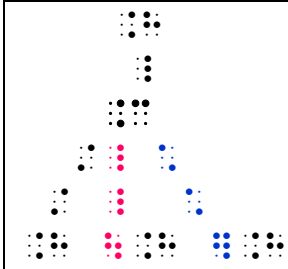
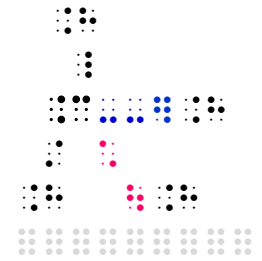
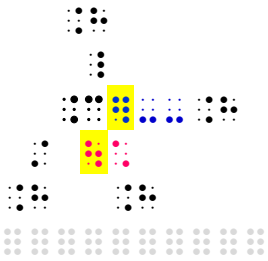
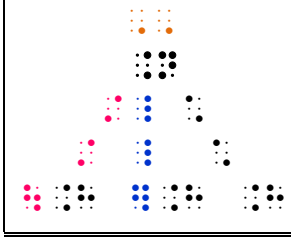
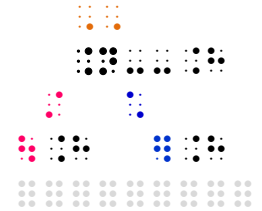
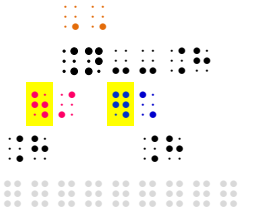
O texto aborda a identificação dos elementos químicos no plano espacial (3-D). No entanto, esta identificação da simbologia antecede o elemento químico, diferentemente da escrita em tinta. Na escrita em tinta os signos da cunha (os triângulos isósceles: o cheio e o hachurado) são as ligações químicas, que indicam a presença de alguma espécie de radical químico.

Assim, a terceira sugestão é utilizar estes signos ‘cunha’ [⠳ (1256); ⠿ (12456)] antepondo-se às ligações químicas, de modo que se aproximem do registro em tinta da química. Vejamos a tabela 21.

A escrita no sistema braille preserva a sugestão 2, com economia de caracteres / celas, consequentemente das linhas, das páginas e das folhas.

Na pesquisa bibliográfica o documento mais antigo encontrado sobre a abordagem das cunhas e da translineação é a GQB de Portugal 1993, texto de rápida abordagem, e leitura fatigante para a compreensão das colocações das “cunhas”.

Tabela 21: Exemplos de estrutura espacial, com sugestões 02 e 03.

Representação em braille GQB	SUGESTÃO 02	SUGESTÃO 03
		
		

Até o presente momento, o registro mais antigo sobre translineação de fórmulas químicas em 3-D é o registro em que aponta a presença de um signo braille antepondo-se o símbolo químico, no lugar de antepor-se a ligação, que deveria equiparar-se a escrita a tinta. O texto analisado não é esclarecedor, como podemos ver, ACAP (1993):

> (...) considerando-se que, a seguir ao segundo núcleo, há **bifurcação** para o terceiro e para o quarto núcleos.

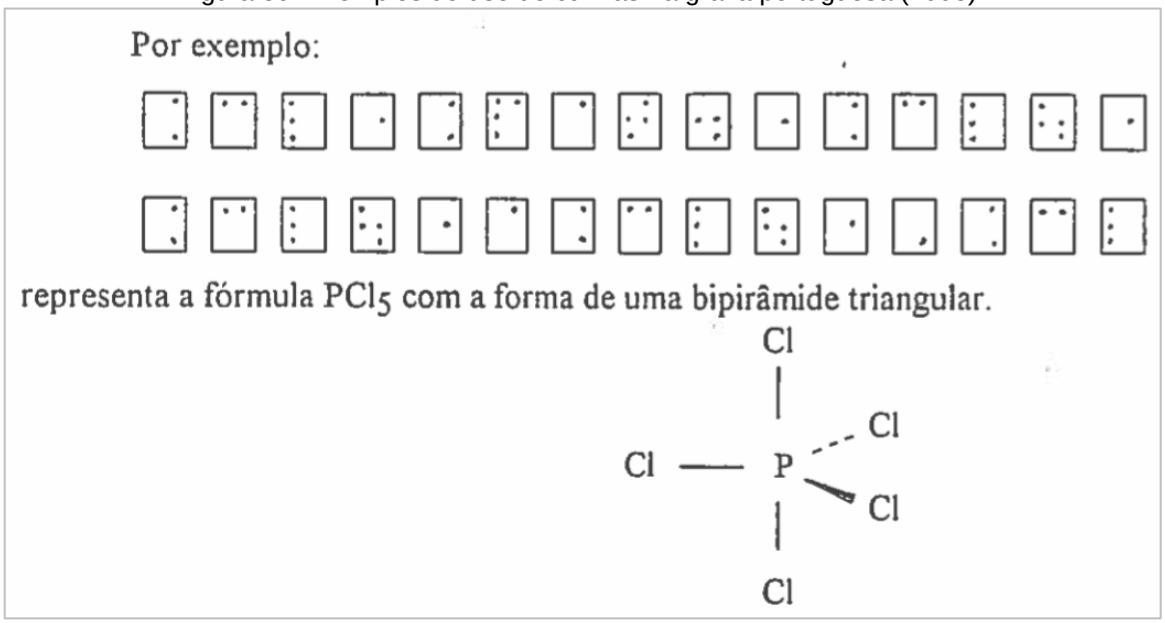
A palavra ‘bifurcação’ refere-se a ⠒ ou ⠔ .

Por isso, foi feita a SUGSTÃO 03, pois é na ligação química que indica o direcionamento, e assim compor geometricamente a estrutura da substância.

A figura 39 foi retirada da GQB portuguesa (1993).

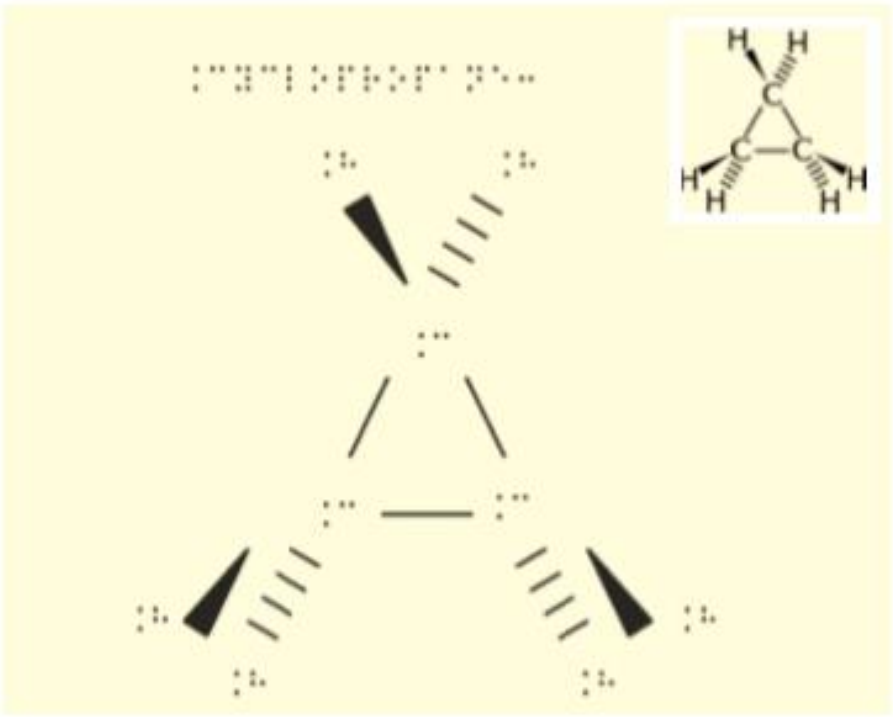
> Em braille estas noções traduzem-se colocando antes do símbolo do átomo o ponto 4 ou o ponto 6, conforme se queira indicar uma posição anterior ou posterior ao plano de referência.

Figura 39: Exemplos do uso de cunhas na grafia portuguesa (1993).



Essa expressão de ‘cunhas’ não é amparada na grafia espanhola e, curiosamente, na grafia francesa é chamado de ‘*utilisation du releief*’ (utilização de relevo, ou uso de realce), também chamado de ‘*utilisation du relief tactile*’ (uso de saliência tátil). É a técnica de ‘desenhar’ em alto relevo qualquer imagem que não seja da esfera do sistema braile, conforme figura 40.

Figura 40: Exemplos do uso de cunhas na grafia francesa.



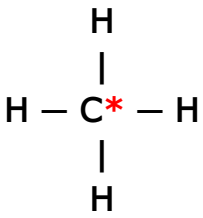
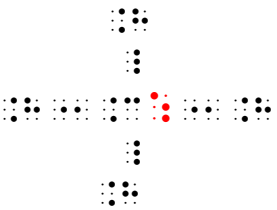
O recurso adotado para desenhar em alto revelo configurações diferentes do sistema braille é conhecido na educação especial e inclusiva como a técnica de Materiais Adaptados. Inclui-se o fato do produto grafotátil ser também um material adaptado (MA), usado em conjunto com o sistema braille, as letras ampliadas e outros recursos táteis. A matriz é feita e reproduzida em escala, favorecendo a disseminação do conteúdo didático.

8.8.1. Representação do Carbono Assimétrico

Na GQB narra sobre o símbolo ⠸ (156) é uma indicação para ilustrar algum significado diferente na estrutura, e este também é usado para apontar o carbono assimétrico em questão.

Veja a tabela 22 como este é ilustrado no metano o carbono em destaque.

Tabela 22: Exemplos de estrutura espacial com carbono assimétrico.

Estrutura espacial em tinta	Estrutura espacial em braille
	

Até aqui são analisadas e sugeridas simbologias compostas de braille na química. Não são as únicas questões a serem atualizadas ou inovadas na atual grafia química braille brasileira, , mas são já pontuadas considerações a serem levadas em questão para as comissões representativas.

9. METODOLOGIA

A metodologia teve como base duas pesquisas essenciais:

a) o conteúdo aplicado de química orgânica do ensino médio;

b) a grafia química braille na versão brasileira e em versões de outros países..

Em relação ao primeiro ponto, uma pesquisa bibliográfica foi realizada nos livros de química do ensino médio, com o apoio dos livros de graduação. Um resumo dos assuntos de interesse foi preparado como um texto contínuo e simples para a base do produto. Este resumo foi apresentado no item 9 deste trabalho e no grafotátil.

Nota-se, no produto, que os textos são muito breves e carregados de exemplos, propositalmente. Isso foi feito desta forma para o que o texto do GT não disputa com o conteúdo do livro adotado pela escola. O professor deve ser o protagonista no ensinar.

Em relação ao segundo ponto, a pesquisa em diferentes versões do braille se fez necessária para compensar carências da 3ª edição da GQB brasileira. Durante a compilação do material a ser transcrito as grafias braille portuguesa, espanhola, francesa e canadense foram fundamentais para sanar as lacunas que estavam aparecendo durante a transcrição do material do ensino médio. No entanto, poucas lacunas em aberto foram resolvidas. Isso mostra que a ausência de símbolos para determinados pontos específicos é um problema sério, que deve ser resolvido em novas versões para tornar a grafia braille o mais similar possível à escrita a tinta.

A portaria constituída pela CBB (2006) do art.3° inciso V aponta a necessidade de adaptá-la ou alterá-la:

> **V** - Avaliar permanentemente a Simbologia Braille adotada no País, atentando para a **necessidade de adaptá-la ou alterá-la**, face à evolução técnica e científica, procurando compatibilizar esta simbologia, sempre que for possível com as adotadas nos Países de língua portuguesa e espanhola.

Convergindo, está o documento de Normas Técnicas para a Produção de Textos em Braille, BRASIL (2018):

> A adaptação do texto, preferentemente, deve ser feita por profissional que domine a matéria em apreço, sob risco de serem alteradas ou omitidas informações essenciais ao conteúdo.

E também o documento Grafia Braille para a Língua Portuguesa, BRASIL (2018).

> As alterações e a adoção de novos símbolos basearam-se principalmente nos seguintes critérios:
> 1. Ajustar a grafia básica à nova realidade da representação braille.
> (...)
> 3. Adequar a escrita braille às modificações realizadas nas representações gráficas decorrentes do avanço científico e tecnológico e do emprego cada vez mais frequente da Informática.
> 4. Atender às recomendações da União Mundial de Cegos (UMC) e da UNESCO quanto à unificação das grafias por grupos linguísticos.
> (...)
> 6. Ajustar a grafia básica, considerando o Código Matemático Unificado (CMU), adotado no Brasil desde 2003 em conformidade com a Grafia Braille para a Língua Portuguesa instituída pela portaria ministerial 2.678 de 24/09/2002.
> 7. Garantir a qualidade da transcrição de textos para o Sistema Braille, especialmente dos livros didáticos.

As três demonstrações alicerçam as etapas de metodologias propostas e sugeridas nas simbologias no sistema em braille, em especial a necessidade de adaptações ou alterações.

Todos os exemplos narrados no item 9, expostos no grafotátil, foram escolhidos para desenvolver a transcrição em: (a) fórmula molecular, (b) fórmula plana ou fórmula tridimensional, (c) em alguns exemplos com fórmulas bastão, algumas cadeias fechadas não apresentam a fórmula linear / condensada.

Apenas para reafirmar que figuras audiodescritas de química exigirá do alunado o conhecimento prévio da organização espacial das moléculas, e também do professor-audiodescritor[24] que trabalha com a educação especial e Inclusiva na escola.

É notório que esse é um trabalho que será construído continuamente, amadurecendo a transcrição e adaptação no sistema braille, com futuras participações e colaborações, com melhor coerência e bom senso. Os mesmos exemplos podem ser trabalhados com: (d) fórmulas bastão para todos os exemplos, (e) fórmula gerais, (f) fórmulas condensadas, (g) outras modalidades de representação.

[24] Professor(a)-Audiodescritor(a) termo usado por SANCHEZ-PEREIRA (2020) para informar que o professor é também um audiodescritor.

O objetivo principal foi concluído (digitalmente) com a produção do grafotátil, um instrumento para os deficientes visuais de baixa visão e cegueira, uma ferramenta de auxílio ao professor. É desejável que o produto venha, de fato, atender ao que se espera como objetivos específicos: (a) viabilizar a inclusão escolar, (b) reforçar a importância das estruturas químicas, em especial 3-D e suas especificidades; (c) amparar os professores com uma ferramenta de constante uso.

Com o passar do tempo na elaboração e confecção, novos objetivos tornaram-se importantes, quais sejam: (d) propor novas sugestões, incluindo um novo símbolo de cela composta, ligação dupla e dativa simultaneamente; (e) sugerir a releitura do signo 'cunha' antepondo-se à ligação e não ao símbolo químico; (f) uso da lateralidade das fórmulas; (g) provocações de debate sobre cadeias fechadas; (h) sugestão de simplificação das translineações no SB.

A confecção digital do produto mostrou ser uma tarefa árdua, desafiadora e, em alguns pontos, complexa e extremamente proveitosa. O grafotátil, como já visto, é um material que na mesma página apresenta o texto em tinta e em braille. Logo, os arquivos devem casar em suas medidas. São quase 120 páginas no arquivo *grafotátil-BV* e o arquivo *grafotátil-cg*, apresentadas em 3 volumes.

Para a confecção do grafotátil, foram utilizados os seguintes *softwares*:

a) Word: usando a configuração do tamanho da folha como personalizada 11" x 11" (polegadas).

b) Braille Fácil: com a configuração de 28 linhas X 34 caracteres. Com o domínio do sistema braille, o uso do braille fácil é muito confortável, com visualização em braille e em tinta. Todos os cursos de licenciatura deveriam oferecer na sua grade a possibilidade de ensinar o manuseio desse software.

c) Fonte – APHont: segundo SILVA (2017) uma letra feita para as pessoas de baixa visão.

d) ChemSketch: um programa para elaborar fórmulas químicas. Possui ótimos recursos, porém o usuário deve pratica o seu uso periodicamente. Através deste foram redigidas a maioria das fórmulas químicas: configurações 2-D e 3-D, bastão, estruturas condensadas. Recomendo muito o seu uso.

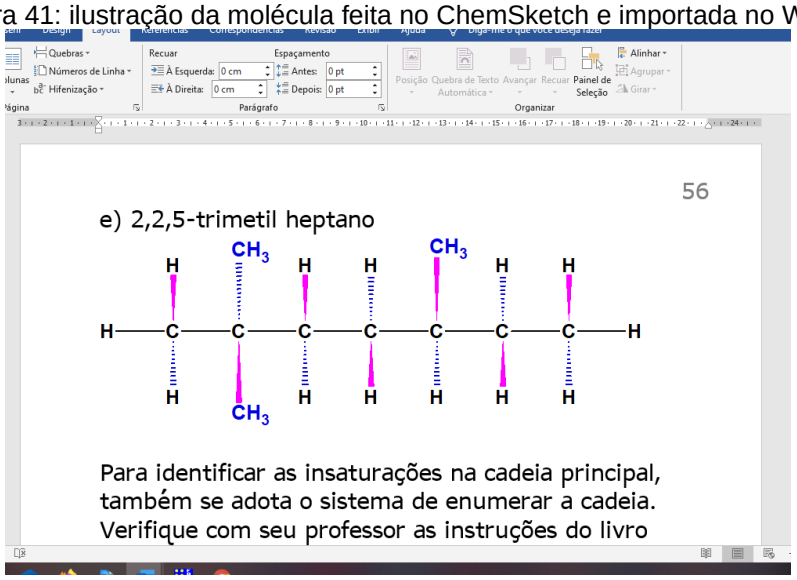
e) Monet: não foi usado nesse trabalho, porém é muito recomendado para a execução de materiais adaptáveis e auxilio no Braille Fácil. Proporciona muitas texturizações de figuras.

A não utilização do *Monet* foi proposital, de forma a explorar ao máximo o sistema braille, no universo da química. Buscamos símbolos, sugerimos signos e não utilizamos o Monet para suprir as lacunas da grafia química braille.

O passo a passo seguinte é descrito a seguir.

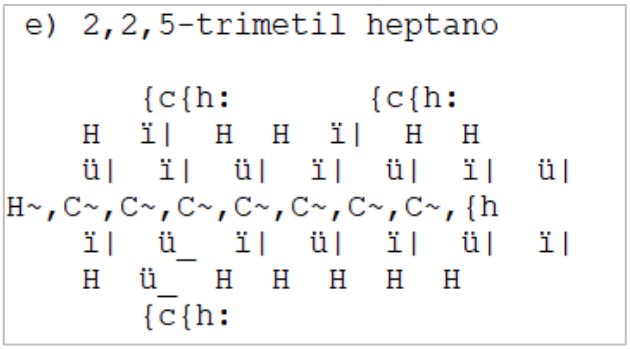
1º) Personalizar o tamanho do papel no Word, 11” x 11”, seguido do uso da fonte APHont, tamanho 24. Uso de textos simples e importação das figuras químicas do ChemSketch com cores, respeitando ao máximo o contraste para os usuários de baixa visão. Nomear o arquivo de grafotátil-BV, vide figura 41:

Figura 41: ilustração da molécula feita no ChemSketch e importada no Word.



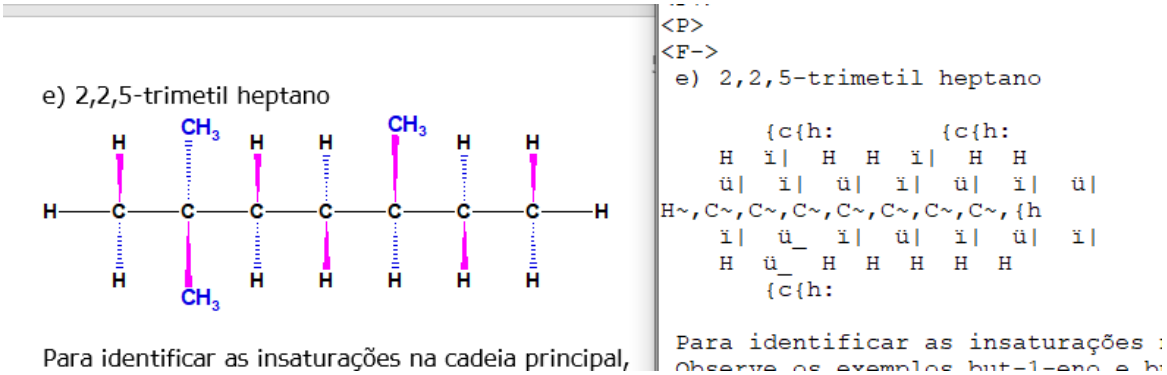
2º) Duplicar o conteúdo no Braille Fácil, com arquivo grafotátil-cg vide figura 42:

Figura 42: ilustração da molécula feita no Braille Fácil.



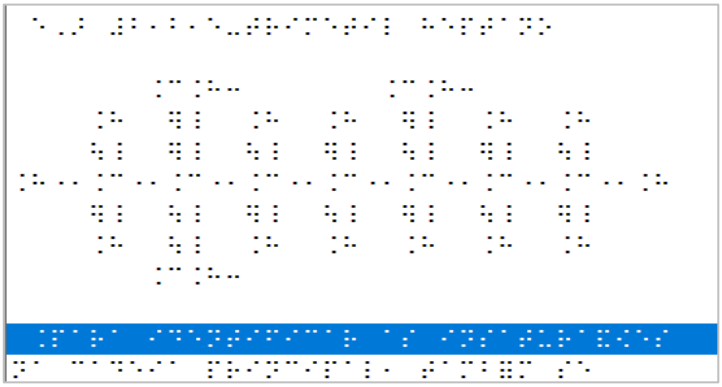
3º) Casar as páginas do arquivo do Word com o do Braille Fácil, duplicando o texto, só que no Braille Fácil a digitação é em braille. Cada página de um programa é a duplicata em outro.

Figura 43: ilustração da molécula comparando no Word e no Braille Fácil.



4º) Verificar no Braille Fácil, na Visualização, como aparecerá no papel, com braille negro[25].

Figura 44: ilustração da molécula na visualização em papel.



5º) Zelar pelos cuidados e finalizar. A ideia original de elaboração já foi concluída, inspirando novas etapas de validação.

O produto não foi avaliado por um revisor habilitado, não foi fisicamente confeccionado, e ainda não foi testado entre alunos e pessoas já formadas com deficiências visuais. Essas ideias fazem parte de futuras etapas.

[25] **Braille negro**: é a forma de visualizar em tinta os pontos da cela, podendo imprimir como um arquivo comum em impressoras tradicionais, não são em alto relevo.

6º) Para a impressão: são duas etapas, deve-se usar um papel de gramatura entre 120 – 180 g/m^2. Primeiro a impressão à tinta é realizada. Segue-se a impressão em braille. Ou com a reprodução do texto em braille no *thermoform* transparente, nesse caso, as duas páginas devem ser unidas em uma só. A encadernação deve ser feita, preferencialmente, em espiral.

10. O PRODUTO

A oferta do produto foi sugerida e aceita imediatamente. É um produto que serve para o cego, pois é uma ferramenta que já vem transcrita no Sistema Braille, bem como para o baixa visão, já que vem com letras ampliadas e com os ajustes de cores necessários, com as informações da disciplina a ser apresentada, o grafotátil.

Nesta unidade estão registradas as pesquisas bibliográficas para a aplicação do produto do material grafotátil, considerando as estruturas químicas orgânicas. A dinâmica vivida pelo produto também é destacada.

Para compor[26] o produto foram utilizados alguns livros utilizados no ensino médio com o conteúdo da química orgânica:

a) Ser Protagonista BOX Química, vol. único parte III – livro do professor. Editora SM, organizadora edições LISBOA *et al*., 2011;
b) Química Conecte, vol. único – livro do professor. Editora Saraiva. Usberco e salvador, São Paulo / SP, 2014;
c) Química, vol. 3, editora Ática. Martha Reis, São Paulo / SP, 2013;
d) Química na abordagem do cotidiano, vol. 3. Editora Saraiva. Eduardo Leite do CANTO, 1ª edição São Paulo / SP, 2016;
e) Química – cotidiano e transformações, vol. 3. Editora FTD, Dalton Sebastião Franco. São Paulo / SP, 2016.

Além dos livros escolares foram consultados os seguintes livros universitários:

i. Química Orgânica, vol. 1, 8ª edição. Editora LTC, Solomons & Fryhle, Rio de Janeiro / RJ, 2005;
ii. Química Orgânica, vol. 1, 8ª edição. Editora LTC, Solomons & Fryhle, Rio de Janeiro / RJ, 2005; PDF
iii. Química Orgânica, 2ª edição, Editora LTC. Allinger *et al*. Rio de Janeiro / RJ, 1976;
iv. Guia IUPAC para a nomenclatura de compostos orgânicos, tradução portuguesa RAUTER *et. al*, original do inglês PANICO *et al.*, reimpressão 2010, editora LIDEL. Lisboa – Portugal.

E para compor a pesquisa bibliográfica escolar, um livro eletrônico:

A. COC Educação – acessado em 02.02.2019: https://interna.coceducacao.com.br/ebook/pages/1875.htm

[26] Para compor: primeiramente usei os livros que tinha em mãos, de forma física.Com o progresso do trabalho fui colhendo outros materiais atuais e digitais.

É importante pontuar que este trabalho não aborda a discussão e as nuances sobre a educação, contextualizações, PNLD[27], e nem outros tantos tópicos que merecem tais aprofundamentos. No entanto, todos eles serão, de alguma forma, transcritos para o Braille, a pedido do professor regente. Nosso foco está nos parâmetros técnicos do sistema braille e em suas adaptações. Entre as discussões conteudistas, ou não, conservadoras, ou não, os transcritores farão apenas o que é sinalizado a produzir. E como produzir? Os exemplos aqui, bem detalhados, são fundamentais para isso pois informam as suas particularidades em graus de dificuldade no uso do braille.

O material desta dissertação foi colhido dos livros de química utilizados no ensino médio. Eles serviram como base para as aplicações no sistema braille. Independentemente do ano de sua publicação, os materiais fornecem modelos estruturais lineares, bidimensionais e tridimensionais.

Cada edição, editora e autor, como também o ano de publicação, oferece um volume de escolhas e uma variedade de leituras. Os livros mais atuais apresentam imagens de modelos moleculares para firmar explicações das estruturas. O mais importante aqui é migrar da escrita a tinta para os signos Bbaille, de forma mais natural possível.

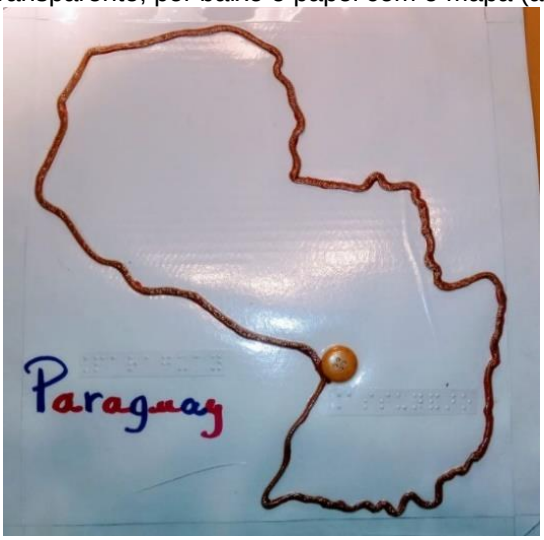
10.1. MATERIAL GRAFOTÁTIL, UM INSTRUMENTO ACESSÍVEL

O recurso grafotátil é um material especializado no qual o recurso de impressão em papel com letras ampliadas é utilizado, simultaneamente com a escrita do sistema em braille. Uma película de PVC[28] é sobreposta à folha impressa. Esse modelo de material atende como material ampliado para os Baixa Visão, e como material texturizado com o braille para os Cegos. O material grafotátil é uma tecnologia assistiva.

Este material pode ser definido como adaptado especializado com função dupla aos deficientes visuais: letras ampliadas e bons contrastes para os Baixa Visão; texturizado e com braille para os Cegos .

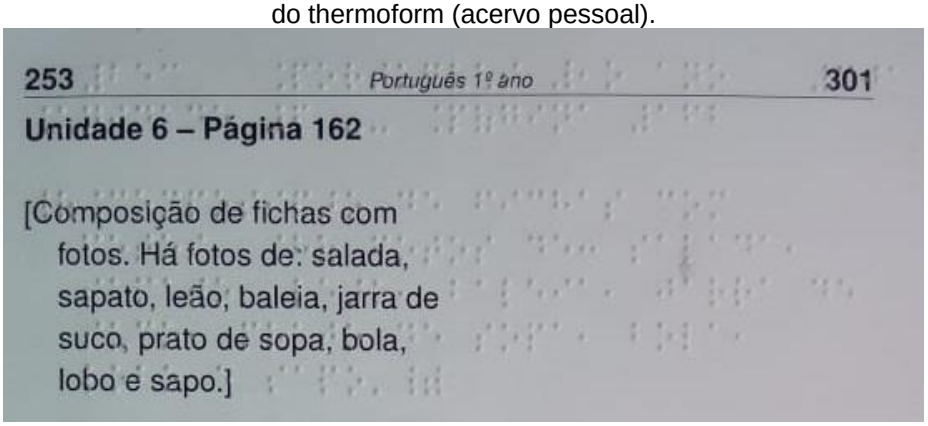
[27] **PNLD**: Programa Nacional do Livro e do Material Didático, programa do MEC (Ministério da Educação) junto ao FNDE (Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação);
[28] **PVC**: policloreto de vinila.

Figura 45: Imagem de um mapa, do Paraguay[29], no material grafotátil, por cima o uso do thermoform como película transparente, por baixo o papel com o mapa (acervo pessoal).



O IBC oferece materiais confeccionados em películas transparentes de PVC. No entanto, já tive acesso a um material de papel que possui a grafia em tinta ampliada e também o sistema braille.

Figura 46: Imagem de do livro: Crescer de Português, confeccionado no material grafotátil sem o uso do thermoform (acervo pessoal).


253 Português 1º ano 301

Unidade 6 – Página 162

[Composição de fichas com fotos. Há fotos de: salada, sapato, leão, baleia, jarra de suco, prato de sopa, bola, lobo e sapo.]

Para a confecção da película de PVC, uma máquina conhecida como *Therm-form* é utilizada. Seu uso proporciona grandes vantagens. Usando uma matriz como modelo, possui uma replicagem considerável, fácil manuseio, películas duráveis, baixo custo, fidelidade aos pontos em braille nos textos e texturas diferenciadas em altos-relevos. A matriz deve ser revisada e analisada pelo revisor antes da confecção.

[29] **Paraguay**: uso da letra ‘y’ no final do nome é a escrita espanhola, em português usa-se o final ‘i’. Paraguai.

Segundo os estudos de SILVA (2017), são necessários alguns cuidados especiais para a realização do grafotátil.

Para a elaboração do produto a diagramação usada é de 28 linhas por 34 colunas (ou caracteres), no tamanho de 11 por 11 polegadas [11'' x 11'']. Os materiais consultados manualmente apresentam, em geral, esses parâmetros. Entretanto já é conhecido um material de tamanho 12'' x 11'', com máximo de 28 linhas e 40 caracteres. O modelo da impressora é importante para algumas configurações e para a impressão em braille. O site StudioBraille.com.br descreve:

> A impressão desses livros é feita em papel com gramatura entre 120 e 180 g, no formato máximo 28×31 cm (em braille: 40 caracteres por 28 linhas). Isso porque há adaptações que precisam de muito espaço, como tabelas, equações químicas, gráficos, entre outros)

As informações de diagramação devem ser informadas na folha de rosto do produto. Outra informação é que o material está sendo elaborado para impressão de apenas uma fase, ou seja, sem uso de interponto (quando é impresso em braille frente e verso).

10.1.1. Adaptação háptica para os deficientes visuais – cegos.

A sua confecção compõe os seguintes pontos:

a) Tamanho: o ideal é ter uma dimensão capaz de ser manipulada, nada muito grande que possa perder as dimensões do objeto de estudo, e nada muito pequeno que dificulte a percepção tátil.

b) Significado tátil: deve ser perceptível e apresentar o alto-relevo em texturas diferentes, evitando o uso de lixas (para não comprometer a sensibilidade nas pontas dos dedos). Aproveitando os tipos de contrastes, fino e grosso, liso e áspero, como itens que possam representar algo, por exemplo, botões com formatos diferentes.

c) Aceitação e Segurança: a aceitação do produto é função dos detalhes de confecção e acabamentos feitos com prudência, evitando machucados e até cortes na manipulação dos usuários.

d) Fidelidade ao modelo original: a manutenção da ideia proveniente do modelo original deve ser respeitada ao máximo. Figuras na vertical permanecem na vertical, como também nas horizontais, diagonais, etc. O deficiente visual tem sua cognição preservada, exceto na ocorrência da deficiência múltipla vinculada ao distúrbio neurológico, que, nesses casos, possui o olhar mais diferenciado ainda.

e) Resistência: pensar na durabilidade e evitar materiais frágeis e perecíveis, pois os alunos farão manuseio constante do mesmo.

f) Detalhes meramente ilustrativos devem ser eliminados. “Enfeites visuais” devem ser eliminados do material sempre que não ajudarem no entendimento do conteúdo do texto/imagem.

g) Revisão do material por usuário cego: é uma pessoa que conhece as normas e as técnicas tanto quanto um transcritor. Ele irá revisar os produtos dentro das conformidades e apontar o que deve ser modificado quando for o caso. O revisor também analisa a aplicabilidade e o grau de dificuldade dependendo da faixa etária do alunado.

Por determinação legal, o revisor é uma pessoa com deficiência visual (cego ou baixa visão), conforme BRASIL (2018).

h) Presença de legendas em caso de diferentes texturas utilizadas: da mesma forma que em tinta há legendas, em adaptações essas devem ocorrer com a mesma proporção, seguindo o modelo original. Segundo SILVA (2017) há uma preferência de legendas texturizadas acima das imagens. Isso facilita o retorno para a releitura e pode significar uma padronização.

10.1.2. Adaptação para os deficientes visuais – baixa visão.

A sua confecção compõe os seguintes pontos:

a) Contrastes: respeitar os contrastes de cores fortes, geralmente preto de fundo branco, azul escuro de fundo amarelo. São combinações confortáveis para os baixa-visão e até para os videntes.

b) Fonte especializada: é essencial a fonte ampliada, um tamanho adequado que atenda ao alunado. Caso seja necessário um tamanho superior à fonte número 28 é

recomendado uma instrução no sistema braille. O tipo da fonte também deve oferecer conforto na leitura dos signos, uso preferencial da APHont, uma letra especialmente feita por *American Printing House for the blind (APH)*[30] para os leitores baixa visão.

As imagens e exemplos das fórmulas químicas em tintas, neste trabalho, estão já estilizadas na fonte APHont.

c) Impressões ampliadas: suas adaptações são focadas para melhor percepção visual do alunado, com o uso de contrastes e detalhes mais nítidos.

d) Material didático: cadernos pautados com linhas espaçadas e reforçadas; lápis e canetas de tons fortes.

10.1.3. Tecnologia Assistiva (TA)

Segundo BERSCH (2017), a Tecnologia Assistiva é um termo ainda novo, utilizado para identificar todo o arsenal de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e, consequentemente, promover vida independente e a realização da inclusão e acessibilidade(s). Essa está vinculada diretamente na promoção de qualidade de vida. É um instrumento de entendimento para as pessoas com deficiência, em especial os deficientes visuais, os autistas, os disléxicos e até os idosos.

Oficialmente, pelo Comitê de Ajudas Técnicas – CAT, temos seguinte definição oficial:

> "Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social". (BRASIL - SDHPR. – Comitê de Ajudas Técnicas – ATA VII).

O CAT é um grupo organizado em padronizar e validar diversos recursos que venham a garantir uma melhor qualidade de vida, acesso às diversidades e conforto no que específico em cada natureza em especial, respeitando a dignidade humana de

[30] **APH**: Organização não fundamental, fundada em 1858, cujo objetivo é criar produtos/materiais voltados à educação e independência de pessoas com deficiência visual. SILVA (2017).

cada usuário e assim validando a importância de seus serviços. Dentro desse universo existe uma classificação de categorias, e para a AD o melhor que se encaixa é: *Auxílio para ampliação da função visual e recursos que traduzem conteúdos visuais em áudio ou informação tátil*.

Também nos estudo de SILVA (2017), dentro da esfera das TAs, existem duas classificações básicas:

a) Recursos: é o material / ferramenta com função de auxiliar a pessoa com deficiência. Este pode ser adquirido comercialmente ou personalizado, por exemplo, a reglete e o punção.

b) Serviços: são profissionais que auxiliam na melhor condição humana do indivíduo, muitas vezes utilizando ferramentas. Como exemplo temos um professor de braille ensinando o uso da reglete e o punção para o letramento no sistema braille.

10.2. A QUÍMICA E O BRAILLE

De acordo com os referenciais teóricos, serão aplicados no Sistema Braille as Normas Técnicas para o desenvolvimento do produto, o material grafotátil de Química Orgânica. Para a elaboração desse projeto consideramos:

- ✓ Grafia Braille para a Língua Portuguesa;
- ✓ Normas Técnicas para a Produção de Texto em Braille;
- ✓ Código Matemático Unificado para Língua Portuguesa – CMU;
- ✓ Grafia Braille para Informática;
- ✓ Estenografia Braille para a Língua Portuguesa;
- ✓ Grafia Química Braille (GQB) para uso no Brasil.

Assim como esperado rege uma padronização abraçando a unificação dos conceitos para as língua portuguesa e espanhola. Para corroborar com essa importância estão sendo consultados:

- ✓ GQB espanhola da ONCE – Documento Técnico B6-1;
- ✓ GQB espanhola da ONCE – Documento Técnico B6-2;
- ✓ GQB portuguesa ACAP (Associação dos Cegos e Amblíopes de Portugal – 1993);

Para melhor alicerçar as simbologias químicas também foram pesquisadas:

- ✓ GQB francesa CEBF (Comissão Francesa de Evolução do Braille – 2008);
- ✓ GQB canadense CBSQ (Comissão de Braille de Québec – 2014);

Após a elaboração física do produto é recomendável aplicar as revisões, conforme as Normas, preferencialmente em conjunto com um revisor capacitado. É importante também aplicar testes para verificar a eficácia entre os alunos do ensino médio e alguns voluntários já formados.

De acordo com o traçado do Mapa Conceitual, podemos mirar a configuração de interação do Sistema Braille com as normas técnicas de escrita em braille, no qual são aplicados nos signos da linguagem química.

Para a realização do conteúdo no grafotátil, foram utilizados textos breves sobre a química orgânica, tendo como base a seguinte literatura de consulta e pesquisa:

Livros físicos escolares:

- ✓ Ser Protagonista BOX Química, vol. único parte III – livro do professor. Editora SM, organizadora edições LISBOA *et al*., 2011;
- ✓ Química Conecte, vol. único – livro do professor. Editora Saraiva. Usberco e salvador, São Paulo / SP, 2014;
- ✓ Química, vol. 3, editora Ática. Martha Reis, São Paulo / SP, 2013;
- ✓ Química na abordagem do cotidiano, vol. 3. Editora Saraiva. Eduardo Leite do CANTO, 1ª edição São Paulo / SP, 2016;
- ✓ Química – cotidiano e transformações, vol. 3. Editora FTD, Dalton Sebastião Franco. São Paulo / SP, 2016;

Além dos livros escolares foram consultados os seguintes livros universitários:

- ✓ Química Orgânica, vol. 1, 8ª edição. Editora LTC, Solomons & Fryhle, Rio de Janeiro / RJ, 2005;
- ✓ Química Orgânica, vol. 1, 8ª edição. Editora LTC, Solomons & Fryhle, Rio de Janeiro / RJ, 2005; PDF

- ✓ Química Orgânica, 2ª edição, Editora LTC. Allinger *et al*. Rio de Janeiro / RJ, 1976;
- ✓ Guia IUPAC para a nomenclatura de compostos orgânicos, tradução portuguesa RAUTER *et. al*, original do inglês PANICO *et al.*, reimpressão 2010, editora LIDEL. Lisboa – Portugal.

E para compor a pesquisa bibliográfica escolar, um livro eletrônico:

- ✓ Coc Educação < https://interna.coceducacao.com.br/ebook/pages/1875.htm >

Uma compilação desse material foi feita com a redação de um texto breve, para ser usado pelo professor regente em conjunto com um professor auxiliar. Neste, as fórmulas orgânicas habitualmente trabalhadas na disciplina são ilustradas.

Inicia-se com cuidado o estudo das estruturas, pois não são lineares mas sim estruturas planas e tridimensionais. No grafotátil esses pontos são cuidadosamente expostos em três volumes, pois não é recomendável que suas medidas ultrapassem um livro de tamanho A4.

Para a preservação do grafotátil é aconselhável o uso de uma pasta maleta, de plástico, preferencialmente no modelo multionda. De plástico por ser impermeável para dias de chuvas, multionda pois inibe um pouco prováveis danos que podem prejudicar as saliências do braille. Dentro da pasta deve haver um espaço considerável para a preservação do material nos translados.

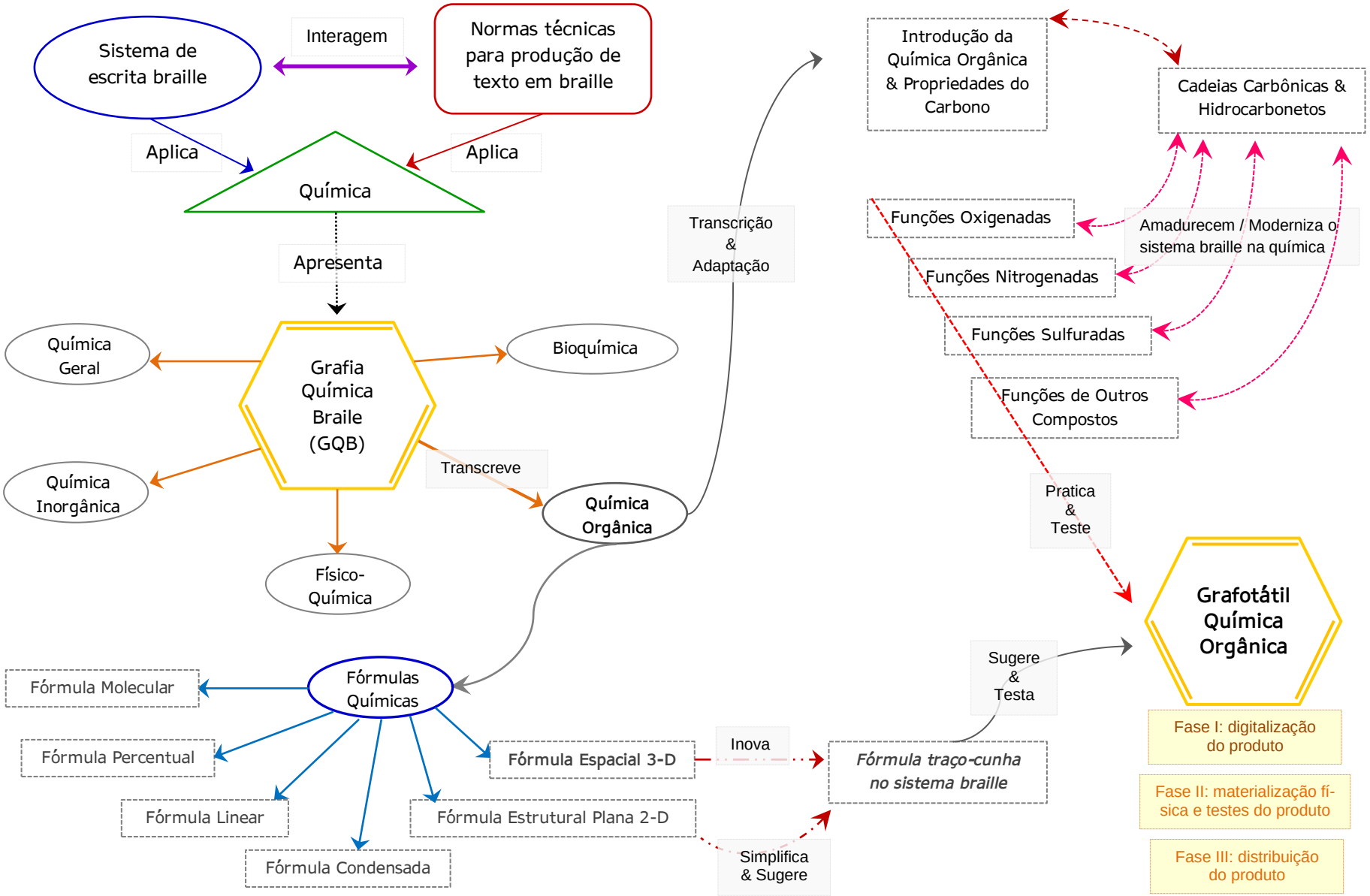
10.2.1. O Mapa Conceitual da GQB

É comumente esboçado em estruturas gráficas e representa um esquema para a organização de reflexões, conhecimentos, notas e conceitos sobre um determinado assunto. O mesmo tece ligações entre assuntos distintos para conceituar uma trama. As relações de temas distintos devem ter identificação num contexto em geral.

O mapa conceitual apresentado neste trabalho engloba um olhar cuidadoso e respeitoso das atuais normas, que foram estruturadas por pessoas que vivenciam o Sistema Braille e que pontuam com alto grau de importância as suas observações. Por ser uma profissional que deseja contribuir na educação especial / inclusiva, observo com simpatia as colocações das normas para melhor eficácia dos materiais transcritos e adaptados. Guardo em particular o anseio de poder realizar esse feito.

Desenvolvi o mapa conceitual de acordo com as minhas observações, respeitando as atuais normas, para gerar um produto de qualidade, que facilite o aprendizado da Química em braille.

Mapa Conceitual (esquema 03)



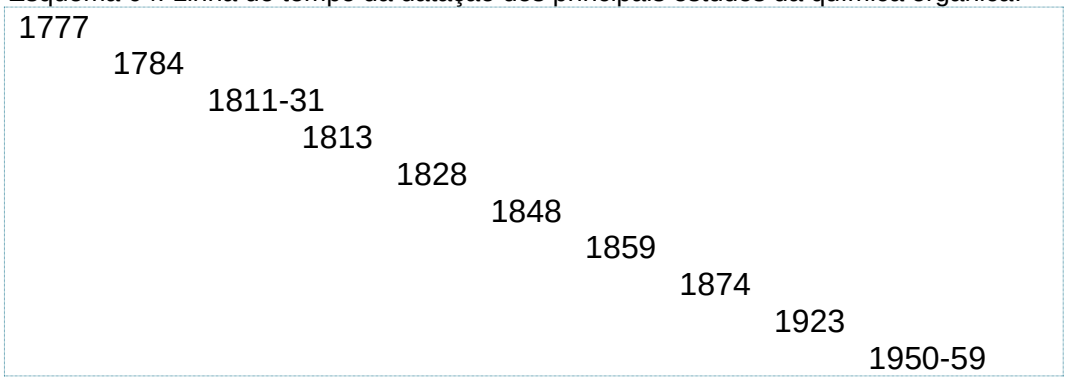
10.2.2. A Química Orgânica: e o seu breve histórico.

O seguinte estudo bibliográfico foi realizado com o intuito de fornecer as informações aos estudantes de uma linha temporal da história da química orgânica e uma base de conceitos que possam contribuir ao entendimento conteudista da disciplina.

O professor e o estudante terão a estrutura temporal dos estudos da química orgânica e um conjunto de exemplos moleculares, os mais usuais, expressos no material. O material é preparado pensando em preservar a autonomia do professor.

Observemos a seguinte linha temporal, com o resumo de estudos da Química Orgânica (esquema 04), e a parte histórica, no grafotátil:

Esquema 04: Linha do tempo da datação dos principais estudos da química orgânica.



AD: Esquema da linha do tempo, em degraus, em declive, com os anos já ilustrados.

Posto isso, finalizamos com um breve resumo histórico da química orgânica e parte de seus conceitos, como se apresentam na história química delineados através dos principais pesquisadores, os seus avanços científicos e as suas colaborações.

10.3. O CARBONO E ALGUMAS CARACTERÍSTICAS

É importante utilizar a GQB, como feito até então. Assim, além de padronizar e unificar o sistema entre países, realiza-se o mesmo num país de tamanho continental, e prima-se pelo foco do fazer entender o conteúdo do estudo químico para o aluno do ensino médio. No produto os textos são curtos, favorecendo a exploração dos arranjos estruturais moleculares.

10.4. FÓRMULAS DE REPRESENTAÇÕES QUÍMICAS

Este trabalho não irá abraçar estruturas com as notações de fórmula de Lewis. Este trabalho envolve as seguintes fórmulas estruturais:

- ✓ Fórmula Molecular, indicando o número de átomos de cada elemento da estrutura;
- ✓ Fórmula Bastão, representações com linhas no formato “zig-zag”, ocultando os carbonos e hidrogênios, agilizando e economizando espaço na escrita química;
- ✓ Fórmula Condensada é o modelo usado em manter as características do composto de forma linear;
- ✓ Fórmula Estrutural Plana (2-D) é a forma mais aberta possível no contexto bidimensional;
- ✓ Fórmula Estrutural Tridimensional (3-D), adotando o uso da escrita cunha ilustrando a disposição espacial das posições dos átomos do composto.

10.4.1. Fórmula Estrutural Plana (2-D)

Conforme se ensina a química orgânica em sala de aula, resgata-se, intuitivamente, conceitos já vistos como ligações químicas e as valências dos elementos químicos. Com isso, naturalmente, configuram-se as fórmulas estruturais planas das cadeias orgânicas. Aqui foram pinçados alguns trechos da literatura química escolar, para a reflexão das estruturas planas.

De acordo com LISBOA *et. al*. (2016).

> Todas as ligações da molécula são mostradas no plano. Os átomos de hidrogênio podem ser apresentados de maneira explícita ou deixados em ocultos.

No trecho de PERUZZO e CANTO (2012):

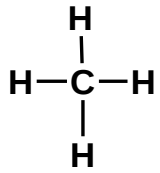
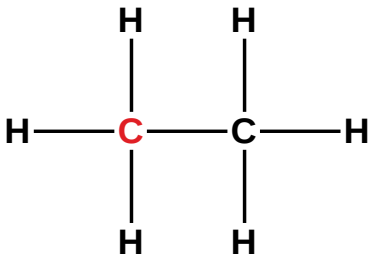
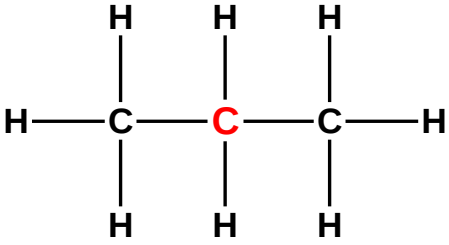
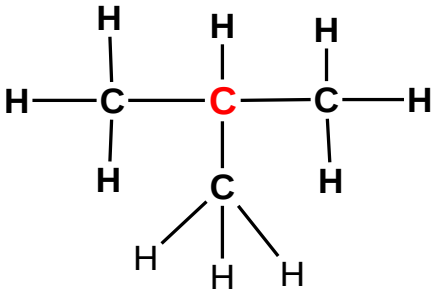
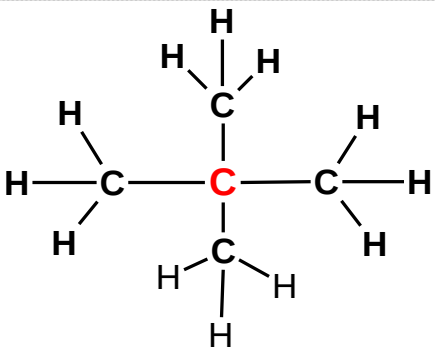
> Cadeia carbônica é a estrutura formada por todos os átomos de carbono de uma molécula orgânica e também pelos hetero-átomos que estejam posicionados entre esses carbonos.

Na passagem de FARIAS (2019):

> Fórmula estrutural plana é a representação molecular em que não nos preocupamos em mostrar os ângulos que os orbitais fazem entre si.

A tabela 23 apresenta ilustrações em fórmula estrutural plana e alguns exemplos de compostos orgânicos no grafotátil. Em conjunto vem as observações das classificações do carbonos.

Tabela 23: Exemplos de fórmulas planas de carbonos e as suas classificações.

Exemplos	Classificação dos carbonos
	Carbono Metílico [31]
	Carbono Primário [C*]
	Carbono Secundário [C*]
	Carbono Terciário [C*]
	Carbono Quaternário [C*]

[31] **Carbono Metílico**: quando o carbono não está ligado a nenhum outro carbono na cadeia orgânica, segundo FARIAS.

10.4.2. Fórmulas Tridimensionais (3-D)

Diferentemente da fácil fluidez das fórmulas estruturais planas desenvolvidas em sala de aula, as fórmulas tridimensionais apresentam uma barreira de aprendizagem mais densa, pois exige conceitos de geometria espacial. A observação geométrica dos compostos químicos é difícil para os alunos, em especial para os deficientes visuais.

Os alunos precisam visualizar de forma tridimensional as imagens, BERTALLI (2011), e isso acarreta alguns graus de dificuldades, e algumas barreiras epistemológicas.

No trecho a seguir, SEBATA (2006) descreve sobre modelo:

> Muitas vezes, o conhecimento científico emprega como recurso a utilização da linguagem visual para representar os seus modelos, na tentativa de facilitar a compreensão de alguns conceitos. A Química, por exemplo, lança mão de imagens para representar os modelos atômicos. Sabemos que o átomo consiste em uma entidade que utiliza modelos para sua visualização, compreensão e teorias, que foram pautadas pela realização de experimentos, de cálculos matemáticos e de imaginação, os quais possibilitaram a criação / visualização de sua forma. Enfim, o átomo, atualmente, é estudado por meio de uma representação visual de um modelo. E uma vez que o ensino de Ciências é diretamente associado ao conhecimento científico pelo fato de realizar o processo de transposição didática do conhecimento científico para o saber escolar, o conhecimento escolar também utiliza uma representação visual de modelos.
> (...) A geometria molecular possui como uma de suas bases modelos atômicos e suas respectivas imagens há a necessidade de se estudar o tema modelo e modelização.
> (...) A ciência tem utilizado teorias e modelos.
> (...) Como objetivo descrever aspectos específicos de certas propriedades do sistema.

O recorte acima ilustra o quão importante é a adoção dos modelos atômicos e moleculares (materiais concretos), e mesmo estes já apresentam, naturalmente, os obstáculos epistemológicos (tanto em 2-D como em 3-D). No entanto já é um recurso para facilitar o entendimento do imaginar e do conceito da figura.

Aqui firmo mais uma vez o grau de importância do professor possuir em seu material didático uso das tradicionais caixas “Kit de modelos químicos”, ou efetuar esquemas lúdicos com objetos acessíveis, que possam ilustrar de forma palpável a concepção da estrutura estudada. Pensando na metodologia para ensinar o seu aluno com deficiência, os demais estudantes ficarão atentos a uma nova dinâmica de explicação e, automaticamente, mais uma vez será realizado de fato a inclusão entre todos os alunos da aula.

Os conceitos de ligações químicas e as valências dos elementos químicos são as mesmas, porém a configuração dos signos na representação muda um pouco. Normalmente os livros escolares abordam o uso das figuras de ‘cunha’ com breves definições, como visto em LISBOA *et. al*. (2016).

> Representa-se a estrutura tridimensional das ligações simples dos átomos da molécula na forma tetraédrica, e as ligações duplas são representadas no plano.
> Nessa forma de representação, as ligações que se projetam para trás do plano da folha de papel são indicadas por uma ligação tracejada em formato de cunha ( ). As que se projetam para frente do plano da folha de papel são representadas por uma ligação em negrito em formato de cunha ().

O recorte do texto acima traz um conceito sobre o uso das cunhas, explicando a projeção delas na estrutura espacial. Mas não é tão claro para que todos entendam.

Essas são representações diferenciadas das ligações simples no modelo estrutural tridimensional. Observe a tabela 24:

Tabela 24: (A) triângulo hachurado ‘cunha tracejada’; (B) triângulo cheio ‘cunha cheia’.

Cunhas	Pontos braille	Signo braille
A	12456	
B	1256	

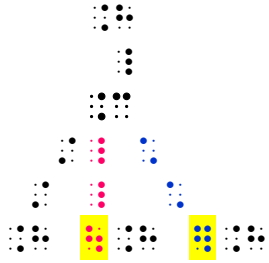
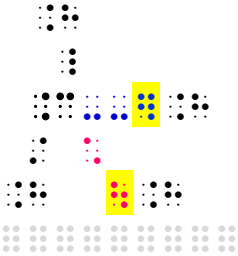
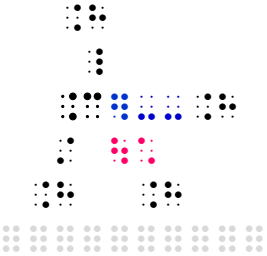
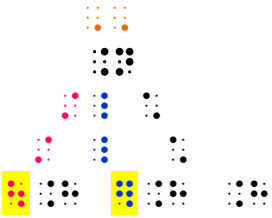
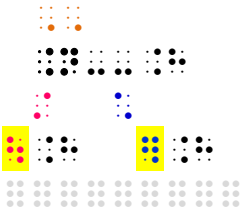
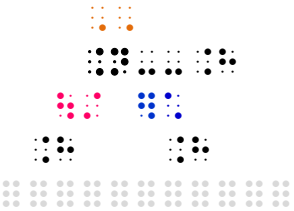
As sugestões serão aplicadas no produto, testando-se a eficácia/aceitação dos signos em rearranjo nas linhas (sugestão 02), e adoção dos signos em braille das cunhas nas ligações químicas e não nos elementos químicos (sugestão 03).

10.5. ESTEROQUÍMICA, COMPONDO EM 3-D

A estereoquímica é o arranjo espacial dos átomos de uma estrutura molecular. Sua geometria é consequência das ligações químicas realizadas entre esses átomos.

Recapitulemos a tabela 20 e vejamos os demais exemplos do produto.

Tabela 25: (tabela 20) exemplos de estrutura espacial em braille do metano e da amônia.

Ex	Representação em braille GQB	SUGESTÃO 02 (aproveitar linha na lateral)	SUGESTÃO 03 (signo antepondo ligação)
CH_4			
NH_3			

a) SUGESTÃO 02: uso da lateralidade parte do composto químico em braille;

b) SUGESTÃO 03: uso da representação ‘cunha’ antecedendo a ligação química e não antecedendo o elemento químico.

Para os estudos de estereoquímica, estereoisomeria e isomeria geométrica no ensino médio, a adoção da cunha é a melhor forma de representar as fórmulas estruturais espaciais, de acordo com o levantamento bibliográfico dos livros de química.

Na sugestão 3, o signo ‘⠒’ ou signo ‘⠶’ é usado antes da colocação das ligações. Estas ilustram a posição espacial que fica à frente ou atrás do plano da estrutura química. Seu objetivo é anunciar essa posição em 3-D no plano espacial.

As normas da GQB e a ONCE não narram sobre os produtos insaturados de cadeias fechadas. Aqui não está sendo aplicado o programa MONET como auxiliar das imagens gráficas geométricas do produto. Esta é a sua primeira versão e até o presente momento não contamos com nenhum revisor técnico e nenhum relato de como condensar a informação na escrita técnica, conforme as tabelas 13 e 14 nas páginas 89 e 91.

Revisor de textos braille é o profissional esclarecido e habilitado para a tal função, conforme BRASIL (2006):

A revisão de texto em braille deve ser feita por uma pessoa cega, usuária do sistema e que domine algumas de suas diversas aplicações. Um certo conhecimento de gramática da Língua Portuguesa contribui favoravelmente para a eficiência do trabalho do revisor.

SUGESTÃO 04

Propor um estudo vinculado aos compostos de cadeias fechadas insaturadas, e também das cadeias fechadas heterogêneas; em ambas ampliando-se para as ramificações. A literatura nacional e estrangeira devem ser cuidadosamente observadas. Aqui a proposta 04 não será desenvolvida. Queremos apenas registrar essa informação para utilização em um futuro breve.

As imagens de compostos fechados insaturados, com ou sem hetero-átomo, e até com ramificações, são encontrados na ONCE. São de estruturas amplas e ilustradas geometricamente. Estas carecem de signos de escrita condensada / linear (uma grafia simplificadora) , no uso de estudos mais aprofundados, algo que possa simplificar a leitura de estruturas amplas e complexas.

Pela falta dessa grafia específica, é recomendado, por hora, o uso do software MONET, de fácil utilização e que se afina como software Braille Fácil. No Monet, a produção de imagens para texturizar, editar arquivos já existentes com possibilidade de importar e exportar do Braille Fácil, é bastante rápida.

10.6. ANÉIS BENZÊNICOS

Os compostos aromáticos possuem uma nomenclatura específica. Segundo CARAMORI e OLIVEIRA (2009), seu primeiro critério de classificação qualitativa foi o odor ‘aromático’. Com o passar do tempo Kekulé propôs ao *ciclohexatrieno* (ligações simples e duplas alternadas) duas formas que existiam em equilíbrio.

Na GQB, no item 13.2, anéis benzênicos múltiplos, nas estruturas condensadas, aparecem no item: ‘*b) com desvio*’, os signos:

1,6 desvio para cima 3,4 desvio para baixo

Estes são postos antes do anel aromático, desviados da linha principal. Não ficam claras nas regras descritas onde ocorrem tais desvios.

Nem sempre é possível manusear um software como o ***Braille Fácil*** transcrevendo no sistema braille as informações do material original e, ao mesmo tempo, reproduzindo os erros cometidos no conhecido bordão popular “tentativa e erro”. Muito vezes o único recurso é a reglete; logo esclarecimentos sobre esta regra devem ser feitos para iniciar a escrita e evitar excesso de erros e perdas de materiais.

Como exemplos, podemos observar nas figuras 47 e 48 a simulação do “desvio”, com a presença da setas nos compostos fenantreno e benzopireno.

Figura 47: fórmula bastão e texto em braille: fenantreno (exemplo da pág. 57 da GQB).

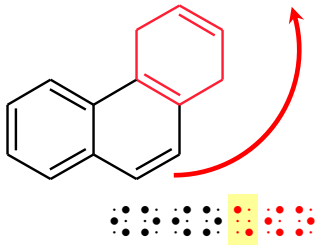
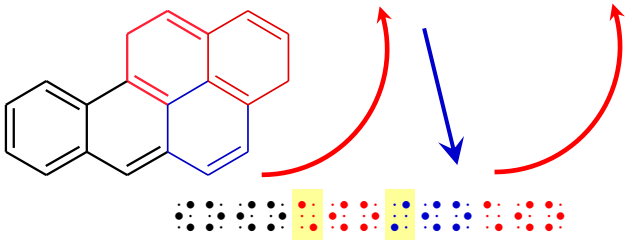


Figura 48: fórmula bastão e texto em braille: benzopireno (exemplo da pág. 57 da GQB).



10.7. INSATURAÇÕES E RAMIFICAÇÕES DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS

Quando se perde um hidrogênio, por homólise, em pequenos compostos químicos, novos radicais são gerados. Quando ocorre este fenômeno, a nomenclatura também sofre mudança. Normalmente utiliza-se o prefixo dos hidrocarbonetos e o sufixo IL ou ILA para esses radicais.

No grafotátil não serão colocadas estruturas com reações químicas, ou cisões de ligações, apenas ilustrações de alguns compostos químicos para utilização nas atividades didáticas.

Com o andamento das atividades, caberá ao professor ilustrar as nomenclaturas e suas variantes, como também as nomenclaturas usuais. Por exemplo, o termo ‘s’ no ‘s-propil’, significa a mesma coisa em ‘sec-propil’ ou ‘iso-propil’. Entretanto o

termo ‘iso' nem sempre tem a mesmo significado “secundário” como no uso do ‘iso-butil’, pois não é igual ao ‘sec-butil’, mas este é igual a ‘s-butil’.

É importante deixar claro a importância dos professores e outros profissionais na inclusão escolar. Todos devem ser valorizados.

10.7.1. Nomenclaturas

Segundo JUARISTI & STEFANI (2012), são considerados quatro aspectos gerais que elucidam a estrutura molecular:

> a) Constituição: refere a classe de átomos que fazem parte da molécula (...);
> b) Conectividade: descreve como os átomos estão unidos entre si (...);
> c) Configuração: (...) moléculas que apresentam simetria possuem átomos de carbono substituído com quatro ligantes diferentes e orientados para as extremidades de um tetraedro, em cujo centro está situado o átomo de carbono.
> d) Conformação: refere-se a orientação no espaço de uma molécula devido a giros em torno das ligações simples.

O item ‘a’ refere-se à quantificação de cada elemento químico presente na estrutura. O item ‘b’ analisa que as ligações entre os átomos podem formar compostos distintos, por exemplo: etanol ou metóxi metano. O item ‘c’ ilustra os ligantes diferentes nas extremidades e o carbono central, iniciando o estudo de quiralidade das estruturas e carbonos assimétricos. O item ‘d’ aborda a estrutura tridimensional e suas particularidades e comportamentos dos compostos.

Com a presença de insaturações e ramificações deve-se zelar pela enumeração na nomenclatura. Lembrando que a convenção seguida é a da IUPAC, que não serão discutidos funcionalidades de símbolos técnicos em suas especificidades, e sim as suas transcrições para o sistema braille, em sugestões de modificações e inovações.

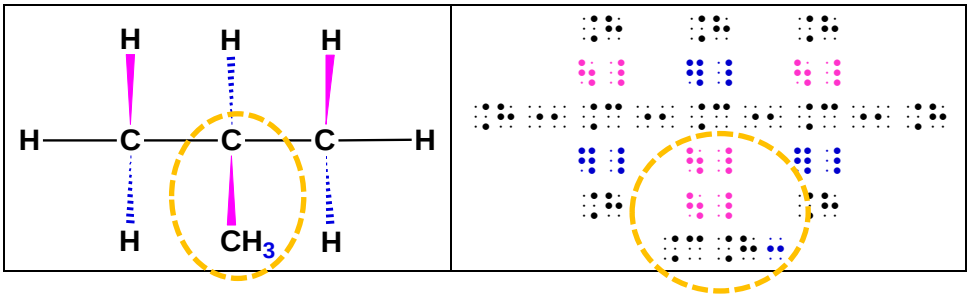
10.7.1.1. Posição dos localizadores

Segundo PANICO *et. al.* (2010), :

> R-0.1.2: Posição dos localizadores: os localizadores (números e/ou letras) são colocados imediatamente antes da parte do nome com eles relacionadas, exceto nos casos das formas contraídas.

Antepondo a ligação de carbono com insaturação ou com presença de ramificação, é colocada a enumeração. Na escrita informa-se a posição daquela natureza na estrutura principal. Tomemos a figura 49 como exemplo: 2-metil propano.

Figura 49: (metil propano) ilustração do prolongamento e o uso da cunha antepondo a ligação.



Na figura 49 ilustra um detalhe sutil, o uso do signo ⠒ duas vezes, prolongando a ligação, com a presença do signo de cunha cheia no SB ⠨ , e na ponta a presença do metil [CH_3] na fórmula condensada.

Uma observação que deve ser considerada é o prolongamento das ligações, quando necessário, na presença de radicais. Nestes casos, a sugestão 03 deve ser adotada.

10.8. FUNÇÕES ORGÂNICAS

As ilustrações apresentadas a seguir são estruturas para o produto. As representações são preferencialmente escritas na fórmula molecular, fórmula plana, fórmula bastão e fórmula tridimensional, aplicando-se as sugestões propostas. Não teremos neste produto exemplos para aplicar as fórmulas gerais, mas já fica a recomendação de futura etapa de trabalho com as melhorias. Estas serão de suma importância para prática da leitura de informações subscritas no sistema braille.

A limitação do número de caracteres pode ser considerada um problema para estruturas mais longas. Nos exemplos de estruturas abertas em 2-D e 3-D foram usados até sete carbonos na cadeia principal. Uma sugestão seria o uso de pranchas com mais de 40 caracteres, simulando o tamanho dobrado de uma folha de impressão braille.

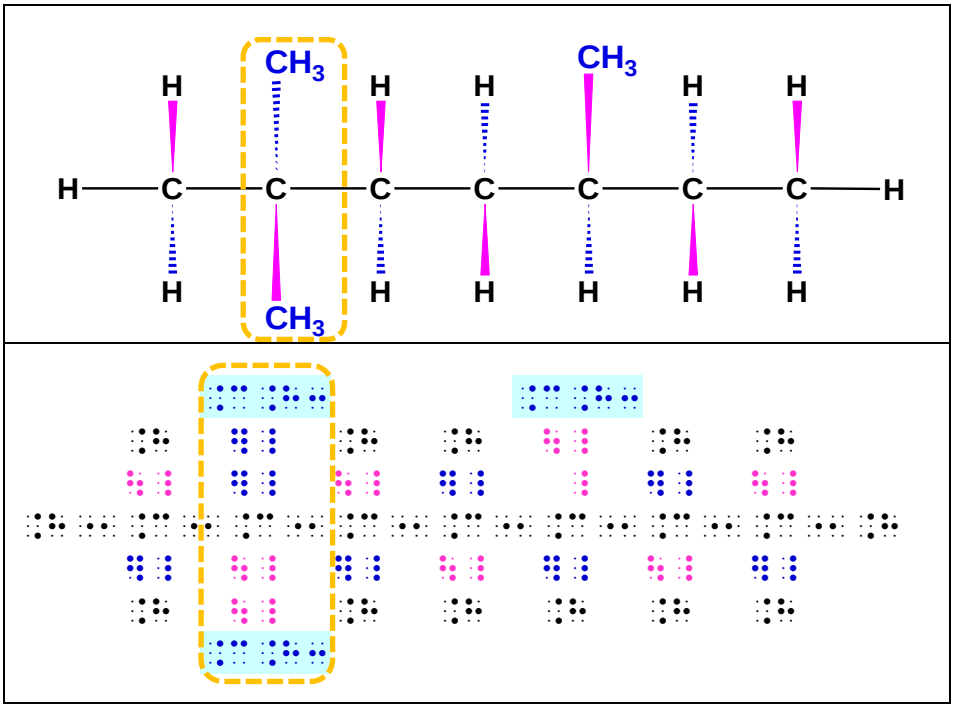
10.8.1. Composição dos Hidrocarbonetos

No produto (grafotátil), o exemplo mais amplo de cadeia principal é um heptano (2,2,5-trimetil heptano), que consome, exatamente, os 34 caracteres de comprimento e 7 linhas de altura da folha (diagramação 11'' x 11''). Aqui ocorre uma dialética:

- ✓ A importância de realizar estudos com as fórmulas abertas ao máximo possível para melhor assimilação do conteúdo, mas que consome em muito o espaço do material;
- ✓ A importância de poder transcrever, de forma condensada / linear, em partes ou a totalidade dos compostos químicos, promovendo uma economia do consumo de espaço entre caracteres e linhas.

Vejamos a situação do 2,2,5-trimetil heptano (figura 50).

Figura 50: ilustração do heptano no modelo traço-cunha (A) em tinta; (B) em braille.



Outro exemplo no grafotátil é do *cis*-but-2-eno,e *trans*-but-2-eno (figuras 51 e 52) foram adotados com um olhar na isomeria geométrica (*cis-trans*). Estes são ilustrados no decorrer do atual trabalho, sem aprofundamentos técnicos sobre a isomeria química de seus componentes. Vejamos na sua transcrição no sistema braille.

Figura 51: ilustração do *cis*-but-2-eno no modelo traço-cunha (A) em tinta, (B) em braille.

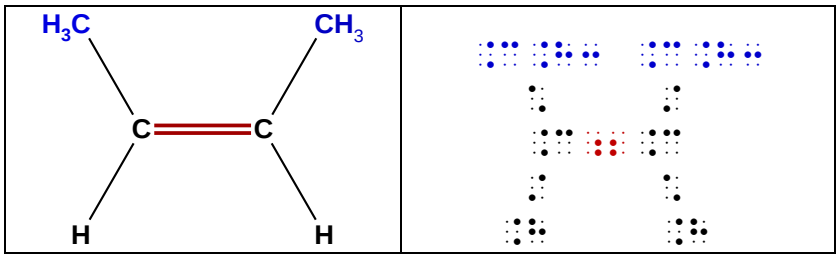
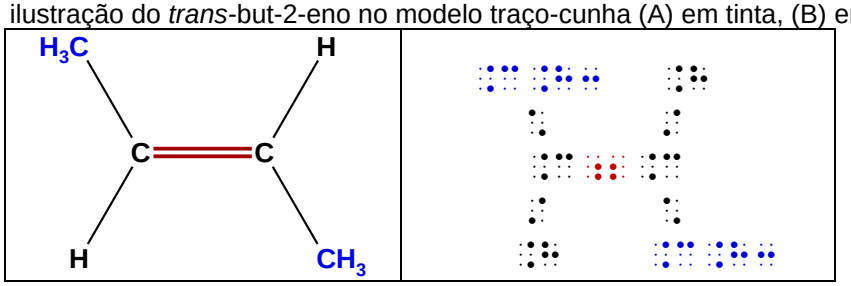


Figura 52: ilustração do *trans*-but-2-eno no modelo traço-cunha (A) em tinta, (B) em braille.



No transcorrer do conteúdo grafotátil, aos poucos foram condensadas algumas partes das estruturas, iniciando-se pelas ramificações e seguindo pelas estruturas principais. Uns desses exemplos são as figura 53 e 54, o hex-3-eno e 3-metil hex-3-eno respectivamente.

Figura 53: ilustração do hex-3-eno no modelo traço-cunha (A) em tinta e, (B) em braille;

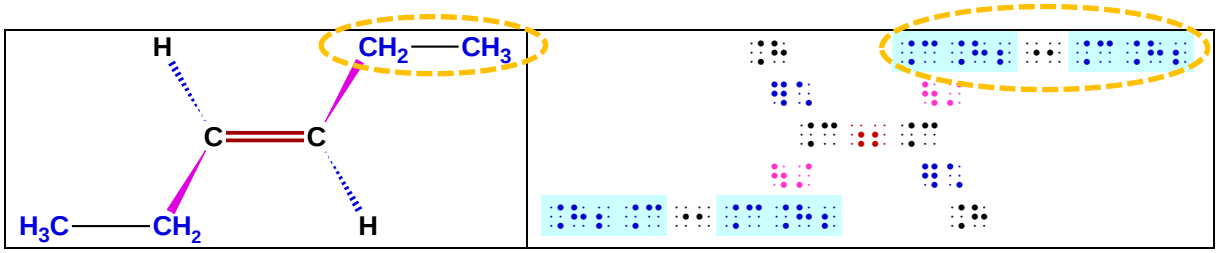
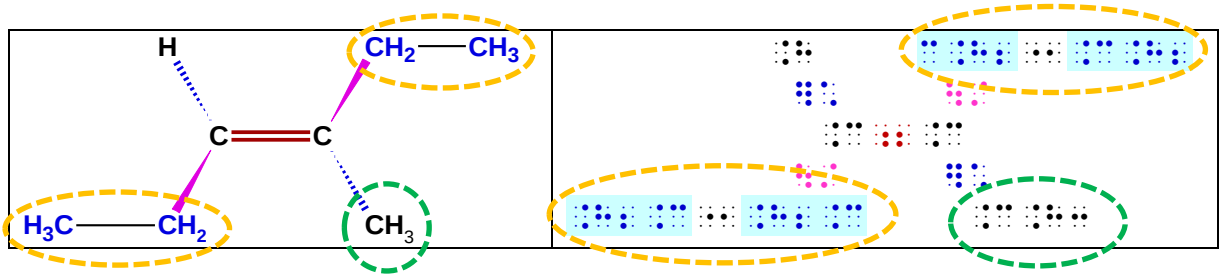


Figura 54: ilustração do 3-metil hex-3-eno no modelo traço-cunha (A) em tinta e, (B) em braille;

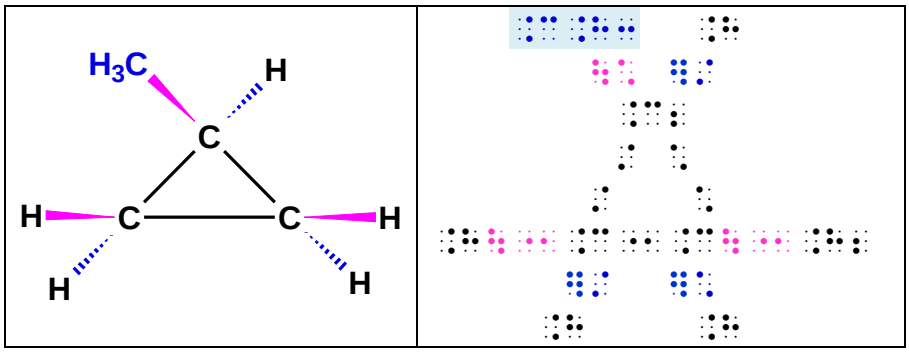


10.8.2. Cadeias Fechadas

Continua-se o uso dos signos ‘⠒’ e ‘⠶’ usados antes da das configurações de ligações , ilustrando-se os compostos cíclicos no plano espacial.

A figura 55 ilustra na 4ª e 5ª linhas as representações de ligações simples oblíquas, tendo na 4ª linha um espaço entre os signos e na 5ª linha três espaços entre os signos. Esse uso foi adotado para que tais signos não ficassem juntos na 4ª linha, ocasionando alguma espécie de equívoco na identificação.

Figura 55: ilustração do metil ciclopropano no modelo traço-cunha (A) em tinta; (B) em braille.

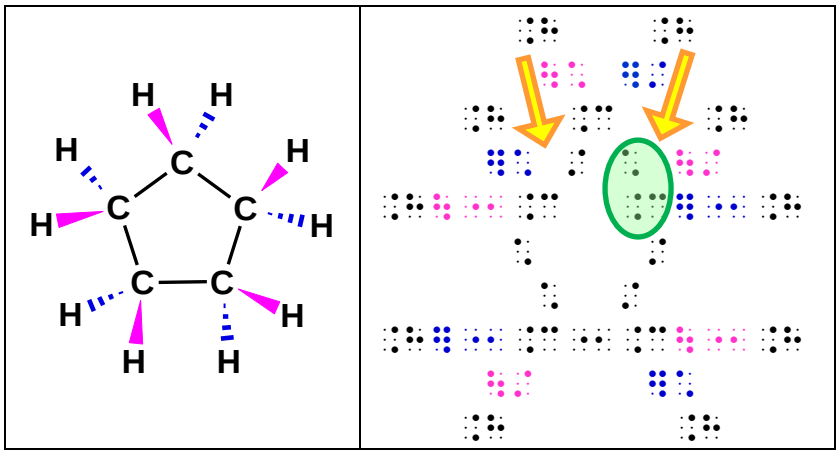


Segundo ESPANHA (2013) na grafia espanhola recomenda-se respeitar a ligação acima ou abaixo da primeira letra do símbolo químico. No entanto, antecedendo a ligação oblíqua é adicionada a informação de cunha informando se o elemento está à frente ou atrás do plano da estrutura.

Comparando-se a grafia brasileira – 3ª edição (2017) – com a grafia espanhola (2013) nas informações de transcrição com ligações oblíquas, BRASIL (2017) não cita o uso de espaços entre os signos, pois as normas brasileiras incentivam a praticidade de leitura e a economia de espaço entre os signos compostos do SB.

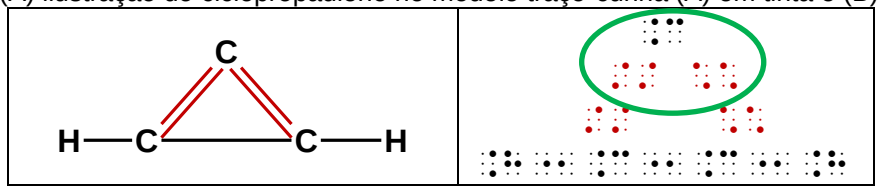
Na figura 56 são ilustrados, com setas amareladas, espaçamentos para evitar ambiguidades na escrita braille. Para respeitar ao máximo a possibilidade de ambiguidades, haverá casos que os signos das ligações oblíquas simples estão com um espaço entre elas, porém as ligações superior e inferior da ligação simples iniciam no signo ‘⠠’ (maiúscula) para se aproximar da configuração geométrica. Vide a elipse verde.

Figura 56: (A) ilustração do ciclo-pentano no modelo traço-cunha (A) em tinta, (B) em braille.



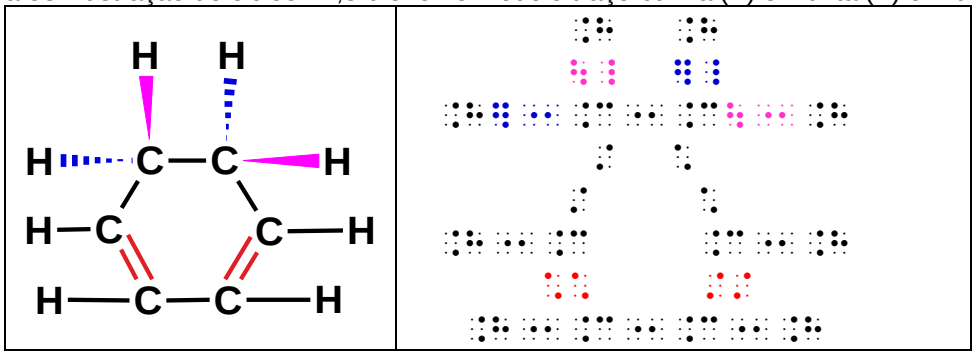
Cabe aqui ao transcritor levar em consideração o bom senso da formação da geometria molecular, respeitando as regras da GQB, e os cuidados para a aproximação da escrita em tinta.

Figura 57: (A) ilustração do ciclopropadieno no modelo traço-cunha (A) em tinta e (B) em braille.



Note que na figura 57 o cuidado de espaço, cela vazia (vide elipse verde). Na segunda linha, os signos '⠀' e '⠀' são considerados. Nesse caso, na 2ª linha, as ligações duplas oblíquas não ficam exatamente abaixo do símbolo químico, e sim no signo de maiúsculo '⠀'. Mais uma vez o transcritor precisa zelar pelo cuidado das informações da escrita química no Sistema Braille, pois a escrita tátil é o único recurso perceptível pela pessoa com deficiência para entender o conteúdo.

Figura 58: ilustração do cicloex-1,3-dieno no modelo traço-cunha (A) em tinta (B) em braille.



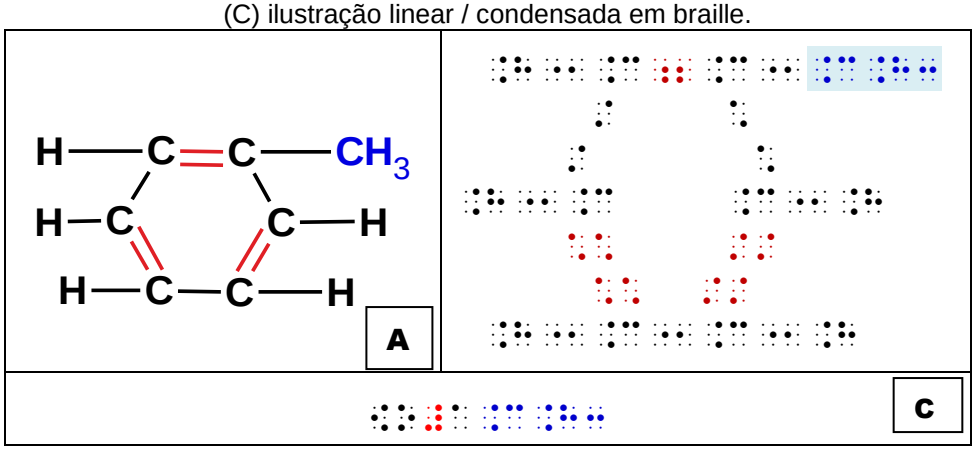
Veja que na última linha os hidrogênios ficam na horizontal. As ligações simples e os carbonos economizam linhas no texto em braille. Essa estrutura final poderia estar na vertical ou inclinada (oblíquas) “carbono, ligação simples, hidrogênio”.

10.8.3. Anéis Aromáticos

Como já visto, a GQB ilustra a simplificação dos anéis aromáticos através dos pontos 246-135 ⠸⠶, do mesmo modo que o anel aromático e derivados radicais são simbolizados por Ø em livros de polímeros. Este símbolo é transcrito pelo símbolo composto ‘⠸⠶’.

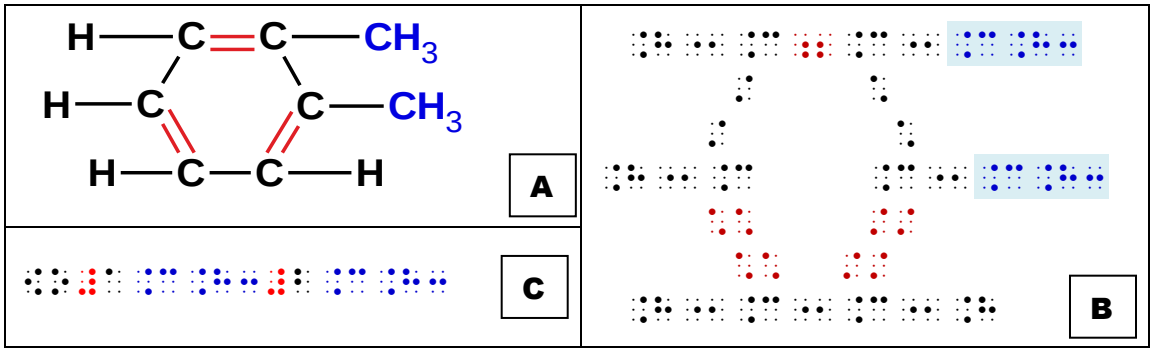
De forma a facilitar entendimento da configuração do composto, a forma plana dos aromáticos será abordada nos próximos exemplos.

Figura 59: ilustração estrutura plana do tolueno (A) em tinta; (B) em braille; (C) ilustração linear / condensada em braille.



Na figura 59 o carbono que possui a presença do metil é considerado pela enumeração dos anéis aromáticos como posição ‘1’. Logo o signo ⠸ é utilizado para identificar a posição numérica e o que está ligado àquele carbono. Na figura 59–C observa-se a posição de cada metil no anel aromático nas posições ‘1’ e ‘2’.

Figura 60: ilustração estrutura plana do o-xileno (A) em tinta; (B) em braille;
(C) ilustração linear / condensada em braille.

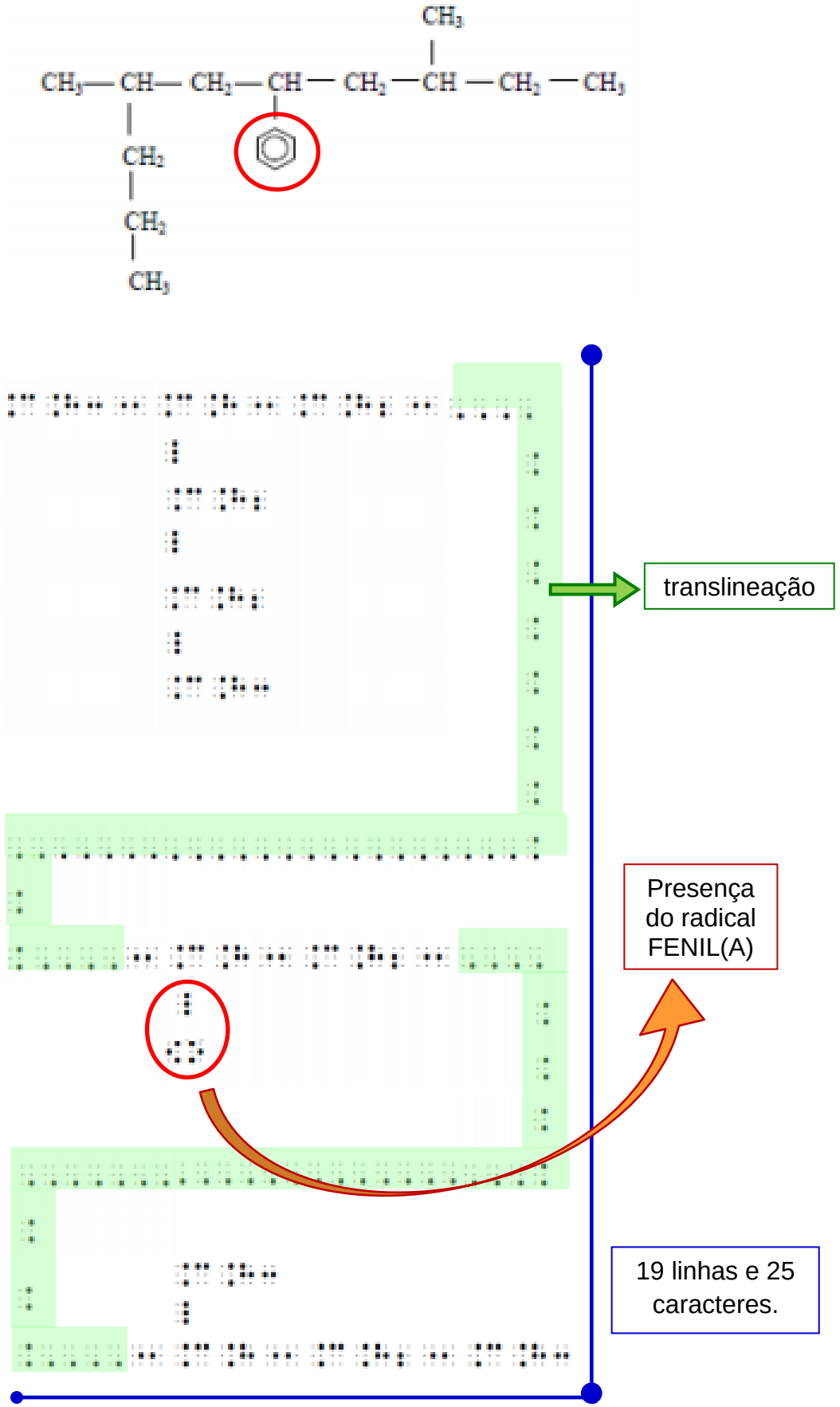


9.8.3.1 Radicais dos Anéis Aromáticos

A grafia química braille e a Organização Nacional de Cegos Espanhóis não citam descrições e exemplos para as configurações dos radicais dos anéis aromáticos. Entretanto, a GQB 3ª edição ilustra um exemplo de arila[32] no item *17. Transline-ação de Fórmulas Químicas*, observe a figura 61.

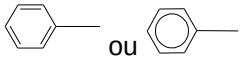
[32] **Arila**: radical derivado de um anel aromático;

Figura 61: ilustração do 5-***fenil***-3,7-dimetildecano com detalhamentos.



O composto da figura 61 é lido na GQB como ‘5-benzil-3,7-dimetil decano’. Contudo, equivocadamente, na nomenclatura da arila, aparece ‘benzil’ e não ‘fenil’.

SOLOMONS & FRYHLE (2005):

> Quando um anel benzênico está ligado a algum outro grupo de átomos em uma molécula, ele é chamado de um grupo fenila, podendo ser representado de várias maneiras:
>
>  ou **C_6H_5—** ou **Ph—** ou **Ø—** ou **Ar—** .
>
> Maneiras de representar um grupo fenila.
>
> A combinação de um grupo fenila com grupo **—CH_2—** é chamada de **grupo benzila**:
>
> ou **$C_6H_5CH_2$—** ou **Bn—** .
>
> Maneiras de representar um grupo benzila.

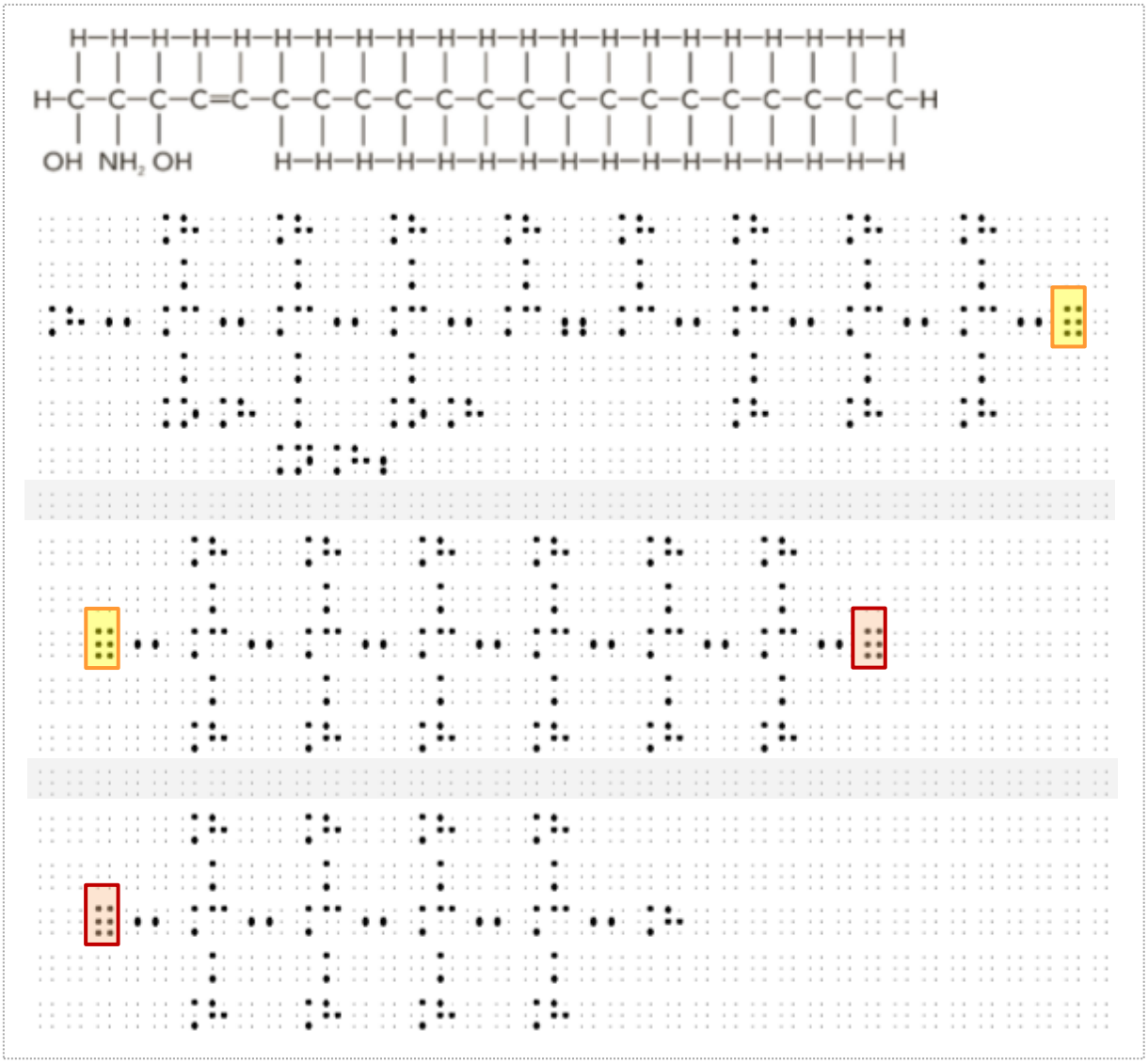
O consumo de linhas e caracteres, 19 x 25, é, provavelmente, resultado da utilização de uma folha A4. Se fosse translineado em uma folha maior, um menor consumo de linhas seria possível.

Para um menor consumo de espaço, a GQB da ONCE sugere utilizar o sinal ⠿ (123456), chamado de ‘*guión químico*’ (esquema químico), com regras ONCE B6-1 (2013) e ONCE B6-2 (2013), respectivamente:

> E utilizará o signo braille formado pelos pontos 123456 quando seja necessário partir uma cadeia química que ocupe mais de uma linha braille
>
> (...).
>
> 1º Sinal de esquema químico no final da linha, sempre após um dos sinais de ligação na horizontal;
>
> 2º A próxima linha iniciará com espaço de duas celas;
>
> 3º Em seguida, o esquema químico será fixado novamente, seguido pela (repetição da) ligação, continuando com o restante da cadeia.

O uso do ‘esquema químico’ ⠿ ilustra a presença de um ateístico ‘✶’ guiando a cadeia rompida numa linhas braille e o mesmo símbolo, na linha seguinte, dando continuidade ao composto, conforme a figura 62.

Figura 62: ilustração do composto com detalhamentos.



O composto em fórmula plana, em tinta, apresenta 21 carbonos na cadeia principal e, em braille, 18 carbonos. Este equívoco não compromete a explicação da translineação espanhola. Todavia, esse composto não será nomeado.

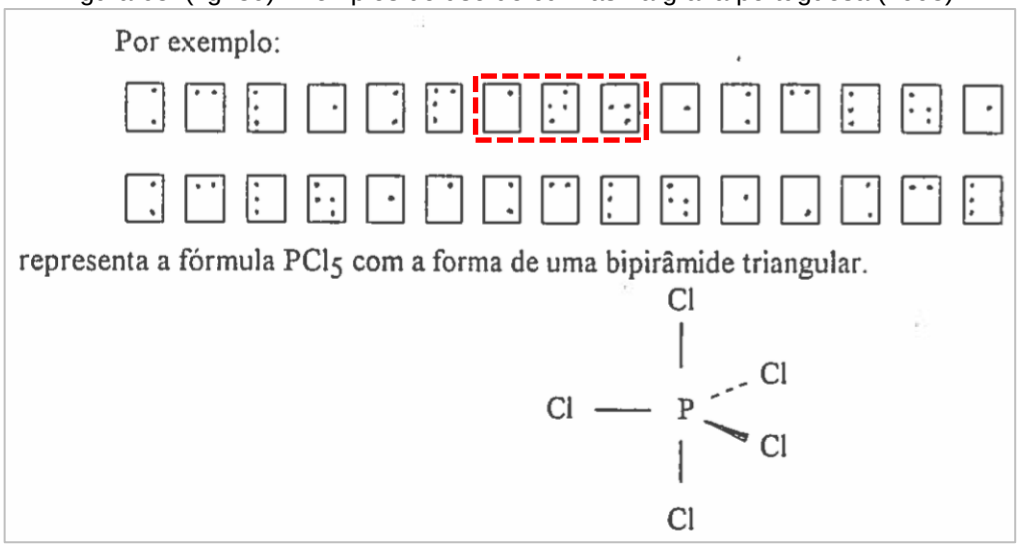
A figura 62 indica, por duas vezes, o par do esquema químico, nas colorações amarela, 1º rompimento da cadeia, e vermelha, 2º rompimento. Veja que a cadeia é rompida na ligação entre os elementos químicos, no caso entre carbonos. Após esse rompimento uma linha braille inteira é preservada, sem marcações (ilustrada por duas faixas em cinza). Conforme as instruções espanholas, o signo ⠿ é posto na terceira cela, após o rompimento da ligação, reiniciando-se pela ligação rompida, no caso da ilustração, a ligação simples.

SUGESTÃO 05

A translineação com a ideia migrada da GQB espanhola.

Apenas para recapitular, a translineação publicada na versão de Portugal, em 1993, é de difícil entendimento mas, provavelmente, um dos berços de celas compostas para o início da aproximação da leitura em tinta. Veja novamente a figura 39**,** retirada da GQB portuguesa (1993).

Figura 63: (fig. 39) Exemplos do uso de cunhas na grafia portuguesa (1993).



E o breve trecho sobre as significações em braille das cunhas, ACAP (1993):

> Em braille estas noções traduzem-se colocando antes do símbolo do átomo o ponto 4 ou o ponto 6, conforme se queira indicar uma posição anterior ou posterior ao plano de referência.

Curiosamente na marcação vermelha avistamos uma anteposição da ligação simples, mas é o único caso do próprio exemplo.

10.9. COMPOSIÇÃO DAS FUNÇÕES OXIGENADAS

Vamos estudar agora a organização estrutural espacial com a presença do elemento oxigênio e como as determinadas carbonilas influenciam a molécula e sua nomenclatura.

10.9.1. Álcool

Derivados dos hidrocarbonetos, o álcool é caracterizado pela substituição de um ou mais átomos de Hidrogênio por grupos de hidroxila [OH] em carbono(s) saturado(s). Pode-se encontrar álcool insaturados, o qual não possui, no mesmo carbono, a presença de ligação dupla e da hidroxila.

Nomenclatura: prefixo + infixo + OL.

Figura 64: ilustração do carbono com presença da hidroxila no modelo de estrutura plana (A) em tinta (B) em braille.

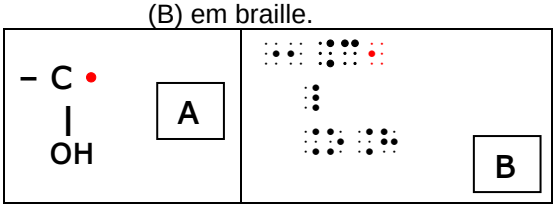
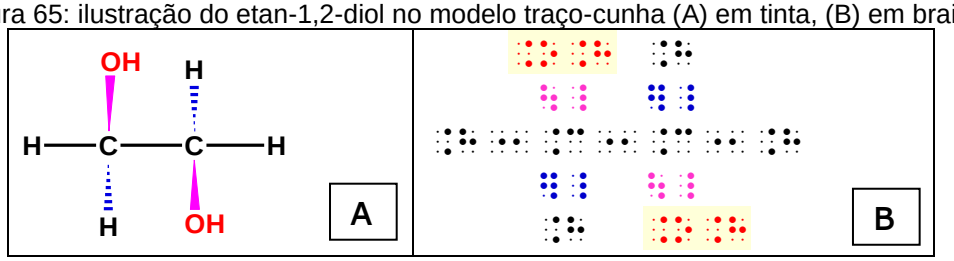


Figura 65: ilustração do etan-1,2-diol no modelo traço-cunha (A) em tinta, (B) em braille.



Note que na figura 65 a isomeria *trans* ainda é adotada para a ambientação tátil do aluno. Quando necessário, o professor pode se valer da mesma figura para diversas possibilidades de explicação. Na figura 64 os radicais ficam, propositalmente, próximos e isso atrapalha a leitura do estudante.

10.9.2. Enol

Derivado dos hidrocarboneto, o enol e caracterizado pela substituição de um ou mais átomos de Hidrogênio por grupos de hidroxila [OH] em carbono(s) com presença da ligação dupla (insaturação), vide figura 66.

Nomenclatura: prefixo + infixo + OL.

Figura 66: ilustração do carbono insaturado (ligação dupla) com presença direta da hidroxila no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.

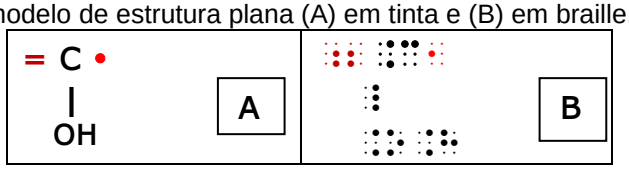


Figura 67: ilustração do prop-1-en-1-ol no modelo traço-cunha (A) em tinta e (B) em braille.

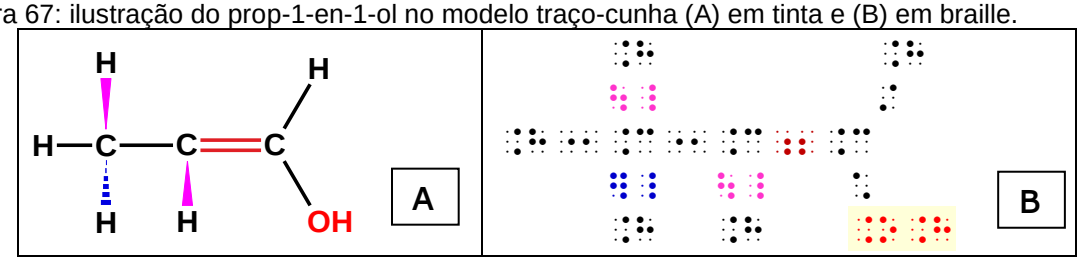
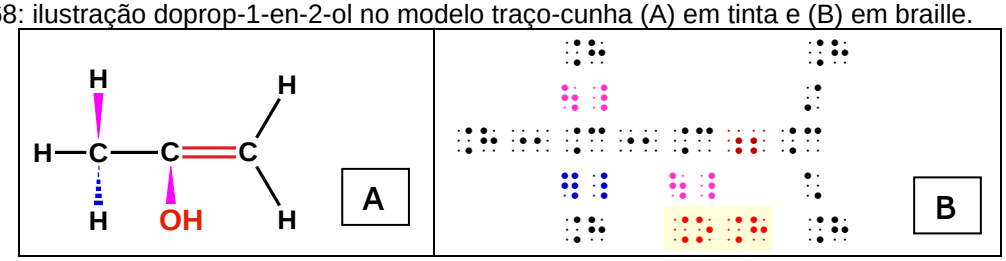


Figura 68: ilustração doprop-1-en-2-ol no modelo traço-cunha (A) em tinta e (B) em braille.



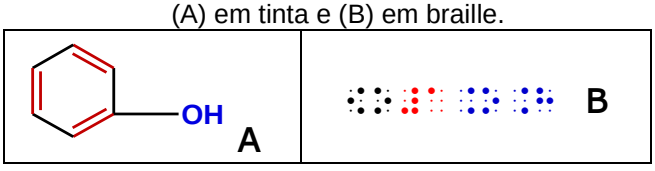
Observe e compare as seguintes figuras 67 e 68. A sutileza da nomenclatura está indicada nas posições enumeradas nos compostos, neste caso a presença direta da hidroxila, acarretando uma mudança significativa na representação. Essa observação valoriza a presença dos profissionais de educação, o professor regente e o auxiliar.

10.9.3. Fenol

São compostos aromáticos que apresentam o grupamento hidroxila [OH] ligado diretamente ao anel aromático.

Nomenclatura: HIDROXI + nome do aromático ou nomenclatura própria

Figura 69: ilustração da fenila mais a hidroxila, compondo o fenol no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.



10.9.3.1. Monofenóis

Apresentam uma hidroxila ligada diretamente ao anel aromático, mesmo em aromáticos condensados, apenas uma hidroxila está presente.

Figura 70: ilustração da fenila mais a hidroxila, compondo o fenol no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.

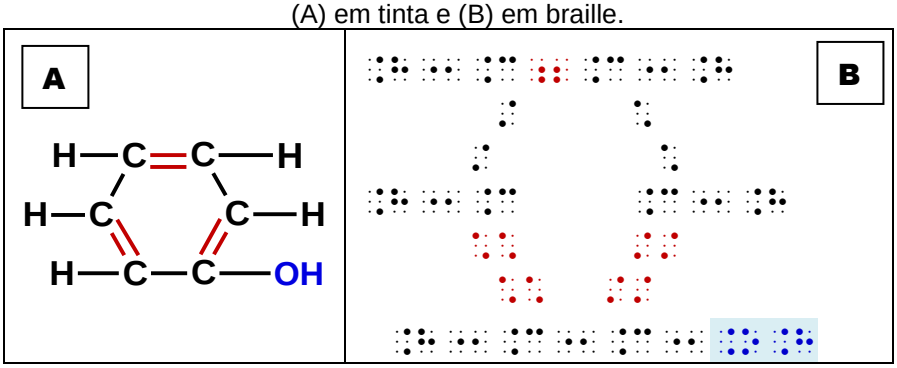


Figura 71: ilustração da α-naftol no modelo de estrutura condensada (A) em tinta e (B) e71m braille.

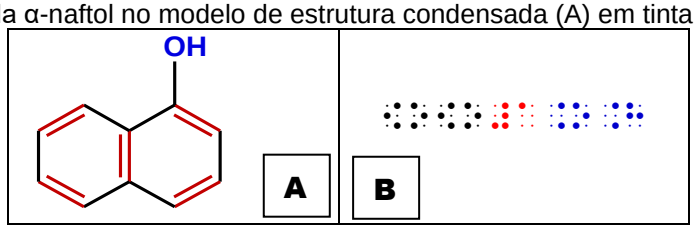


Figura 72: ilustração da 1-hidroxinaftaleno (α-naftol) no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.

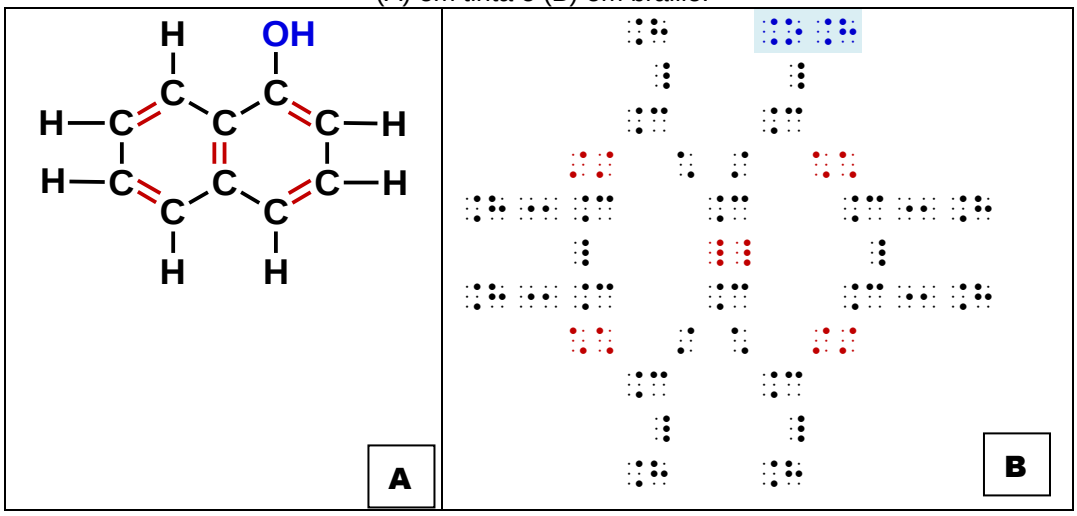


Figura 73: ilustração da (β-naftol) no modelo de estrutura condensada (A) em tinta e (B) em braille.

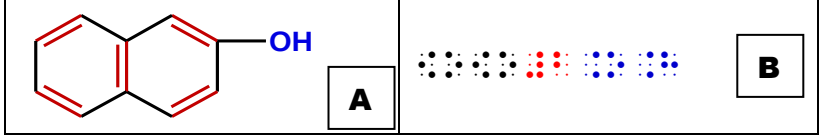


Figura 74: ilustração da 2-hidroxinaftaleno (β-naftol) no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.

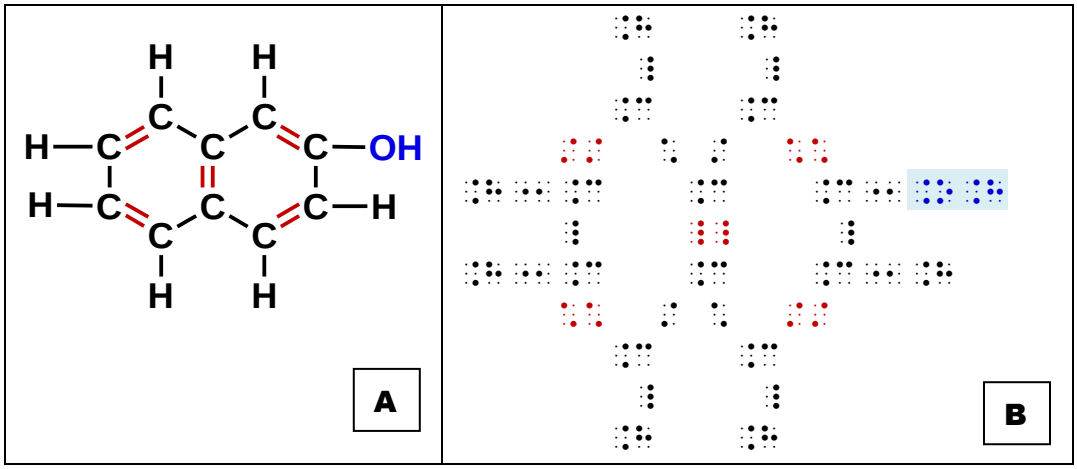


Figura 75: ilustração da 9-hidroxiantraceno (γ-antrol) no modelo de estrutura condensada (A) em tinta e (B) em braille.

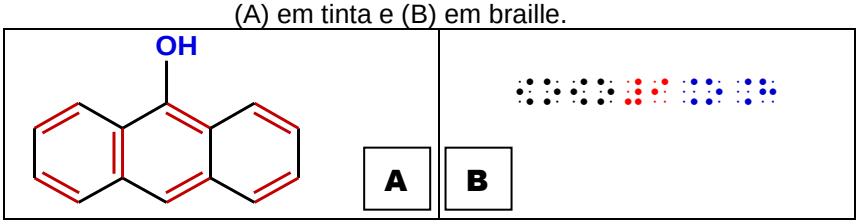
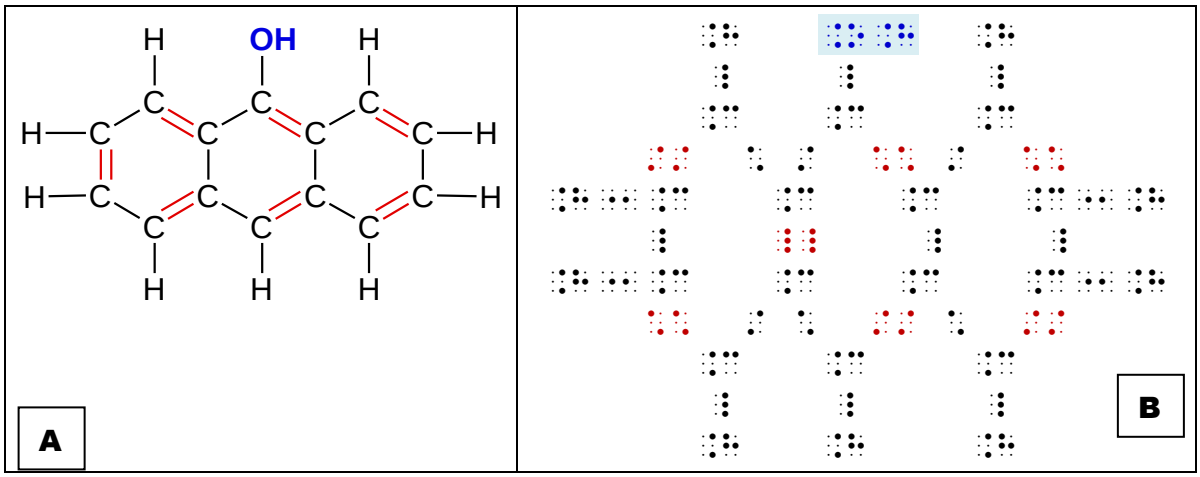


Figura 76: ilustração da 9-hidroxiantraceno (γ-antrol) no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.



As figuras 74, 75 e 76 ilustram o uso da nomenclatura nas arilas.

10.9.3.2. Difenóis

Apresentam duas hidroxilas ligadas, diretamente, ao anel aromático.

Figura 77: ilustração da 1.3dihidroxi benzeno no modelo de estrutura condensada (A) em tinta e (B) em braille.

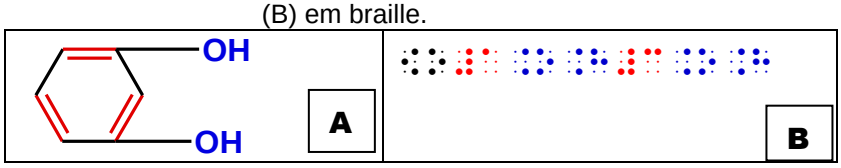


Figura 78: ilustração da 1,3dihidroxi benzeno no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.

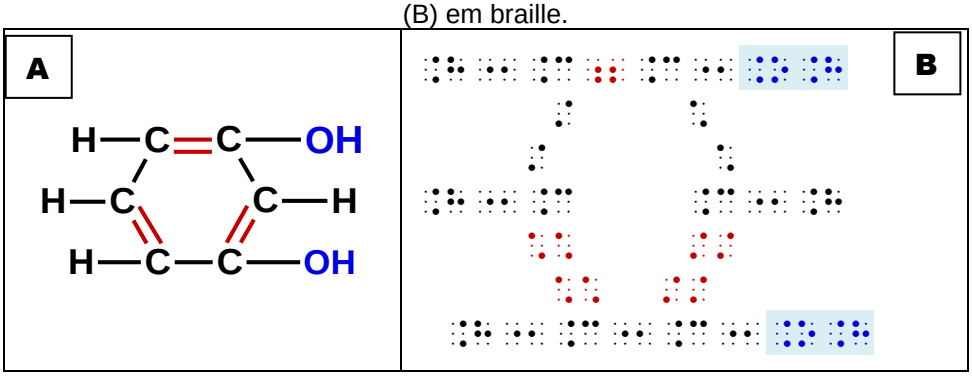


Figura 79: ilustração da 1,3-dihidroxi naftaleno no modelo de estrutura condensada (A) em tinta e (B) em braille.

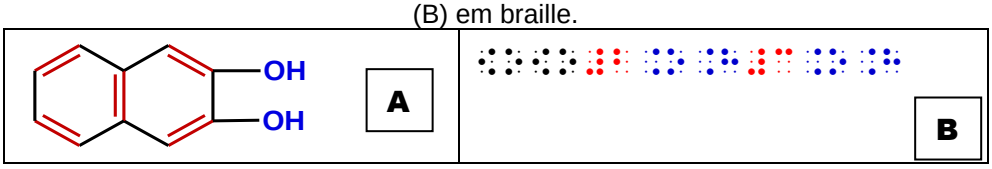
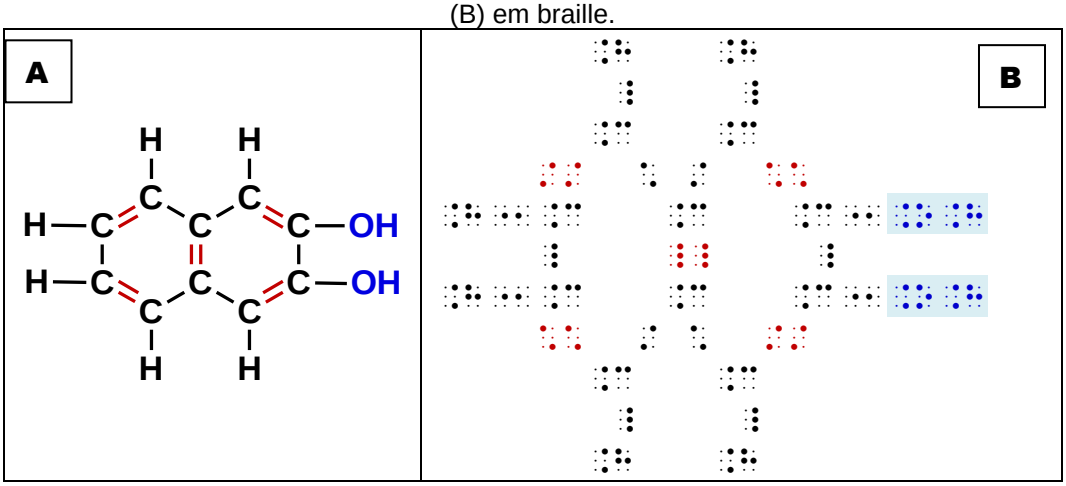


Figura 80: ilustração da 2,3-dihidroxi naftaleno no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.

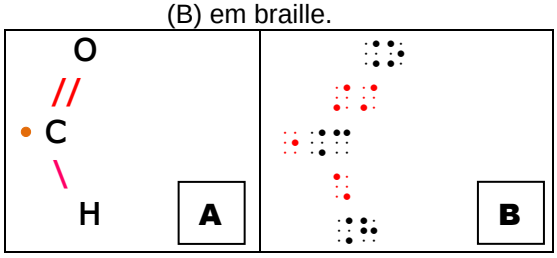


10.9.4. Aldeído

Compostos que apresentam o grupamento funcional carbonila do aldeído.

Nomenclatura: prefixo + infixo + AL.

Figura 81: ilustração do carbono funcional do aldeído no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.

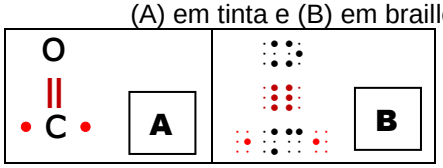


10.9.5. Cetona

Compostos que apresentam o grupo funcional carbonila cetônica.

Nomenclatura: prefixo + infixo + ONA.

Figura 82: ilustração do carbono funcional da cetona no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.

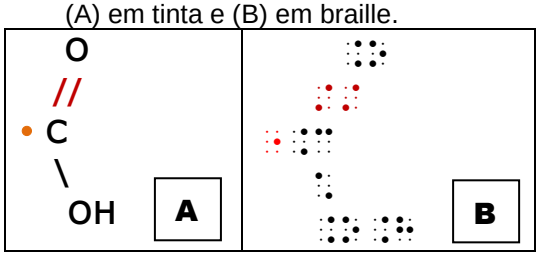


10.9.6. Ácido Carboxílico

Compostos que apresenta grupamento funcional carboxila.

Nomenclatura: ÁCIDO + prefixo + infixo + ÓICO.

Figura 83: ilustração do carbono funcional do aldeído no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.

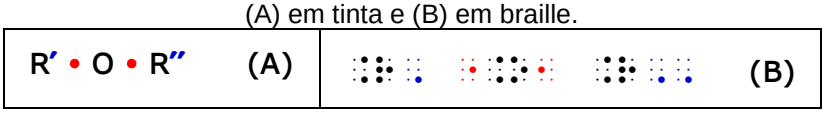


10.9.7. Éter

Composto que apresenta o hetero-átomo oxigênio [O] ligado aos radicais de hidrocarbonetos.

Nomenclatura: prefixo do radical menor + OXI + hidrocarboneto do maior.

Figura 84: ilustração da estrutura funcional do éter no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.



Na figura 84, ‘ **R’** ’ indica o radical de hidrocarboneto, derivado de anel aromático ou a presença de hidrogênio, este podendo ser radical igual ou diferente de ‘ **R’’** . As mesmas observações valem para a formação do composto éter.

A imagem 84–B em braille apresenta um espaçamento de uma cela, que isola o oxigênio e suas valências dos radicais. Isso esclarece que os pontos ⠒ (5) e ⠒ (2) [**~,**] representam valências e não ligação simples, que são os mesmos signos.

10.9.8. Haletos

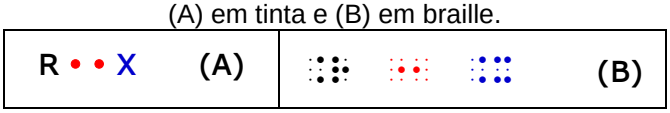
São compostos orgânicos com a presença dos halogênios.

10.9.8.1. Haletos Orgânicos

São derivados de hidrocarboneto no quais um ou mais hidrogênios são substituídos por algum elemento halogênio.

Nomenclatura: nome do halogênio + nome do hidrocarboneto.

Figura 85: ilustração da estrutura funcional do haleto orgânico no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.



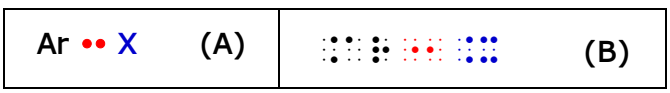
Nota-se na figura 85, na escrita em tinta, um par de elétrons entre o radical e o haleto, que aparecem isolados na figura (B). No braille, esta situação pode ser confundida com uma ligação simples. Cabe ao professor da disciplina alertar para essa situação.

10.9.8.2. Haletos de Arila

São derivados de anel aromático com a presença de um ou mais halogênio(s).

Nomenclatura: nome do halogênio + nome do aromático.

Figura 86: ilustração da estrutura funcional do haleto orgânico no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.

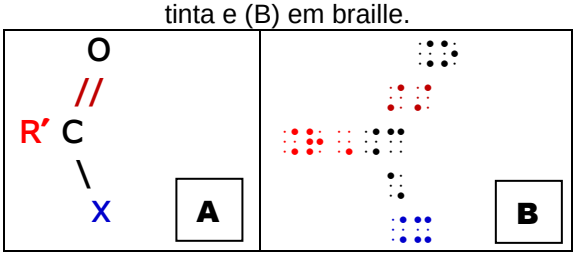


10.9.8.3. Haletos de Acila

São derivados de ácidos carboxílicos, resultam da substituição da hidroxila [**OH**] da carboxila de ácidos por halogênio: **F**, **Cℓ**, **I**, ou **Br**.

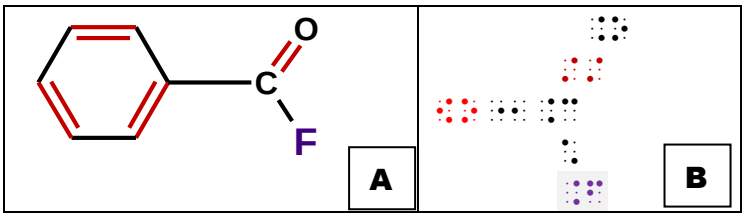
Nomenclatura: haleto DE nome do hidrocarboneto + ÍLA.

Figura 87: ilustração do carbono funcional de haleto de acila no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.



No produto, aqui ilustrado pela figura 87, o fluoreto de benzila foi amplamente aberto, desconsiderando-se a sugestão 03, já que é importante explicitar as colocações dos signos em braille. No 2º exemplo aplica-se a sugestão 03. Assim, foi considerado um prolongamento onde se localiza a carbonila de acila, para evitar ambiguidades nas extremidades durante a leitura tátil.

Figura 88: ilustração do fluoreto de benzoíla no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.

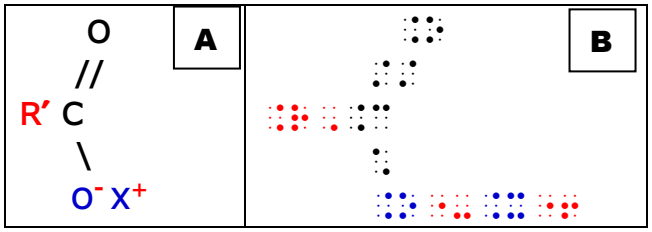


10.9.9. Sal Orgânico

São derivados de ácidos carboxílicos. Resultam da substituição do hidrogênio ionizável do ácido carboxílico por um cátion (geralmente metálico). A reação ocorre mediante entre um ácido carboxílico e uma base.

Nomenclatura: nome do hidrocarboneto + ATO DE nome do metal.

Figura 89: ilustração do carboxilato no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.



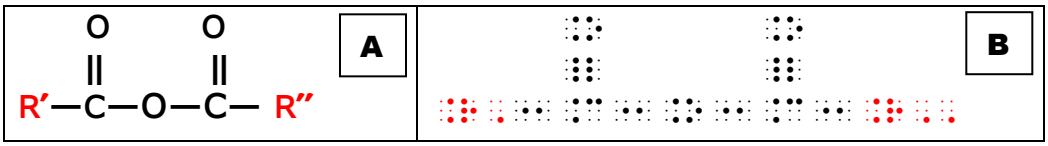
A reação química entre o ácido e a base não aparece aqui pois as reações químicas não fazem parte dos objetivos desse material.

10.9.10. Anidrido Orgânico

Resultam da desidratação dos ácidos carboxílicos (desidratação intramolecular), gerando o composto anidrido.

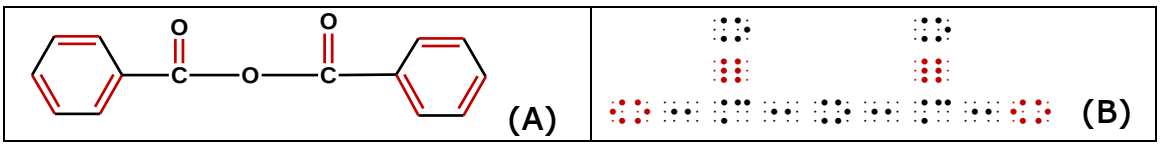
Nomenclatura: ANIDRIDO nome do ácido de origem.

Figura 90: ilustração da estrutura do anidrido no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.



Nas figuras 91 e 93, faz-se necessário o uso dos aromáticos de forma linear, pois o espaço físico não comporta a estrutura plana. Existe o recurso da translineação, entretanto é recomendável o uso das estruturas condensadas e bastão. Assim, o aluno ficará familiarizado com as leituras dos compostos de forma completa, sem "quebras" (translineações), como já iniciadas em alguns dos exemplos. Cabe aos professores conduzirem com atenção tais detalhes.

Figura 91: ilustração do anidrido benzóico no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.



10.9.11. Éster

São compostos derivados de ácidos carboxílicos através da substituição do hidrogênio hidrolisável por radical de derivado de hidrocarboneto.

Nomenclatura: nome do hidrocarboneto + ATO DE nome do radical (ila).

Figura 92: ilustração do carbono funcional de éster no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.

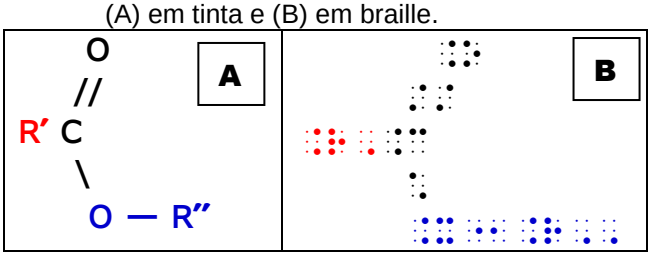
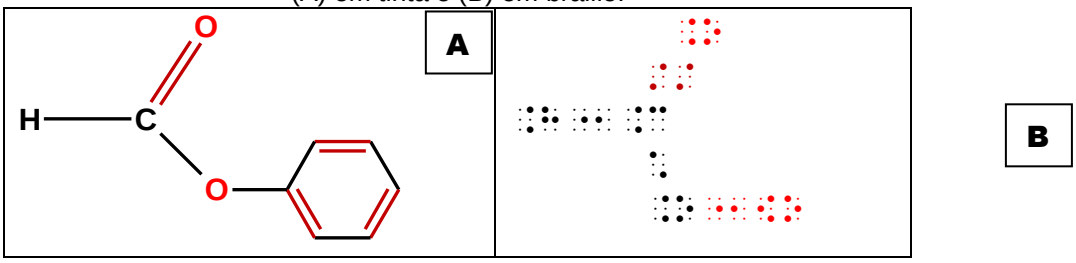


Figura 93: ilustração do metanoato de benzila no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.



10.10. COMPOSIÇÃO DAS FUNÇÕES NITROGENADAS

10.10.1. Aminas

Compostos derivados da amônia [**NH_3**]. Substituição de um ou mais hidrogênio(s) por radical derivado de hidrocarboneto.

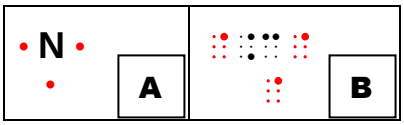
Considerando-se “R” um composto substituinte alifático e “Ar” um composto substituinte aromático, juntamente com a amina, podemos ter uma ordem ácida crescente:

Esquema 05: Ordem ácida dos compostos derivados de aminas.

$$R_2NH > R\text{-}NH_2 > R_3N > NH_3 > Ar\text{-}NH_2 > Ar_2NH > Ar_3N$$

Nomenclatura: nome do radical do hidrocarboneto + AMINA.

Figura 94: Grupo funcional da amina.



10.10.1.1. Aminas Primárias

Ocorre quando o grupo funcional mantem dois hidrogênios e um radical de hidrocarboneto.

10.10.1.2. Aminas Secundárias

Ocorre quando o grupo funcional mantem um hidrogênio, e um par radicais de hidrocarbonetos.

10.10.1.3. Aminas Terciárias

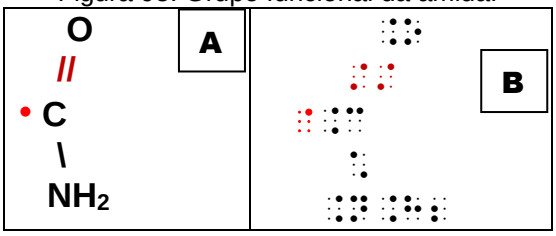
Ocorre quando o grupo funcional mantem três radicais de hidrocarbonetos.

10.10.2. Amidas

Compostos resultantes da substituição do hidrogênio ionizável da carboxila pelo íon amideto[33] [NH_2^-], formando o carboxilato. Este é a formação e identificação da amida.

Nomenclatura: prefixo + infixo + AMIDA.

Figura 95: Grupo funcional da amida.



[33] **ÍON AMIDETO**: UFMG, **Conceitos de Ácidos e Bases**, Química Inorgânica I , Centro de Apoio à Educação a Distância UFMG.

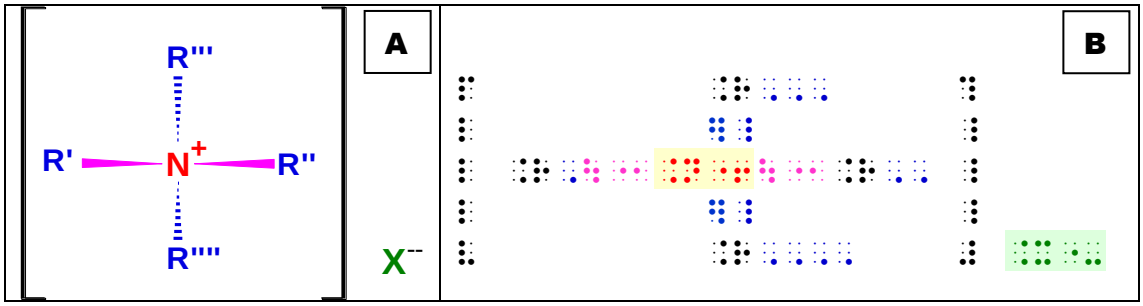
10.10.3. Sais de Amônio Quaternário

É a parte da orgânica que compõe um sal de amônio quaternário, um cátion (íon amônio [NH_4^+]) e um ânion. Ocorrem as substituições dos quatros hidrogênio do amônio por quatro radicais (R ou Ar).

Sais de amônio quaternário são compostos iônicos que apresentam uma parte polar, a ligação iônica (a atração eletrostática de cátion e ânion), e uma parte apolar, a estrutura da cadeia carbônica.

Nomenclatura: nome do ânion + ETO + nome dos radicais + AMÔNIO.

Figura 96: grupo funcional de sal de amônio (A) em tinta e (B) em braille.



Atenção ao cuidado na armação dos colchetes seguem um espaço de uma cela e preserva a configuração geométrica destes. No interior dos colchetes encontra-se o amônio, que é um composto iônico e por esse motivo o 'N' possui a carga positiva [**N^+**], e no exterior encontra-se 'X' com carga negativa [**X^-**]. Observe que ' **R'** ' e ' **R''** ' estão na linha mais consumida da estrutura, proporcionando melhor adequação do espaço, logo ' **R'''** ' e ' **R''''** ' estão em ambientações que podem consumir mais celas.

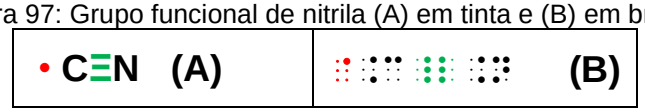
Estes sais são compostos iônicos, realizam ligações dipolo-dipolo, cabe ao professor apontar a natureza desse tipo de ligação e a motivação de escrever as cargas iônicas na fórmula.

10.10.4. Nitrilas

Compostos derivados do ácido cianídrico (gás cianídrico) [HCN] pela substituição do hidrogênio por radical derivado de hidrocarboneto.

Nomenclatura: nome do hidrocarboneto + NITRILA.

Figura 97: Grupo funcional de nitrila (A) em tinta e (B) em braille.



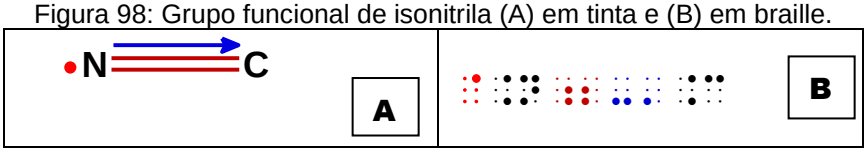
10.10.5. Isonitrilas

Resultam da substituição do hidrogênio do ácido iso-cianídrico [HNC] por radical derivado de hidrocarboneto. Também são conhecidos como isocianetos de alquila ou carbilaminas.

Aqui será aplicada a sugestão 01 (p. 82) na qual é apontada a escrita em braille linear para a configuração da ligação dativa. Veja figura 98.

Nomenclatura: radical do hidrocarboneto + CARBILAMINA.

Figura 98: Grupo funcional de isonitrila (A) em tinta e (B) em braille.

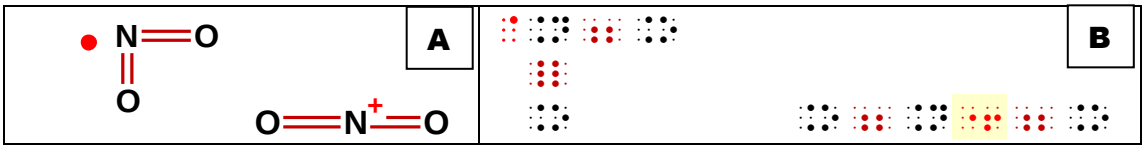


10.10.6. Nitrocompostos

Apresentam o grupo nitro [NO_2] na estrutura do hidrocarboneto, ligado na cadeia carbônica. São derivados orgânicos do ácido nítrico [HNO_3].

Nomenclatura: NITRO + nome do hidrocarboneto.

Figura 99: Grupo funcional do nitrocomposto (A) em tinta e (B) em braille.



10.11. COMPOSIÇÃO DAS FUNÇÕES SULFURADAS (TIO COMPOSTOS)

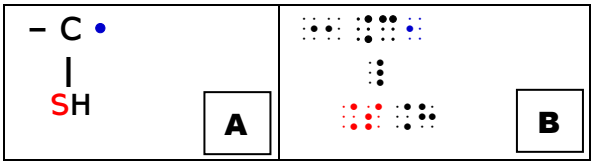
A base de todo estudo dos compostos sulfurados é a mesma observação de colocação dos compostos oxigenados, salvo a presença de íon enxofre [$\mathbf{S^{2-}}$] no lugar do íon oxigênio [$\mathbf{O^{2-}}$]. É a simples substituição do íon oxigênio [$\mathbf{O^{2-}}$] pelo íon enxofre [$\mathbf{S^{2-}}$].

10.11.1. Tioálcoois ou Tióis

Derivados dos hidrocarbonetos com a substituição de um ou mais átomos de Hidrogênio por grupos de hidrogenossulfeto [**SH**] na estrutura. Observa-se que o íon hidrogenossulfeto [**SH**$^{-}$] pode estar ligado ao carbono com insaturação.

Nomenclatura: radical do hidrocarboneto + TIOL.

Figura 100: ilustração do carbono com presença de hidrogenossulfeto no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.

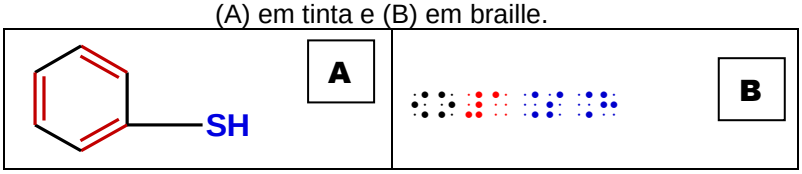


10.11.2. Tiofenóis

São compostos aromáticos que apresentam o grupamento hidrogenossulfeto [SH] ligados diretamente ao anel aromático.

Nomenclatura: nome do aromático + TIOL.

Figura 101: ilustração do tiofenol e do hidrogenossulfeto no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.

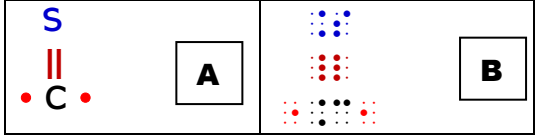


10.11.3. Tiocetonas

Compostos que apresentam o grupo funcional hidrogenossulfeto [SH] na carbonila cetônica.

Nomenclatura: hidrocarboneto + TIONA.

Figura 102: ilustração do carbono funcional da cetona no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.

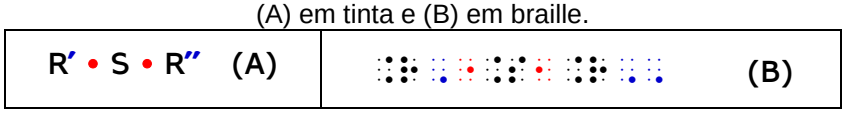


10.11.4. Tioéter

Composto que apresenta o hetero-átomo enxofre [**S**] ligado aos radicais de hidrocarbonetos.

Nomenclatura: radical menor hidrocarboneto + TIO + maior hidrocarboneto.

Figura 103: ilustração da estrutura funcional do tioéter no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.

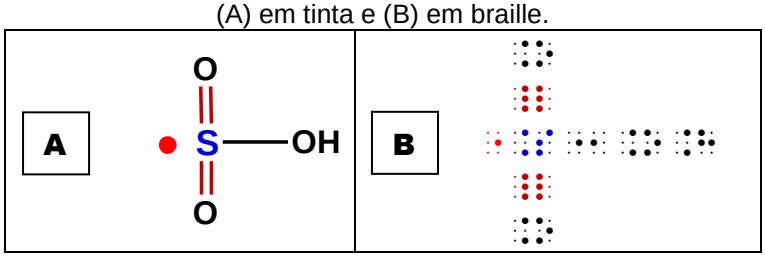


10.11.5. Ácido Sulfônicos

Composto que apresenta derivado do ácido sulfônico [• **SO_3H**] ligado aos radicais de hidrocarbonetos.

Nomenclatura: ÁCIDO + nome do hidrocarboneto + SULFÔNICO.

Figura 104: ilustração da estrutura funcional do ácido sulfônico no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.



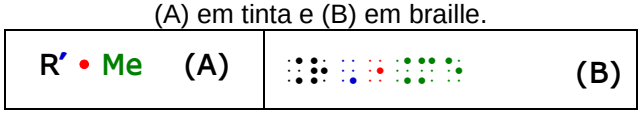
10.12. OUTROS COMPOSTOS

10.12.1. Compostos Organometálicos

São compostos orgânicos que realizam ligação química com pelo menos um átomo metálico (**Me**). Devido à eletropositividade do metal, a ligação carbono-metal tem um caráter iônico considerável LISBOA (2016). Os metais mais comuns são: magnésio [**Mg**], zinco [**Zn**], chumbo [**Pb**], mercúrio [**Hg**] USBERCO e SALVADOR (2002), além dos metalóides como arsênio [As], boro [B], silício [Si] MONTEIRO e GRAÇA (2020). Segundo RODRIGUES (2011), seus nomes baseiam-se, geralmente, na composição estequiométrica dos compostos.

Nomenclatura: radical do hidrocarboneto + NOME DO METAL.

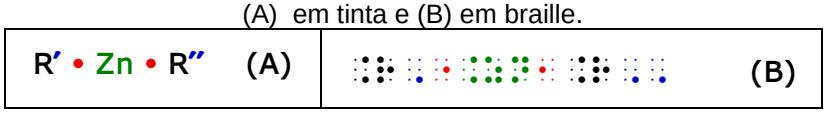
Figura 105: ilustração da estrutura do composto organometálico no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.



10.12.2. Compostos de Franklin / Frankland

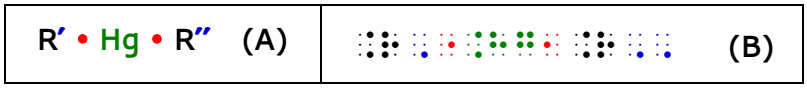
Também conhecidos como organo-zincos.

Figura 106: ilustração da estrutura funcional do composto de Franklin no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.



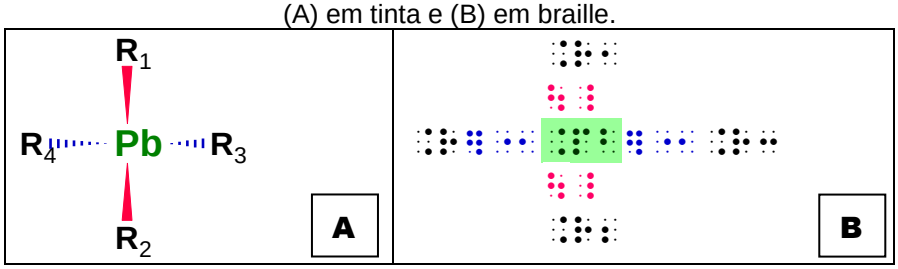
10.12.3. Compostos do Mercúrio

Figura 107: ilustração da estrutura funcional do composto do mercúrio no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.



10.12.4. Compostos Plúmbicos

Figura 108: ilustração da estrutura funcional do composto de chumbo no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.

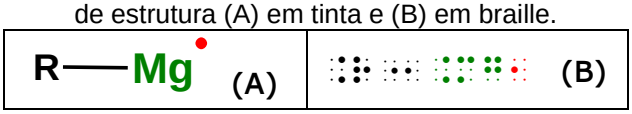


10.12.5. Reagentes de Grignard

Também chamados de haletos de organo-magnésios, são estruturas formadas pela presença de magnésio e um haleto.

Nomenclatura: HALETO DE radical do hidrocarboneto + MAGNÉSIO.

Figura 109: ilustração da estrutura funcional do composto de haleto de organo-magnésio no modelo de estrutura (A) em tinta e (B) em braille.



10.13. COMPOSTOS INORGÂNICOS

Aqui, de uma forma muito simples, serão ilustrados alguns exemplos típicos de arranjos de compostos inorgânicos, mostrando o posicionamento do íon-central e seus respectivos ligantes, os tipos de ligações e, eventualmente, o uso da(s) cunha(s). As regras da IUPAC serão respeitadas nas configurações, linear, plana e espacial, dentro da GQB e as sugestões adotadas.

10.13.1. Estudos da Geometria Molecular

Com base na Teoria da Repulsão dos Pares de Elétrons da Camada de Valência (VSEPR[34]) foram selecionados apenas alguns compostos estudados no ensino médio. São eles: Bipirâmide Trigonal, pentabrometo de fósforo [PBr_5]; Octaedro, hexafluoreto de enxofre [SF_6]; Bipirâmide Pentagonal, heptafluoreto de iodo [IF_7].

Figura 110: ilustração da estrutura funcional do composto **Bipirâmide Trigonal** pentabrometo de fósforo no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.

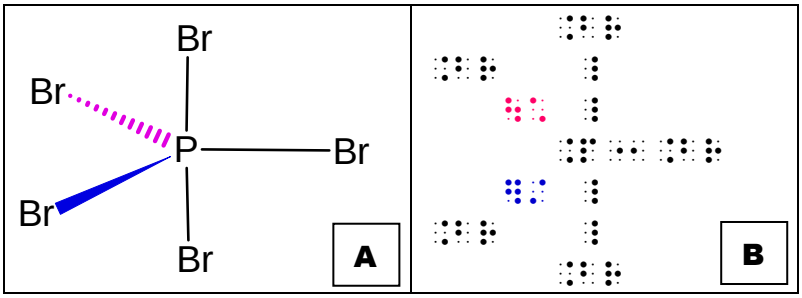
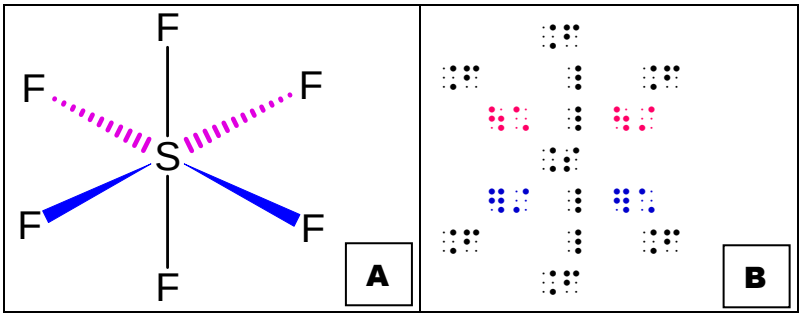
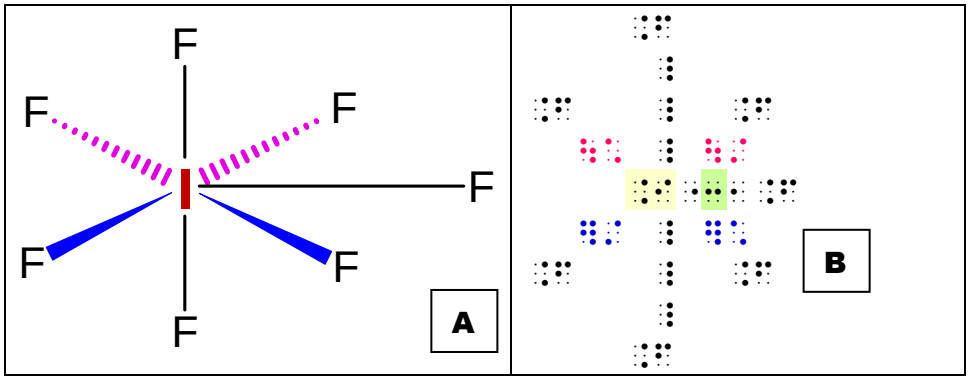


Figura 111: ilustração da estrutura funcional do composto **Octaedro** hexafluoreto de enxofre no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.



[34] **VSEPR:** *Valence Shell Electron Pair Repulsion* no inglês, ou em português é RPECV, Repulsão dos Pares de Elétrons na Camada de Valência.

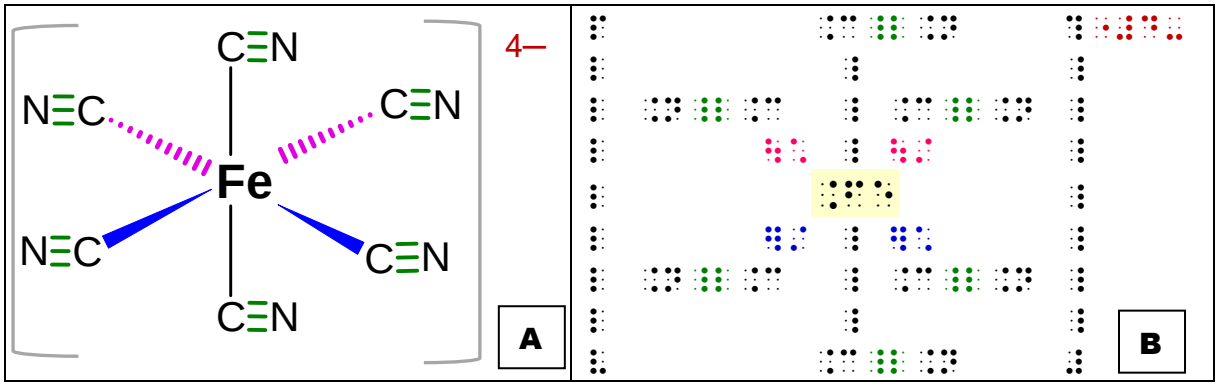
Figura 112: ilustração da estrutura funcional do composto **Bipirâmide Pentagonal** heptafluoreto de iodo no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.



10.13.2. Compostos de Coordenação ou Complexos

Dentro das observações das estruturas tridimensionais aqui é escolhido apenas um exemplo sobre complexos, uma ilustração tridimensional do *hexacianoferrato (II)* ou *ferrocianeto*, normalmente estudados no ensino técnico e universitário.

Figura 113: ilustração da estrutura funcional do composto **Octaedro** hexacianoferrato (II) no modelo de estrutura plana (A) em tinta e (B) em braille.



Na ilustração do composto do ferrocianeto (figura 113), além da estrutura química, são acompanhados os colchetes alongados, tanto em tinta como em braille, e do lado direito superior o valor iônico “4–”, e em braille com o uso da cela (ponto 5 ⠈) informando que é um expoente.

11. RESULTADOS

Para assegurar as propostas foram consultados as GQB de Portugal, Espanha, França e Canadá (francês). Trabalhos acadêmicos também foram consultados, segundo referências bibliográficas e da web.

★ A sugestão 01 (p.82) foi composta por signos já existentes na GQB como o uso do signo composto da ligação dupla seguido da ligação dativa, usando como exemplo o monóxido de carbono. O mesmo exemplo é utilizado em sentidos opostos, para não faltar informações. Essa proposta não só simplifica a escrita química, como também utiliza uma só linha de forma harmonizada e sem omitir informações advindas da escrita em tinta.

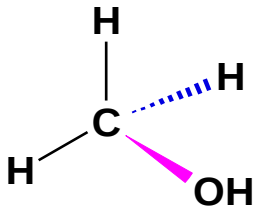
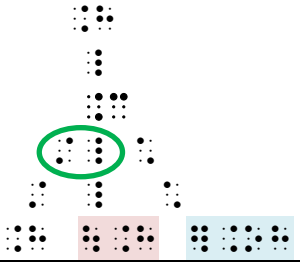
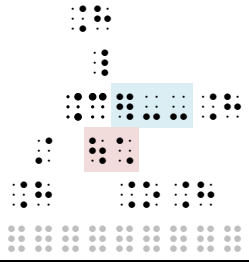
★ A sugestão 02 (p.101) foi elaborada pela preocupação do espaço físico em transcrever os compostos químicos. As celas possuem tamanho padrão, como visto na figura 18 (p. 68), e não podemos ter muitas variações no tamanho do papel. Não foi encontrado nenhum arquivo acadêmico informando os padrões de tamanhos de papéis para o braille. Foram aplicadas as medidas usuais, a saber: 28 linhas por 34 caracteres na configuração do Braille Fácil.

Sugere-se a lateralidade de uma das ramificações inclinadas direcionando-as para esquerda ou direita. Desse modo simplifica a quantidade de ligações oblíquoas (inclinações) diminuindo as possibilidades de ambiguidades. O termo 'lateralidade' é visto como qualidade lateral: esquerda ou direita, não uma inclinação (ato de inclinar), compondo a atual observação de simplificar a escrita em braille da química e explorar as possibilidades do ensino aprendizagem como antecessora dos estudos de geometria molecular.

★ A sugestão 03 (p. 102) foi organizada após uma curiosa observação na GQB portuguesa de 1993 – até então o registro mais antigo sobre essa abordagem, na espanhola, da ausência dos signos de cunha na GQB francesa e na canadense. No caso de prolongar a ligação, o signo de cunha também será acrescido nessa prolongação.

Visualize o exemplo do metanol nas comparações, no esquema 06:

Esquema 06: metanol em tinta, em braille e adoção de sugestões.

Em tinta	Braille atual	Sugestões (2 e 3)
		

Veja na circunferência verde, no esquema 06, a proximidade de celas sem espaço, o que pode promover uma leitura ambígua no SB, evitada com as sugestões deste trabalho.

A GQB portuguesa de 1993 é o registro mais longevo sobre as transcrições de química em braille, e pode ser considerado obsoleto. É um provável nascedouro de informações do braille na língua portuguesa. Nesse documento há a presença da informação de que o signo braille, preconizando as cunhas (cheia e hachurada) é anteposto ao símbolo químico para informar a posição tridimensional, como é vista na atual GQB brasileira (3ª edição).

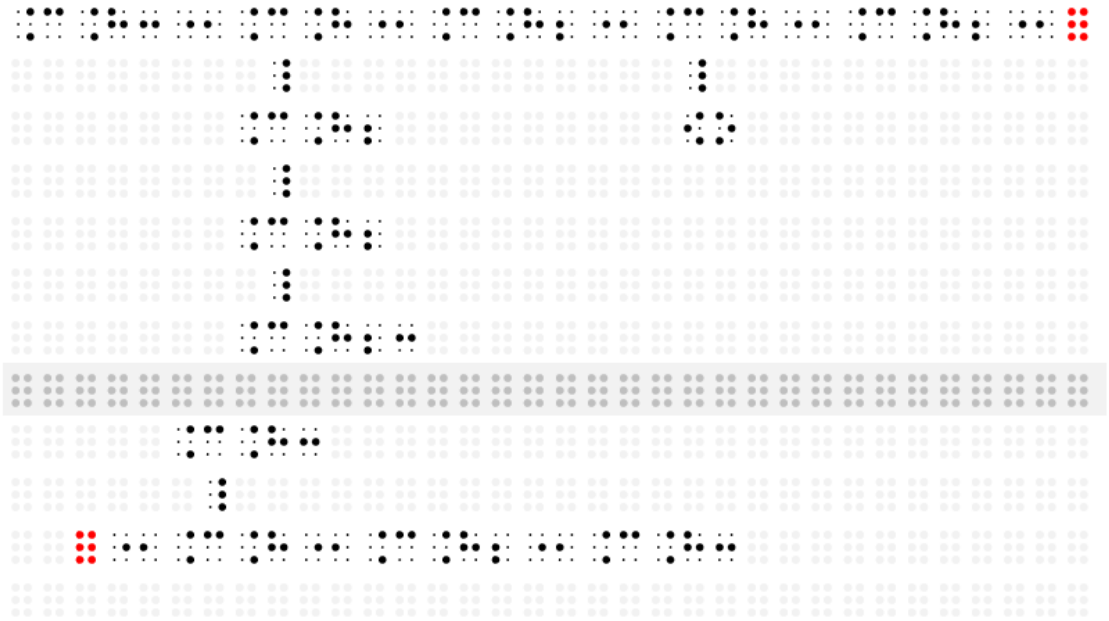
Pode-se suspeitar de uma falha de herança levada adiante, a repetição. Considerando uma falha, é perceptível de quem a fez não era um profissional de ciências, ou algo do gênero, apenas uma pessoa que quis uma notação para ilustrar uma configuração química, e no ato de fazê-lo desconsiderou os estudos de *Jacobus Henricus van't Hoff* e de *Joseph Achille Le Bel* (estudiosos sobre assimetria do carbono e estereoquímica). Por fim, presume-se que assim deve ter ocorrido e sido repetido com o passar dos tempos.

★ A sugestão 04 (p. 129) sugere um debate sobre signos novos para a condensação de cadeias fechadas insaturadas e / ou heterogêneas. Sentimos falta dessas informações para fechar o conteúdo da disciplina para o estudante.

★ A sugestão 05 (p. 142) propõe refinar a translineação com a ideia migrada da GQB espanhola, comparando-as. Elas são bem próximas, atuais, com bom volume de informações, as melhores estudadas até então.

Resgatando o exemplo da GQB brasileira, 5-fenil-3,7-dimetildecano, na diagramação aplicada (34 caracteres por 28 linhas), pode-se visualizar a figura 114.

Figura 114: ilustração da molécula na visualização em papel da translineação.



A figura acima compõe as regras da sugestão 5, um símbolo '✶' asterisco no rompimento da ligação, uma linha totalmente em branco, reinício com asterisco, na terceira cela, na ligação rompida, com a continuidade do composto. Para casos desse gênero o uso do software é de imensa valia.

Se aplicarmos a translineação espanhola, essa insegurança com a utilização do excesso de consumo de celas, linhas é diminuída. Ela favorece a ilustração de um composto de cadeia longa e complexa em uma só página.

No dia 05/02/2021, na *live* transmitida pelo canal Ciência ao alcance das mãos, denominada ***Produção de recursos didáticos acessíveis em química para alunos com deficiência visual***[35], foi abordada a importância da 3ª edição da GQB para os cursos de licenciatura em química, a importância da normatização e unificação da escrita química no sistema braille e também as angústias de algumas lacunas em aberto.

As angústias deixadas pela GQB 3ª edição, vivenciadas pelos profissionais dos CAPs (Centro de Apoio Pedagógico para Atendimento às Pessoas com Deficiência Visual) e NAPPBs (Núcleo de Apoio Pedagógico e Produção Braille), são narradas em um vídeo que foi apresentado.

[35] LINK: https://www.youtube.com/watch?v=nbZFPmiZMjs&feature=youtu.be , em aproximadamente 1:00:00 até 1:08:10. Professor convidado: DSc Aires da Conceição Silva, professor do IBC;

Após o 1º evento “Encontro dos CAPs/NAPPBs e a 1ª Reunião da CBB 2019”, foi redigido um texto inicial com as sugestões necessárias em contribuir ao processo de amadurecimento e preenchimento dessas lacunas, apoiado pelos CAPs, os NAPPBs e o IBC. Este rascunho tornou-se documento, já enviado a CBB e está no aguardo de sua deliberação e a provável integração das sugestões para a 4ª edição. Tais sugestões também são apresentadas neste trabalho.

Este documento também aponta para a translineação, as cadeias fechadas heterogêneas, cadeias fechadas insaturadas e para o equívoco da GQB 3ª edição sobre o DDT (ver páginas 99 e 100).

Como já informado anteriormente, o mundo vivencia uma pandemia provocada pelo CORONAVÍRUS. Esta deu início a uma forte quarentena no mundo, dificultando, nas diversas esferas sociais, alguns mecanismos de trabalho e fazendo brotar outros tipos de iniciativas, principalmente para viabilizar o trabalho remoto.

O GRAFOTÁTIL gerou vários questionamentos em cada página construída. E ao se desenvolver um breve folder informativo para a banca, foi percebido que este também seria um material de excelência para explicar o produto principal, que existe, no momento, apenas no meio digital.

Adotar a proposta de linguagem, das sugestões, como uma mudança de leitura do sistema braille na química pode dar origem a um terceiro item do produto.

Os livros didáticos, aqui escolhidos como materiais de consulta, simplesmente espelham um pouco a rotina de um transcritor. Ele apenas recebe o material designado pelo professor regente. Ele não deve fazer interferências, a não ser adaptáveis para suas adequações de material especializado.

Inicia-se agora uma nova fase, não só para realizar todas as etapas de verificação e aprovação, como também para a inserção das sugestões na futura Grafia Química Braille Brasileira (4ª edição).

12. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluímos, orgulhosamente, este trabalho.

O texto da dissertação e do produto foram revisados inúmeras vezes, visando o melhor entendimento das colocações dos signos nas estruturas químicas no grafotátil. É um prazeroso estudo a quem deseja um mergulho no universo da ciência química.

A ideia inicial proposta foi executada e inspirou novas etapas, como a de validação por revisores habilitados. Os arquivos existentes ficarão à disposição para as impressões respectivas, a saber, à tinta ampliado e a braille, com um anexo de um panfleto explicativo para os professores usuários. Esses arquivos poderão ser amadurecidos por outros profissionais com o intuito de sempre atualizar o material e alimentá-lo com novas estruturas químicas.

A GQB brasileira 3ª edição necessita de novas regras para igualar-se à IUPAC. Embora a atual GQB promova ótimas colocações para a ciência química, muitos pontos são abordados superficialmente e outros devem ser inseridos.

Os estudos não se limitaram à GQB nacional. Na busca de possíveis respostas foram consultadas algumas GQB estrangeiras, tais como a GQB portuguesa, espanhola, francesa e canadense (francês). Deste estudo percebemos que a grafia brasileira apresenta vários itens bem fundamentados. A versão espanhola também possui um material bem atualizado, e é tão comprometida quanto a brasileira, mesmo com algumas lacunas apresentadas por ambas. Os demais textos analisados necessitam de uma atualização. Faz-se necessário explorar outras GQB para maiores estudos, incluindo aquela de língua inglesa.

No arco educacional, o grafotátil é um produto que merece uma aplicabilidade versátil nas escolas, uma ferramenta que possa promover a educação técnica, a inclusão em aula e o rompimento de obstáculos no entendimento da disciplina. Não é uma ferramenta 100% eficaz, mas para as necessidades especiais, e também para os videntes, proporciona uma aproximação de entendimento otimizada. A inclusão é de fato realizada quando o mesmo material é manuseada por todos os alunos, sem distinção.

É recomendável o uso do programa MONET, que completa parte das atividades em braille, com o programa Braille Fácil, proporcionando um duo de atividades harmonicamente entrosadas para a impressão do material elaborado. Este, de momento, pode suprir tatilmente a ausência de signos específicos para alguns exemplos.

É importante também considerar o exemplo da translineação da ONCE no modelo brasileiro.

Estudantes com deficiências visuais e outras deficiências estão chegando ao ensino superior, conforme observado na 1ª tabela desta dissertação (p.34). A tabela mostra que esses alunos estão conquistando os seus espaços como cidadãos. Ao mesmo tempo expõe a comunidade acadêmica e outros eixos da sociedade que não estão preparados para acessibilidade.

Para sanar esta situação diante da sociedade foi elaborado o Tratado de Marraquexe, que visa acessibilizar conteúdos de livros para pessoas com deficiências visuais.

No caso da química é importante amadurecer o uso de fórmulas bastão e habilitar cientificamente os alunos que queiram estudos mais específicos, como a projeção de cavaletes / Fischer, por exemplo.

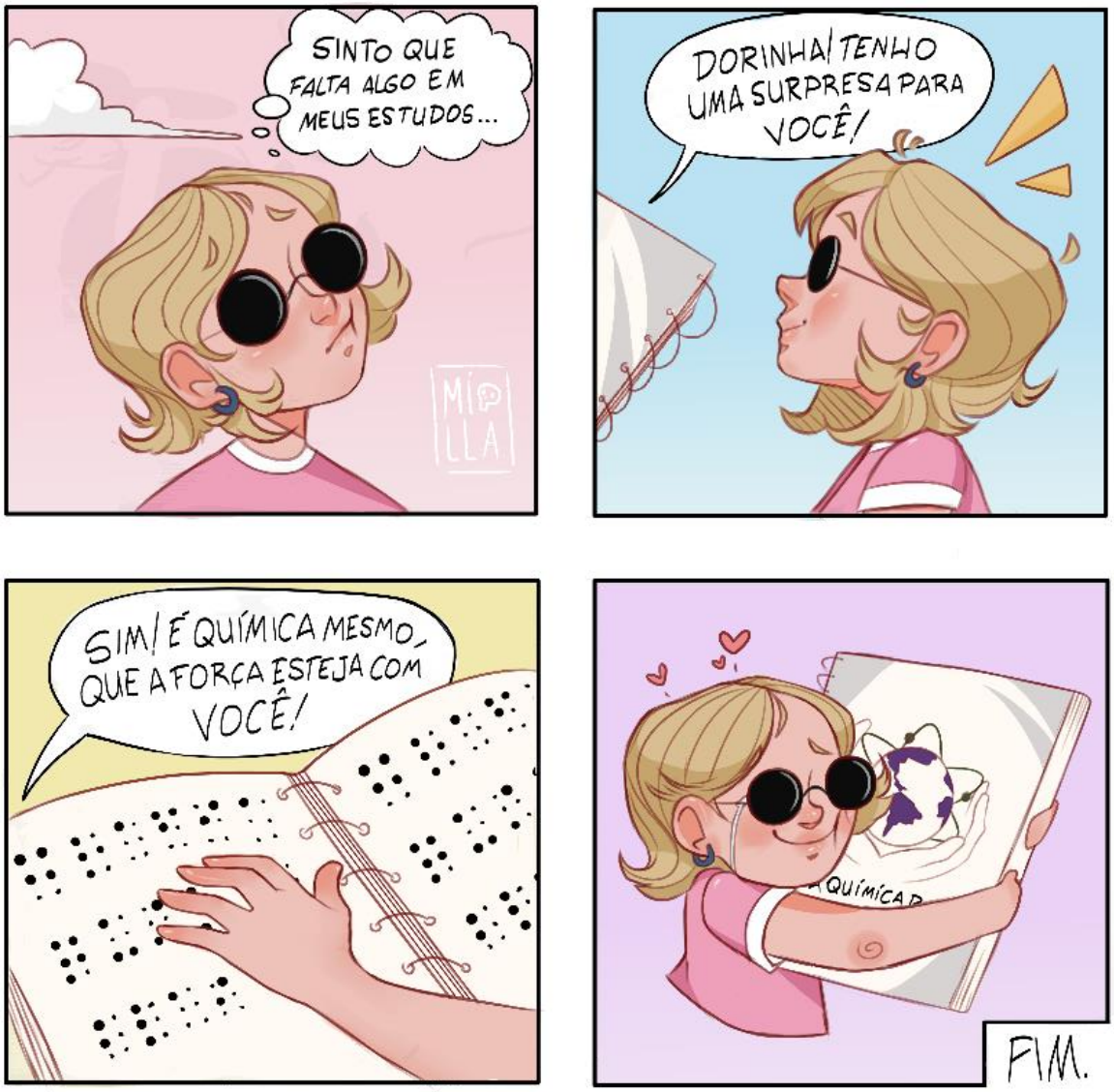
Em especial, o trabalho faz refletir como a escrita química é uma linguagem rica em detalhes e, em certos momentos, complexa, mesmo para o público comum. Fica fácil imaginar a dificuldade em se respeitar todas as especificidades desta linguagem quando transportada para o sistema braille. Braille também proporciona alto grau de complexidade ao aluno no seu novo cotidiano. Nada melhor do que estudar e vencer as barreiras existentes no aprendizado.

Por fim e não menos importante queremos que uma próxima etapa deste trabalho envolva o teste do produto com alunos do ensino médio e adultos voluntários, ambos deficientes visuais. Outra etapa envolve a revisão do texto por revisores qualificados e capacitados no tema. Isso validará o material, que poderá ser disponibilizado para as escolas.

A figura 115 simboliza a chegada de um material feito para os alunos, com base nos estudos e pesquisas que conduzirão a importância da química para futuros cidadãos e profissionais de uma nação. Este é o desejo em realizar esse trabalho, tornando-se um material físico, colaborativo aos alunos, professores regentes,

professores de educação especial e Inclusiva, mediadores, e tantos outros profissionais como transcritores e adaptadores, revisores. Todos e muitos mais em um objetivo de fazer acontecer.

Figura 115: ilustração da personagem Dorinha recebendo a GQB para estudar, a arte é da @d4rkmilla[36].



[36] **@d4rkmilla**: jovem ilustradora Camilla Trigona Barros, desenhou a personagem Dorinha, do Mauricio de Sousa, no seu traçado criativo, aluna de Desing da PUC-Rio.

E tudo isso só terá valor na prática, com ação e atitude, com respeito e paciência, olhar diferenciado e humano, perseverança e generosidade, paixão no que faz e com muita amorosidade ao próximo.

A figura 115 foi liberada com audiodescrição para a divulgação na Página do FaceBook do Inclusão Nerd: https://www.facebook.com/InclusaoNerdOficial/photos/a.222277454982611/944563699420646 .

Inclusão Nerd possui registro no **Registro.BR**, e se encontra acessível nos demais domínios na internet como:

AD: ícones a seguir são figuras de computadores, para ilustrar as redes sociais;

- Facebook: https://www.facebook.com/InclusaoNerdOficial Instrumento mais utilizado no momento para divulgar tirinhas com audiodescrição e divulgações sobre acessibilidade;
- YouTube: https://www.youtube.com/channel/UCCQ8JDhoBKizYnSAGXwNIpA Veículo que possui apenas dois vídeos, sendo o último uma simpática entrevista;
- Instagram: https://www.instagram.com/inclusaonerd/ Ferramenta pouco utilizada (até o momento), com objetivo de divulgação de projetos, informativos, novidades nerds com acessibilidade, educacional e cultural, entre similares;
- Twitter: https://twitter.com/InclusaoN Ferramenta na mesma proporção do Instagram, pouco utilizado até o momento;
- Com o auxílio dessas ferramentas, realizei uma entrevista pelo podcast oficial do IBC sobre audiodescrição para tirinhas e informativos do mundo nerd, geek, pop oriental, e que pode ser acessada pelo seguinte link: https://www.youtube.com/watch?v=0NhpOi7GkPI .

Durante o desenvolvimento deste trabalho foram verificadas necessidades de um meta-modelo (construção de regras modelos produtivos), focando na confecção do material especializado. São necessárias algumas etapas para a escrita em tinta (word) e em braille (Braille Fácil).

A construção de uma ferramenta prática como o grafotátil, exige do transcritor / adaptador muita atenção nas ferramentas digitais. Neste trajeto, pode-se apontar que o programa Braille Fácil migra arquivos no programa Monet, promovendo a

finalização de etapas que nenhuma grafia braille atual responde para a execução dos materiais.

Pensando no Monet e no Musibraille[37], a química sempre inspirou programas / softwares para simplificar escritas anteriormente feitas apenas em papel e anotações pessoais de estudos. Com a informatização, essas escritas careceram de recursos de entendimento que os programas de texto não proporcionam, nem na opções “Inserir → Equações”, que são restritos às fórmulas das linguagens matemáticas.

A música conquistou programas próprios em função de sua natureza diferenciada, no qual é possível registrar todos seus signos musicais para a conclusão de uma obra. E um imenso ponto a observar é que ela já possui uma escrita braille computadorizada, MUSIBRAILLE.

A química também caminha para essas conquistas próprias de softwares, que permitem esquematizar e migrar as imagens para os programas de texto, clareando os entendimentos sobre a natureza da química. Como já dito, a ferramenta adotada aqui foi o ChemSketch. Não há nenhum sistema similar para a escrita química no sistema Braille. Seria maravilhoso ter um sistema como esse, bem como migrar os arquivos como é feito do Monet para o Braille Fácil.

De momento o aconselhamento é imersão na GQB e o uso no Monet para estruturas maiores, adotando folhas amplas para assegurar a fidelidade do registro em tinta. É importante frisar que a melhor estratégia ainda seria o uso de materiais tridimensionais (impressoras 3-D).

Além dessas observações, outro tópico de importância é promover um sítio de hospedagem para um repositório de compostos químicos confeccionados no sistema Braille, similar ao do musibraille com algumas partituras na musioteca.

12.1. RECOMENDAÇÕES & PROPOSTAS

Aqui ficam registradas algumas futuras propostas para os materiais adaptados. Embora tenham sido citadas algumas observações no campo da informatização, o foco é o grafotátil em sua breve confecção física. Pensando nisso foram pontuadas algumas recomendações.

[37] **Musibraille:** é um software de escrita musical de partituras no sistema braille;

O uso de livros didáticos mais atuais, que já deveriam chegar com as transcrições devidas pela editora, ainda não é uma prática comum. Os transcritores realizam a tarefa apontada pelo professor regente, transcrevendo parte dos livros para o alunado.

O grafotátil pode e deve ser manejado em conjunto de outras ferramentas pedagógicas, por exemplo modelos moleculares.

12.1.1. Aplicação dos Testes e Entrevistas

Durante as futuras aplicações dos testes dos materiais é aconselhável não se limitar apenas nas considerações do grafotátil, mas observar atentamente as formas do tatear, e como é explorado o conteúdo bidimensional. Se possível filmar com autorizações. Notar se há conforto e facilidade de entendimento dos participantes. Anotar ao máximo sobre desconforto e obstáculos de entendimento.

12.1.2. Público Participante

Previamente verificar a possibilidade de testes com alunos no ensino médio, ex-alunos que vivenciaram os estudos de química. Convidar videntes transcritores, adaptadores, diagramadores, e até profissionais de design para trocas de experiências.

Estar receptivo às críticas e praticar a empatia para desenvolver as etapas com eficácia. Analisar as falas dos participantes, registrar em vídeo e áudio (com as devidas autorizações).

Executar as etapas de validação, preferencialmente no Rio de Janeiro, São Paulo, Mato Grosso do Sul, e talvez, Paraguai no idioma espanhol e guarani.

12.2. NOVAS PESQUISAS

12.2.1. Acompanhamento das Atualizações dos Livros Didáticos

Neste ano de 2021 a abordagem sobre o *Novo Ensino Médio*[38], em várias mídias tem se intensificado. No caso específico deste trabalho sugerimos o diálogo sobre o Novo Ensino Médio entre os professores especializados de Química, da Educação Especial e Inclusiva e também com as equipes de transcritores e revisores.

Debates e esclarecimentos sempre são bem vindos, e promover olhares diferenciados nos objetivos de acolhimento inclusivo evita uma segregação velada. A matrícula do aluno não garante a qualidade de ensino, principalmente quando o mesmo necessita mecanismos próprios de comunicação.

Ansiamos, em futuro breve, livros de química no sistema braille através das atualizações dos livros e cumprimento das leis.

12.2.2. Acompanhamento das Tecnologias Assistivas

Acompanhar e vigiar as novidades que são facilitadores de comunicação, promovendo estes recursos de forma pedagógica.

12.2.3. Não Acabou

O trabalho aqui proposto será sempre atualizado em função das novidades que surgirem na área. A inserção de estudos dessa natureza nos cursos de licenciatura possibilitará o desenvolvimento de outras disciplinas, que não a Química, incentivando a real acessibilidade para estudantes não videntes.

[38] **Novo Ensino Médio**: para maiores informações < http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=40361>

13. REFERÊNCIAS

ABREU, E. M. de A. C., SANTOS, F. C. dos, FELIPPE, M. C. G. C., OLIVEIRA, R. F. C. de, **Braille!? O que é isso?** , São Paulo / SP, Série Dorina Nowill, Fundação Dorina Nowill para cegos. 1ª edição, 2008.

ACAP, Grafia Química Braille, Comissão de Braille – Associação dos cegos e Amblíopes de Portugal / Secretariado Nacional de Reabilitação. Portugal, 1993.

ALJAN, V, CERQUEIRA, R. K. , **Curso de Orientação e Mobilidade**, 01/2019, 40 slides,.

ALINGER, N. L., CAVA, M. P., JONGH, D. C. de, JOHNSON, C. R., LEBEL, N. A., STEVENS, C. L., traduzido por ALENCASTRO, R. B., PEIXOTO, J. de S., PINHO, L. R. N. de, **Química Orgânica**, , Rio de Janeiro / RJ, LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora. Segunda edição, 1976.

AMORIM, D., **IBGE confirma que se prepara para coleta do Censo Demográfico em junho de 2022**. Site economia.uol.com.br. Acessado em 29-08-2021: economia.uol.com.br/noticias/estadao-conteudos/2021/06/29/ibge-confirma-que-se-prepara-para-coleta-do-censo-demografico-em-junho-de-2022.htm

ARAUJO NETO, W. N., **Estudos sobre a Noção de Representação Estrutural na Educação em Química a Partir da Semiótica e da Filodsofia da Química**, artigo. Revista Virtual de Química, 2012, 4 (6), 719-738. ISBN: 1984-6835.

ARCARO, G., **Mucilagem de *ocotea puberula (RICH) NESS.*: Desenvolvimento de um fitomedicamento e testes "*in vivo*" para cicatrização de feridas**, Ponta Grossa / PR, Dissertação para obtenção de Mestre na Área de Ciências da Saúde, 2018.

Associação Brasileira de normas Técnicas, **ABNT NBR 9050 – Acessibilidade e edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**, Rio de Janeiro / RJ, 2004.

Associação Brasileira de normas Técnicas, **ABNT NBR 9050 – Acessibilidade e edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**, Rio de Janeiro / RJ, 2015.

BEAUDOIN, J.; CAYOUETTE, J-E.; FERLAND, P.; GAGNON, R.; GRANT, I; LACHAPELLE, J.; VÉRONNEAU, J., **Code Braille Scientifique Québécois Pour La Transcription Des Mathématiques Et De La Chimie (CBSQ)**, Québec – Canadá, 2014. Acessado em 13-04-2020: https://www.banq.qc.ca/documents/services/services_specialises/services_adaptes/CBSQ.pdf

BELTRAN, M. H. R., **O tetraedro de van't Hoff: algumas considerações sobre o papel dos modelos na história da química e no ensino**, Atas do IX Encontro nacional de Pesquisa em educação em Ciências – IX ENPEC. São Paulo, 2013.

BERTALLI, J. G., RAMOS, E. S., SIQUEIRA, O. S. **Modelo atômico alternativo para o ensino de geometria molecular para deficientes visuais**. Brasília / DF, XV ENEQ, 2010.

BERNARDO, F. G., GARCEZ, W. R., **O uso do soroban como ferramenta e instrumento de aprendizagem no processo de inclusão**, São Paulo – SP, Encontro Nacional de Educação Matemática – Educação Matemática na Contemporaneidade: desafios e possibilidades, Minicurso, 2016.

BORGES, J. A. de S. & PEREIRA, A. C. C., **O estado da arte sobre políticas públicas para pessoas com deficiência no Brasil: dialogando sobre transversalidade e educação**. Brasília / DF, Revista do Servidor Público, OUT/DEZ de 2016.

BRASIL, **O que é Legislação**. Brasília / DF. Câmara do Deputados, acessado em 06-08-2018: http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-mistas/cpcms/normativas/oqueelegislacao.html

_____. **Censo Demográfico 2000**, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2000.

_____. **Censo Demográfico 2010**, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010.

_____. **Censo 2020 adiado para 2012**, IBGE, acessado em 09-06-2020: https://www.ibge.gov.br/novo-portal-destaques/27161-censo-2020-adiado-para-2021.html

_____. **Decreto 3.298/1999**, Brasília / DF, Senado Federal, 1999.

_____. **Decreto 5.296/2004**, Brasília / DF, Senado Federal, 2004.

_____. **Descobrindo os cinco sentidos, Série plano de Aula** – Ciências, MEC – Ministério da Educação. Acessado em 01-06-2018: http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000016754.PDF

_____. **Estatuto da Pessoa com Deficiência**, DF – Brasília, Senado Federal, 2015.

_____. **Grafia Braille para a Língua Portuguesa**, Brasília / DF, 3ª edição, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Brasília / DF, 2018.

_____. **Grafia Química Braille para o uso no Brasil**, 3ª edição, Ministério de Educação, Secretaria de educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão, e Diretoria de Políticas de Educação Especial. DF – Brasília, 2017.

_____. **Grafia Química Braille para uso no Brasil – ERRATA nº1**, Ministério de Educação, Secretaria de educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão, e Diretoria de Políticas de Educação Especial. DF – Brasília, 2018. Acessado em 12-01-2019: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=121211-grafia-quimica-braille-para-uso-no-brasil-errata-1&category_slug=agosto-2019-pdf&Itemid=30192

_____. **Lei 7.853 de 24 de Outubro 1989**, DF – Brasília, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos, 1989.

_____. **Lei 13.415/2017, Lei do Novo Ensino Médio**. Ministério da Educação .Acessado em 28-08-2021: http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=40361

_____. **Lei nº 13.861**, Brasília – DF, acessado em 09-06-2020: https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2019/lei-13861-18-julho-2019-788841-publicacaooriginal-158748-pl.html

_____. **Normas Técnicas para a produção de textos em braille**, Brasília / DF, Ministério da educação, Secretaria de Educação Especial. 2006.

_____. **Normas Técnicas para a produção de textos em braille**, Brasília / DF, 3ª edição, Ministério da educação, Secretaria de Educação Especial, 2018.

_____. **Portaria nº 657 de 7 de março de 2002**, DF – Brasília, Secretaria de Educação Especial, 2002.

_____. **Tecnologia Assistiva**, Brasília – DF, Secretaria Especial dos Direitos Humanos, Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência, Comitê de Ajudas Técnicas, 2009.

CHAGAS, A. P., **100 anos de Nobel – Jacobus Henricus van't Hoff**, Química Nova na escola, nº 14, novembro de 2001.

CARAMORI, G. F., OLIVEIRA, K. T. de, **Aromaticidade – evolução histórica com conceito e critérios quantitativos**, Química Nova na escoa, Vol. 32, nº7, p1871-1884, 2009.

CBSQ, **Code Braille Scientifique Québécis pour la transcription des Mathématiques et de la Chimie**, Québec – Canadá, 2014.

Commission pour l'évolution du braille français, **Notation braille dans le domaine de la chimie**. França, 2008. Acessado em 13-04-2020: https://www.avh.asso.fr/sites/default/files/braille_chimie_2008_v2_21_oct_09_0.pdf

COELHO, A. L., **Química Inorgânica II**, editora ABEU – Ed UECE / UAB, 1ª edição Fortaleza CE, 2015, p.: 17-18. Acessado em 28-05-2021: educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/431889/2/Livro_Quimica%20Inorganica%20II.pdf

COSTA, P., FERREIRA, V., ESTEVES, P., VASCONCELLOS, M., **Ácidos e Bases em Química Orgânica**. Porto Alegre / RS, Sociedade brasileira de Química, editora Bookman, 2005, reimpressão 2006.

COUTINHO, F.M.B., OLIVEIRA, C.M.F., **Reações de Polimerização em Cadeia - Mecanismo e Cinética**, Rio de janeiro / RJ, Editora Interciência, 2006.

CRUZ, A. G. B. da, Química Inorgânica I – IC – 614. UFRRJ. Acessado em 22-08-2021: academia.edu/39248999

DUARTE, T., R., **Transcrição e impressão braille no programa braille fácil**, Instituto Benjamin Constant, Coleção Caminhos e Saberes, Rio de Janeiro, 2019.

FARIAS, F. M. C. de, **Química Orgânica – Sala de Leitura**, acessado em 20-02-2019: http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_quimica_organica.pdf

DIREITONET, **Promugada**, Direito Constitucional: 21/Dez/2009. Acessado em 06-07-2018: https://www.direitonet.com.br/dicionario/exibir/911/Promulgada

FEIJÓ, A. R. A., PINHEIRO, T. S. de P. M, **A Convenção da ONU sobre o direito das Pessoas com Deficiência e seus efeitos no Direito Internacional e no Brasileiro**, Revista de Direito Brasileira, ano 3, volume 6, Set-Dez/2013.

Grande Enciclopédia Larousse Cultural, volumes: 13 (3116), 14 (3512), editora Nova Cultural, São Paulo – SP, 1998.

IBC, **Manual de adaptação de textos para o sistema braille**, Rio de Janeiro / RJ, 2018.

IFSC, **Órgãos dos Sentidos**, apostila de Fisiologia, curso de Biologia. Universidade de São Paulo – Campus São Carlos, Instituto de Física de São Carlos (IFSC), 2010. Acessado em 06-08-2018: http://biologia.ifsc.usp.br/bio2/apostila/apost-fisiol-parte1.pdf

IPECE, **Panorama das Pessoas Portadoras de Alguma Deficiência no Ceará**, Enfoque econômico, número 23, página 02. CE, fev/2012. Acessado em 08-01-2020: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2012/12/EnfoqueEconomicoN23_27_02_2012.pdf

KONRAT, C. A., **Órgão dos Sentidos**, Santo Ângelo / RS, Universidade regional Integrada – Campus Santo Ângelo, material de estudo das aulas do curso de Psicologia na disciplina de Anatomofisiologia. 2008, acessado em 01-06-2018: https://afh.bio.br/sistemas/sensorial/1.php.

LISBOA J. C. F., BRUNI, A. T., NERY, A. L. P., **Química ensino médio**, São Paulo / SP,coleção: Ser Protagonista, volume único parte III, editora SM. 2016.

LUPUTINA, R. de M., e OLEGÁRIO, M. O., **A importância do Soroban**. Site: BengalaLegal.com – publicado em 10-08-2016. Acessado em 15-05-2019: http://www.bengalalegal.com/soroban2

MATTOS, W. M., **Equilíbrio de complexos e quelatos**, LCE-108 – Química Inorgânica e Analítica. Acessado em 15-04-2021: http://www.esalq.usp.br/departamentos/lce/arquivos/aulas/2016/LCE0108/Equilibrio_de_complexacao.pdf

MENEZES, Ebenezer Takuno de. Verbete CAP (Centro de Apoio Pedagógico para Atendimento às Pessoas com Deficiência Visual). **Dicionário Interativo da Educação Brasileira - EducaBrasil**. São Paulo: Midiamix Editora, 2001. Acessado em 20-01-2021: https://www.educabrasil.com.br/cap-centro-de-apoio-pedagogico-para-atendimento-as-pessoas-com-deficiencia-visual/

MÓL, G. S.; NEVES, P. R.; RODRIGUES, S.; VIDIGAL, A.; FREITAS, A. A. **Ensinando e experimentando química com alunos deficientes visuais**, Goiânia / GO – XII encontro nacional de ensino de química, 2004.

MONTEIRO D., GRAÇA, Y., **Química 3º ano Ensino Médio**, conteúdos e habilidades, unidade II – Tecnologia. Slides. Acessado em 12-06-2020: https://centrodemidias.am.gov.br/storage/dmdocuments/18M3QUI010P2.pdf

MOTTA, L. M. V. de M., **Audiodescrição: o que é, benefícios, público alvo e aplicabilidade**, Apostila do curso de Aperfeiçoamento em Audiodescrição na Escola. UFJF / EaD, 2018.

NUPED, **Pessoas com Deficiência e Direitos Humanos**, Defensoria Pública do Estado do Rio de Janeiro. RJ / Rio de Janeiro, 2018, página 02. Acessado em 08-01-2020: http://www.defensoria.rj.def.br/uploads/arquivos/83a00883681a4469866829a2bc0ee961.pdf

ONCE, **Signografia Braille para Química Linear – Documento Técnico B6-1 de la Comisión Braille Española**, España, Madrid, Comisión Braille Española, ONCE – Organización Nacional de Ciegos Españoles. Espanha, 2014.

ONCE, **Signografia Braille para Química Bidimensional – Documento Técnico B6-2 de la Comisión Braille Española**, España, Madrid, Comisión Braille Española, ONCE – Organización Nacional de Ciegos Españoles. Espanha, 2014.

PANICO, R., POWELL, W.H., RICHER, J-C., **Guia IUPAC para a Nomenclatura de compostos orgânicos**, tradução: Amélia Pilar Rauter, Ana Cristina Fernandes, Bernardo Herold, Hermânia Maia e José Augusto Rosário Rodrigues. Editora Lidel, Lisboa, Portugal, 2010.

PEREIRA, S. L. P. de O.; SILVA, J. L. P. B., **A Aprendizagem Química para alunos que apresentam deficiência visual**. Brasília / DF, XV ENEQ, 2010.

PEREIRA, F., SOUSA, J. A., MATA, P., LOBO, A. M., **Desenvolvimentos no ensino da química a cegos e a grandes amblíopes**, Química – Química e Ensino 112, Portugal, 2009. Acessado em 14-07-2020: https://www.academia.edu/861543/QU%C3%8DMICA_E_ENSINO_DESENVOLVIMENTOS_NO_ENSINO_DA_QU%C3%8DMICA_A_CEGOS_EA_GRANDES_AMBL%C3%8DOPES

PERUZZO, F. M., CANTO, E. L. do. **Química na abordagem do cotidiano**, São Paulo / SP, volume único, 4ª edição. Editora Moderna, 2012.

PIRES, R. F. M.; RAPOSO, P. N.; MÓL, G. S. Adaptação de um livro didático de Química para alunos com deficiência visual. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, n.6, 2007. Anais... Florianópolis, 2007. Acessado em 20-04-2020: http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p657.pdf

PLENARINHO, **Plenarinho** – o jeito criança de ser cidadão. Site destinado às crianças. Acessado em 27-10-2018: https://plenarinho.leg.br/index.php/2018/03/20/dorina-nowill/

Portal de Acessibilidade, acessado em 18-06-2019: http://www.portaldeacessibilidade.rs.gov.br/uploads/1468607913Aula_02.pdf

QUOOS, S. R. C., **A importância da percepção visual na aprendizagem como uma visão neuropsicopedagogica**, Curitiba / PR, Monografia de pós graduação da Universidade Tuiuti do Paraná. 2008.

REIS, M., **Química 3**, Química Ensino Médio, manual do professor. Editora Ática, 1ª edição, São Paulo / SP, 2013. Acessado em 04-10-2019: https://docero.com.br/doc/nx5ev0

RODRIGUES, J. A. R., **Nomenclatura de compostos Orgânicos Segundo as recomendações da IUPAC. Uma breve introdução**, Chemkeys – Liberdade para aprender, Universidade estadual de campinas, Instituto de Química, Campinas / SP, 2011.Acessado em 30-01-2020: http://coral.ufsm.br/quimica_organica/images/nomenclat_IUPAC.pdf

SALTON, B. P., AGNOL, A. D., TURCATTI, A., **Manual de Acessibilidade em Documentos Digitais**, IFRS/CTA, Bento Gonçalves – RS, 2017. Acessado em 20-04-2020: https://cta.ifrs.edu.br/livro-manual-de-acessibilidade-em-documentos-digitais/

SANCHEZ-PEREIRA, D., **Ensinando química na linguagem braille: a inclusão dos deficientes visuais com a ciência**, Rio de Janeiro / RJ. Monografia de conclusão do curso de Especialização em Ensino de Química IQ / UFRJ, 2013.

_____. **Audiodescrição para tirinhas, charges e histórias em quadrinhos: novos (con)textos didáticos nas aulas de ciências**. Relatos de Experiência do curso de Aperfeiçoamento em Educação Especial e Inclusiva do CECIERJ, 2020.

SANTOS, A. L., **Guia Prático de utilização do CHEMSKETCH**, UFAC. Rio Branco – AC, 2016. Acessado em 12.06.2020: http://www2.ufac.br/mpecim/menu/produtos-educacionais/2014/produto-educacional-alcides-loureiro-santos.pdf

SANTOS, O. S., BOTERO, W. G., BARBOSA, J. C. S., **O Ensino de Química para Deficientes Visuais: Elaborando Materiais Inclusivos em termoquímica**, IV ANNQ, UFRN, 2011.

SANTOS, R. C. dos e VIANNA, C. C. de S., **Observação da revisão de gráficos e tabelas de estatística adaptados em livros didáticos de matemática em Braille produzidos pelo Instituto Benjamin Constant**, Rio de Janeiro / RJ, Seção Artigos, p. 29-54, Revista Benjamin Constant, Ministério da educação – MEC, ano 23, nº. 60, v.1, jan-jun de 2017.

SDH – Secretaria de Direitos Humanos, **Cartilha Censo 2010 – Pessoas com Deficiência**. Páginas 7 e 8, Brasília / DF, 2012. Acessado em 08-03-2020: http://www.unievangelica.edu.br/novo/img/nucleo/cartilha-censo-2010-pessoas-com-deficienciareduzido.pdf

SEBATA, C. E., **Aprendendo a imaginar moléculas: uma proposta de ensino de geometria molecular**, Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília – DF, 2006.

SILVA, A. C. da, **A Importância do desenvolvimento de um material Grafotátil na área de química para alunos cegos e de baixa visão**, Rio de Janeiro / RJ, Monografia Especialização de Educação Especial e inclusiva, Cândico Mendes, 2017.

SOLOMONS, T. W. G., FRYHLE C. B., **Química Orgânica – volume 1**. Rio de Janeiro / RJ, 8ª edição, LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. 2005, p.03, 42.

SOUSA, M. de, **Turma da Mônica nº 221**, editora Globo, São Paulo / SP, 2004.

SOUZA, C. O., **Apostila de Ciências – órgão dos sentidos: assunto do teste**, Salvador / BA, Escola D. Pedro I, 2009.

TOMA, H. E., **Estrutura Atômica, Ligações e Estereoquímica**, , São Paulo / SP Coleção de química conceitual volume 1. Editora Blucher, 2009.

UFMG, **Conceitos de Ácidos e Bases**, Química Inorgânica I , Centro de Apoio à Educação a Distância UFMG. Acessado em 22-06-2020: https://www.ufjf.br/quimica-ead/files/2013/09/QI_Aula3.pdf

_____. **Química Inorgânica I – Química de Coordenação**. Centro de apoio à educação a distância, MG. Acessado em 18-07-2021: www2.ufjf.br/quimicaead/wp-content/uploads/sites/224/2013/09/QI_Aula4.pdf

UNESCO, **Declaração Universal dos Direitos Humanos**, Brasília / DF, Representação da UNESCO no Brasil, 1998.

USBERCO, J., SALVADOR, E., **Química – volume único**. São Paulo / SP, Editora Saraiva, 5ª edição reformulada, 1ª tiragem, 2002.

QUECONCEITO, **Conceito de Legislação**, acessado em 06-08-2018: http://queconceito.com.br/legislacao

UNIDOS PELOS DIREITOS HUMANOS. **Lei Natural e Direito Natural**, acessado em 27-09-2018: https://www.unidosparaosdireitoshumanos.com.pt/what-are-human-rights/brief-history/magna-carta.html

WORLD BLIND UNION, ACESSADO EM 02-12-2020: http://www.world-blindunion.org/English/news/Pages/Millions-of-People-are-Denied-Access-to-.aspx?fbclid=IwAR3zxESaF23L1wpsHL559vU0EM3LgIo9BOh54XFOgretYQHdlFN9R2i05ws

13.1. WEBGRAFIA

Acessado em 14-07-2020: https://studiobraille.com.br/livros-de-quimica-em-braille/

Acessado em 14-07-2020: http://braillebug.org/

Acessado em 20-07-2020: http://www.sorobanbrasil.com.br/soroban/20-soroban-ou-soroba-qual-a-diferenca-entre-os-dois

Acessado em 20-01-2021: https://www.canoas.rs.gov.br/nappb-canoas-rs/

13.2. PROGRAMAS USADOS

BRAILLE FÁCIL: versão 4.01. Acessado em 20-03-2019: http://intervox.nce.ufrj.br/brfacil/

ChemSketch: versão acessado em 24-05-2019: https://www.acdlabs.com/resources/freeware/chemsketch/download.php

FONTE APHont, acessado em 04-03-2018: https://nl.maisfontes.com/aphont

MONET: versão r88 Acessado em 01-03-2019: http://www.acessibilidadebrasil.org.br/joomla/softwares?id=685

MUSIBRAILLE: versão 1.11 Acessado em 30-08-2021: http://intervox.nce.ufrj.br/musibraille/download.htm

YouTube Tutorial #1: https://www.youtube.com/watch?v=nzjLMip21e4&t=36s

YouTube Tutorial #2: https://www.youtube.com/watch?v=_ipd3z8gczU