

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

**ESTUDO CONCEITUAL DOS SINAIS-TERMO
DA RADIOQUÍMICA EM LIBRAS**

Joel Augusto Moura Porto*

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE EM QUÍMICA, Área de concentração: QUÍMICA.

*Orientadora: Profa. Dr^a. Karina Omuro Lupetti

**São Carlos – SP
2024**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Química

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Joel Augusto Moura Porto, realizada em 27/11/2024.

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Karina Omuro Lupetti (UFSCar)

Prof. Dr. Marcus Vinicius Batista Nascimento (UFSCar)

Profa. Dra. Rosivânia da Silva Andrade (UNIVASF)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Química.

"Comunicar ciência é como desvendar um intricado quebra-cabeça conceitual, onde cada palavra e ideia se encaixam harmoniosamente para revelar os segredos do universo."

Carl Sagan

*Dedico este trabalho a todas e todos que acreditam na
importância da inclusão e da acessibilidade.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, Inteligência Suprema do Universo.

Aos meus pais Selene e Clóvis, por serem o farol da minha vida.

Ao meu noivo Ronaldo Guedes, por estar sempre ao meu lado.

À minha orientadora, Profa. Dra. Karina Omuro Lupetti, por ter aceitado me orientar e por ser um exemplo de pessoa para todos nós, seus orientados e orientadas.

À minha amiga e colaboradora Rita de Cássia Freitas por caminhar ao meu lado nessa empreitada no universo da Libras.

A todos os meus colegas do LILAQS (Laboratório de Inclusão, Ludicidade, Arte e Química Sustentáveis) pela colaboração nas discussões em nossas reuniões do grupo de pesquisa.

A todos os meus colegas do Mestrado em Química pelo companheirismo e apoio nos estudos nas disciplinas.

Ao Programa de Pós-graduação em Química da UFSCar.

À minha família e amigos pelo apoio em todos os meus projetos, especialmente neste mestrado.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Configurações de Mãos catalogadas pelo INES.	12
Figura 2. Representação de pontos de articulação no corpo e no espaço.	13
Figura 3. Sinal de “coração” em contextos diferentes.	16
Figura 4. Sinal de árvore em Libras.	23
Figura 5. Quantitativo referente à quantidade de sinais-termos nas plataformas.	30
Figura 6. Quantitativo de sinais-termo por plataforma.....	32
Figura 7. Quantitativo de Configuração de Mão para o sinal-termo “átomo”.	34
Figura 8. Quantitativo de Configuração de Mão para o sinal-termo “próton”.	35
Figura 9. Quantitativo de Configuração de Mão para o sinal-termo “nêutron”.	36
Figura 10. Quantitativo de Configuração de Mão para o sinal-termo “elétron”.....	37
Figura 11. Quantitativo de Configuração de Mão para o sinal-termo “radiação”.....	39
Figura 12. Quantitativo total de Configurações de Mão.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Sinais-termo e plataformas nas quais podem ser encontrados.	27
Tabela 2. Plataformas de sinais utilizadas neste estudo e seus endereços eletrônicos.	28
Tabela 3. Vídeos dos sinais-termo utilizados neste estudo.	29
Tabela 4. Configurações de Mão por sinal-termo e plataforma.	45

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

- ASL – American Sign Language (Língua Estadunidense de Sinais)
- Auslan – Australian Sign Language (Língua Australiana de Sinais)
- BSL – British Sign Language (Língua Britânica de Sinais)
- Capes – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- CDPD – Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência
- CECIERJ – Centro de Ciências e Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro
- CM – Configuração de Mão
- CSL – Chinese Sign Language (Língua Chinesa de Sinais)
- ENM – Expressões Não Manuais
- EPEEM – Grupo de Estudos de Pequenas Empresas e Empreendedorismo
- GEIL – Grupo de Estudo e Inovação em Libras
- IPSL – Indo-Pakistani Sign Language (Língua de Sinais Indo-Paquistanesa)
- IS – Língua Internacional de Sinais (ou Sinal Internacional)
- ISL – Irish Sign Language (Língua Irlandesa de Sinais)
- JSL – Japanese Sign Language (Língua Japonesa de Sinais)
- LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
- LSF – Langue des Signes Française (Língua Francesa de Sinais)
- Ines – Instituto Nacional de Educação de Surdos
- Libras – Língua Brasileira de Sinais
- M – Movimento
- O – Orientação
- ONU – Organização das Nações Unidas
- PA – Ponto de Articulação
- TILS – Tradutor-Intérprete de Línguas de Sinais
- SinQui – Sinalizando Química

RESUMO

ESTUDO CONCEITUAL DOS SINAIS-TERMO DA RADIOQUÍMICA EM LIBRAS. A Radioquímica é a área da Química que estuda as interações das radiações ionizantes com a matéria e os processos envolvendo elementos radioativos, sendo fundamental para compreender fenômenos como a radioatividade, o decaimento nuclear e suas aplicações na medicina, energia e meio ambiente. Apesar de sua relevância, o ensino de Radioquímica no Brasil enfrenta diversos desafios, especialmente em relação à acessibilidade de alunos surdos. Nesse sentido, este estudo tem como objetivo analisar conceitualmente os sinais-termo utilizados na área da Radioquímica na Língua Brasileira de Sinais (Libras), buscando avaliar a perspectiva a partir da qual esses sinais são produzidos e assimilados pela comunidade surda. A pesquisa justifica-se pela necessidade de promover uma comunicação científica acessível e precisa, avaliando sinais relacionados a conceitos como átomo e partículas subatômicas, radiação e decaimento radioativo. A análise desses sinais (morfológica e icônica) revelou variações nos sinais de termos como átomo, próton, nêutron e radiação, indicando possíveis desvios conceituais que podem impactar a compreensão científica. Certas representações, por exemplo, sugerem movimentos giratórios do núcleo atômico ou de partículas como o próton e o nêutron, as quais não ocorrem de acordo com o modelo atômico de Bohr. A radiação, por sua vez, é frequentemente associada ao perigo, o que pode gerar uma visão preconceituosa e negativa associada ao campo da Radioquímica. Este estudo destaca a importância de uma comunicação clara e precisa, além da necessidade de avaliação crítica de sinais-termo de modo a garantir uma comunicabilidade, bem como conceituação apropriada de termos referentes ao campo técnico-científico.

Palavras-chave: Radioquímica, Libras, sinais-termo, Química, ensino de surdos.

ABSTRACT

CONCEPTUAL STUDY OF RADIOCHEMISTRY TERMINOLOGICAL SIGNS IN LIBRAS. Radiochemistry, a branch of Chemistry focused on the interactions between ionizing radiation and matter, plays a critical role in understanding phenomena such as radioactivity, nuclear decay, and their applications in medicine, energy, and environmental science. Despite its importance, teaching Radiochemistry in Brazil faces significant challenges, particularly regarding accessibility for deaf students. This study aims to conduct a conceptual analysis of the terminological signs used in Radiochemistry in Brazilian Sign Language (Libras), assessing how these signs are produced and interpreted within the deaf community. The research underscores the need for accessible and precise scientific communication, evaluating signs associated with concepts such as atoms, subatomic particles, radiation, and nuclear decay. Morphological and iconic analysis of these signs reveals variations in terms such as atom, proton, neutron, and radiation, which suggest potential conceptual misalignments that could impact scientific understanding. Certain representations, for instance, suggest rotational movement of the atomic nucleus or particles like protons and neutrons, which do not occur according to the Bohr atomic model. Radiation, on the other hand, is frequently linked with danger, potentially fostering a biased and negative perception of Radiochemistry. This study highlights the importance of clear and accurate communication and the need for critical evaluation of terminological signs to ensure both communicability and appropriate conceptual understanding in the technical-scientific field.

Keywords: Radiochemistry, Libras, terminological signs, Chemistry, deaf education.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS.....	5
2.1 OBJETIVO GERAL	5
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	6
3.1 LÍNGUAS DE SINAIS	6
3.1.1 Surgimento das Línguas de Sinais.....	7
3.1.2 Línguas de Sinais pelo Mundo.....	8
3.2 LIBRAS - LÍNGUA BRASILEIRA DE SINAIS.....	9
3.2.1 Estrutura, Importância e Respaldo Legal	10
3.3 SINAL E SINAL-TERMO	14
3.3.1 O TILS e os Sinais-termo.....	15
3.4 O ENSINO DE QUÍMICA EM LIBRAS E O PROCESSO DE CRIAÇÃO DOS SINAIS.....	16
3.5 BASES DA RADIOQUÍMICA.....	17
3.5.1 Breve História da Radioatividade	17
3.5.2 Conceitos Fundamentais	19
3.5.2.1 Tipos de Decaimento.....	19
3.5.2.1.1 Decaimento Alfa.....	19
3.5.2.1.2 Decaimento Beta	20
3.5.2.1.3 Decaimento Gama	21
3.6 ANÁLISE MORFOLÓGICA EM LÍNGUAS DE SINAIS	21
3.6.1 Morfemas na Libras	21
3.6.2 Derivação e Flexão	22
3.6.3 Composição e Classificadores	22
3.7 ANÁLISE ICÔNICA EM LÍNGUAS DE SINAIS	23
3.7.1 Tipos de Iconicidade	24
3.7.2 Iconicidade, Arbitrariedade e o Processo de Aquisição da Libras	24
4 METODOLOGIA	26
4.1 SINAIS-TERMO ANALISADOS.....	26
4.2 ANÁLISE DOS SINAIS-TERMO.....	26
4.3 PLATAFORMAS E CANAIS	27
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	30
5.1 BUSCAS PELAS PLATAFORMAS.....	30
5.1.1. Quantitativo de Sinais-termo.....	30
5.1.2. Quantitativo de Plataformas.....	31

5.2 ANÁLISE MORFOLÓGICA.....	33
5.2.1 Átomo e Partículas Subatômicas	33
5.2.1.1 Átomo.....	33
5.2.1.2 Próton.....	34
5.2.1.3 Nêutron	35
5.2.1.4 Elétron.....	36
5.2.1.5 Núcleo	37
5.2.2 Decaimento e Conceitos Correlatos.....	37
5.2.2.1 Decaimento Radioativo	37
5.2.2.2 Meia-vida.....	38
5.2.2.3 Isótopos.....	38
5.2.3 Radiação e seus Tipos.....	38
5.2.3.1 Radiação	38
5.2.3.2 Radiações Alfa, Beta e Gama	40
5.2.3.3 Radioativo	40
5.2.4 Aplicações da Energia Nuclear	41
5.2.4.1 Energia Nuclear.....	41
5.2.4.2 Raio X	41
5.2.4.3 Nuclear.....	41
5.2.5 Visão Geral	42
5.3 ANÁLISE ICÔNICA	47
5.3.1 Átomo e Partículas Subatômicas	47
5.3.1.1 Átomo.....	47
5.3.1.2 Próton.....	50
5.3.1.3 Nêutron	52
5.3.1.4 Elétron.....	54
5.3.1.5 Núcleo	56
5.3.2 Decaimento e Conceitos Correlatos.....	58
5.3.2.1 Decaimento Radioativo	58
5.3.2.2 Meia-vida.....	58
5.3.2.3 Isótopos.....	59
5.3.3 Radiação e seus Tipos.....	59
5.3.3.1 Radiação	59
5.3.3.2 Radiações Alfa, Beta e Gama	63
5.3.3.3 Radioativo	63
5.3.4 Aplicações da Energia Nuclear	64
5.3.4.1 Energia Nuclear.....	64
5.3.4.2 Raio X	65

5.3.4.3 Nuclear.....	66
5.3.5 Visão Geral.....	67
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69
REFERÊNCIAS.....	71

1 INTRODUÇÃO

A Química é uma ciência que desempenha um papel fundamental na compreensão e exploração do mundo dos elementos químicos, permitindo o estudo e a manipulação de átomos e moléculas. Por meio de teorias e modelos químicos, como os modelos atômicos e a teoria da ligação química, é possível entender as interações e comportamentos das partículas subatômicas, bem como a formação e estabilidade de moléculas e compostos (CHANG, 2017).

No contexto das Ciências da Natureza, especialmente da Química, a comunicação assume uma função basilar, pois é por meio dela que ideias e descobertas são compartilhadas e disseminadas. No entanto, a complexidade de muitos conceitos químicos, frequentemente abstratos e de difícil visualização, pode tornar a comunicação desafiadora.

De modo geral, a comunicação clara e concisa na Ciência é essencial para o avanço do conhecimento e a cooperação entre pesquisadores em escala global (BUENO, 2013). A correta conceituação dos termos e conceitos químicos é fundamental para evitar equívocos e garantir a precisão na disseminação de informações (TALANQUER, 2014). A homogeneização da linguagem química, por sua vez, é imprescindível para facilitar a compreensão e aplicação das descobertas em diferentes contextos de pesquisa (GOPEN & SWAN, 1990). Além disso, essa padronização permite a colaboração efetiva entre cientistas de diversas áreas e nacionalidades (BUENO, 2013).

Especialmente na área da Química, a comunicação pode ser ainda mais desafiadora quando se consideram as limitações das línguas em se tratando de conceitos abstratos de maneira profunda. Alguns conceitos químicos complexos podem não encontrar correspondência direta em palavras ou sinais cotidianos, dificultando a assimilação efetiva do conhecimento (TABER, 2018). Essas limitações podem levar a más interpretações e à falta de compreensão plena, sobretudo para aqueles que utilizam línguas de sinais que porventura não foram desenvolvidas com foco em palavras do campo científico.

Inserida nessa seara está a Língua Brasileira de Sinais (Libras). A Libras é uma língua visual-gestual utilizada pela comunidade surda no Brasil e possui seus próprios desafios quando se trata de ensinar conceitos químicos. A complexidade terminológica e a especificidade de muitos termos químicos podem requerer a

adaptação de sinais existentes ou a criação de novos sinais para melhor representar esses conceitos de maneira precisa e acessível aos surdos (BORGES, 2017). Devido a isso, o Ensino de Química em Libras demanda a colaboração de intérpretes e profissionais fluentes em Libras e conhecedores da área da Química para garantir a tradução adequada e efetiva do conteúdo.

Dentre os diversos campos da Química, a área da Radioquímica ganha destaque como um exemplo de como o Ensino de Química pode ser abordado por meio da Libras. A Radioquímica estuda a interação das radiações ionizantes com a matéria e os processos químicos envolvendo elementos radioativos (EICHROM, 2021). Ela faz parte de um tema mais amplo: a Radioatividade, a qual está presente atualmente nos currículos oficiais do Ensino Médio (BRASIL, 2006).

Pinto e Marques (2010) avaliam que, muito embora seja de grande importância o ensino de Radioquímica no ensino médio, raramente ele é abordado na sala de aula. Grande parte das escolas delimita a abordagem desse conteúdo a uma pequena parte da unidade de físico-química. Desse modo, como naturalmente dá-se uma maior atenção à Termodinâmica, não sobra tempo suficiente para que o(a) professor(a) possa contemplar minimamente as linhas gerais do conteúdo de Radioquímica.

Além disso, muitos alunos não conseguem associar o tema ao seu cotidiano. A visão fornecida pela maior parte dos livros didáticos mostra aplicações muito distantes do dia-a-dia dos alunos, além de ter uma abordagem relativamente rasa, sem adentrar o conteúdo propriamente dito. Isso implica uma abordagem superficial, permeada por várias lacunas conceituais (DOMINGUINI et. al., 2012). O estudo da radioatividade não somente é fundamental para se entender a estrutura e funcionamento do átomo, mas também aborda uma série de questões da sociedade contemporânea, incluindo as relacionadas à energia, meio ambiente, acidentes nucleares, resíduos atômicos, medicina e outros.

Nesse contexto, o cenário da educação no Brasil apresenta um caminho marcado por muitas dificuldades, especialmente em se tratando da acessibilidade ao conhecimento tanto por parte de alunos com deficiência física ou mental quanto por alunos da comunidade surda. A história da educação de pessoas surdas mostra os inúmeros desafios por eles enfrentados ao longo dos anos. No entanto, houve também alguns pontos positivos que merecem destaque. Um deles é o reconhecimento da Libras como um meio de expressão e comunicação para as mais

variadas comunidades surdas brasileiras (BRASIL, 2002). Apesar da evolução ao longo dos anos, ainda foram deixados alguns itens a serem aprimorados no que se refere à própria formação dos alunos surdos, especialmente em se tratando de Química.

Atualmente por volta de 5% da população brasileira é surda. Isso significa, ao total, 10 milhões de brasileiros, dos quais 2,7 milhões não ouvem nada. Infelizmente, desse quantitativo poucos são os que apresentam alguma formação escolar (FREITAS, 2021). De acordo com uma pesquisa realizada em 2019 pelo Instituto Locomotiva e a Semana da Acessibilidade Surda, 32% dos brasileiros surdos não têm nenhum grau de instrução, 46% estudaram até o ensino fundamental, 15% finalizaram somente o ensino médio e apenas 7% apresentam o ensino superior finalizado (FREITAS, 2021). Isso revela o quanto ainda é preciso caminhar rumo a uma democratização no acesso dessas pessoas a espaços que, até então, são ocupados quase que por somente ouvintes.

Em se tratando de metodologias de ensino, de acordo com Feltrini e Gauche (2007), Machado (2006), Junqueira e Lacerda (2019) e Lindino et al. (2009), existem abundantes abordagens oralistas tradicionais no processo de ensino-aprendizado, além do pouco apoio a perspectivas visuais e experimentais, retardando ou mesmo não tornando possível a construção de conceitos científicos pelos alunos surdos. Desse modo, o trabalho de Tradutores-Intérpretes de Língua de Sinais (TILS) apresenta-se como basilar para se estruturar uma perspectiva muito mais centrada na preocupação do processo de aprendizagem do aluno surdo. No entanto, para que a sinalização científica, especialmente da área de Química e Radioquímica, em Libras seja, de fato, adequada, é naturalmente o primeiro passo ter uma comunicação mais assertiva, baseada em termos comuns a mais de um local ou até mesmo cidade, preocupando-se com a transmissão conceitual correta para o receptor surdo.

Nesse contexto, uma pergunta que surge é: “Os sinais-termo relacionados ao campo da Radioquímica na Libras apresentam adequação conceitual?”. Assim, um estudo que examine os diversos sinais-termo usados no ensino de Radioquímica pode ajudar a lançar um movimento que aborde as preocupações relacionadas à comunicação para ensinar Química de forma geral a alunos surdos devido aos diversos inconvenientes associados aos sinais de conceitos científicas em Libras, bem como a coerência conceitual entre o termo e o sinal.

Sendo assim, é importante avaliar a entrega conceitual, bem como possíveis ideias de *background* associadas aos sinais-termo, como percepções culturais ou mesmo do senso comum mundial. Um estudo em torno dessa questão pode sinalizar a necessidade de reavaliação de alguns sinais, uma vez que alguns deles podem não apresentar pontos de convergência entre o conceito e a estruturação do próprio sinal. Neste estudo, focaremos nossa atenção nos sinais-termo da Radioquímica.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo geral analisar os sinais-termo existentes no campo da Radioquímica na Libras com base nos parâmetros linguísticos da Libras.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Este trabalho tem como objetivos específicos:

- Identificar plataformas nacionais que apresentem sinais-termo referentes à área de Radioquímica na Libras;
- Analisar morfológicamente os sinais atualmente empregados para conceitos da Radioquímica com base na sua configuração de mão;
- Analisar a iconicidade dos sinais do campo da Radioquímica, avaliando a coerência entre a base conceitual e a estrutura do sinal-termo propriamente dito.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 LÍNGUAS DE SINAIS

As línguas de sinais são línguas completas e naturais que utilizam a modalidade visual-manual para transmitir significado, em vez de palavras faladas. Elas são expressas por meio da articulação manual combinada com marcadores não manuais. Cada língua de sinais possui sua própria gramática e léxico únicos, o que as torna distintas entre si e geralmente não mutuamente inteligíveis, embora possa haver semelhanças entre diferentes línguas de sinais (ALBUQUERQUE & XAVIER, 2022).

Os linguistas classificam tanto a comunicação falada quanto a sinalizada como línguas naturais. Ambos os tipos de línguas surgiram ao longo de um processo evolutivo abstrato e prolongado, sem planejamento meticuloso (STOKOE, 1960). Essa classificação é apoiada pela sobreposição substancial nos substratos neurais envolvidos no processamento das línguas de sinais e faladas, apesar de suas diferentes modalidades. As línguas de sinais não devem ser confundidas, no entanto, com a linguagem corporal, que é uma forma de comunicação não verbal. Além disso, os linguistas distinguem as línguas de sinais naturais de outros sistemas, como códigos manuais construídos para línguas faladas, sinais caseiros, "sinais de bebê" e sinais aprendidos por primatas não humanos.

As línguas de sinais têm se revelado essenciais para a inclusão e a participação plena das pessoas surdas na sociedade. Por meio dessas línguas, as pessoas surdas podem se comunicar com suas famílias, amigos, colegas de trabalho e participar de atividades sociais, culturais e educacionais (World Federation of the Deaf, 2021). Além disso, as línguas de sinais desempenham um papel fundamental no desenvolvimento cognitivo e intelectual das crianças surdas, permitindo-lhes aprender e compreender o mundo ao seu redor (MARSCHARK, TANG & KNOORS, 2014).

As línguas de sinais evoluíram dentro de comunidades de pessoas surdas e se tornaram centrais para a cultura surda em diferentes regiões, oferecendo um meio de comunicação independente e imersivo para essas comunidades (START ASL, 2021). As línguas de sinais não são exclusivas das pessoas surdas; familiares, incluindo filhos de adultos surdos, e até ouvintes com limitações de fala ou outros

impedimentos comunicacionais, frequentemente aprendem e usam essas línguas para garantir comunicação inclusiva e clara (HANDS & VOICES, 2023).

Para indivíduos surdos, a língua de sinais não é apenas um meio funcional, mas um componente essencial de sua identidade cultural. Ela facilita a criação de uma comunidade na qual valores, tradições e aspectos culturais podem ser estruturado e passados adiante, especialmente em ambientes como escolas residenciais para surdos, que promovem uma vivência cultural mais intensa do que ambientes escolarizados convencionais. Essas comunidades visuais proporcionam uma experiência cultural imersiva que ajuda a fortalecer o desenvolvimento de identidade e o sentimento de pertencimento entre surdos, reforçando o papel das línguas de sinais como elementos-chave na preservação e transmissão da cultura surda (START ASL, 2021).

3.1.1 Surgimento das Línguas de Sinais

A história da língua de sinais remonta a séculos atrás, com evidências de comunidades surdas estabelecendo sistemas gestuais para se comunicar antes da formalização das línguas de sinais modernas (STEINBERG & SULLIVAN, 2018). Um marco significativo na história das línguas de sinais foi o Congresso de Milão de 1880, que proibiu o uso de línguas de sinais nas escolas em favor da comunicação oral, resultando em um período sombrio para a educação e a cultura surdas (GLICKMAN, 1996). No entanto, desde então, houve um crescente reconhecimento da importância das línguas de sinais como meios legítimos de comunicação e como expressões ricas e culturais das comunidades surdas.

Diferentes países desenvolveram suas próprias línguas de sinais, cada uma com gramática e estrutura únicas. Por exemplo, a American Sign Language (ASL) é usada nos Estados Unidos e Canadá, a British Sign Language (BSL) no Reino Unido, a Língua de Sinais Japonesa (JSL) no Japão, e a Libras no Brasil (JOHNSTON & SCHEMBRI, 2007). Cada uma dessas línguas possui uma comunidade de usuários e é transmitida de geração em geração.

A Convenção das Nações Unidas sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência (CDPD), adotada em 2006, reconhece o direito das pessoas com deficiência de usar línguas de sinais em todas as áreas da vida (ONU, 2006). Esse reconhecimento destaca a importância de garantir o acesso das pessoas surdas a

serviços de interpretação em línguas de sinais, além de garantir que elas possam usar sua língua preferida em ambientes educacionais, médicos e jurídicos.

Em termos de tecnologia, avanços recentes têm permitido uma maior acessibilidade para a comunicação das pessoas surdas. Ferramentas como aplicativos de tradução de texto para línguas de sinais, videochamadas com intérpretes de línguas de sinais e recursos de acessibilidade em plataformas de mídia social têm facilitado a interação e a troca de informações (NAPOLI et al., 2020).

3.1.2 Línguas de Sinais pelo Mundo

O número exato de línguas de sinais no mundo não é precisamente conhecido. Cada país geralmente possui sua própria língua de sinais nativa, e alguns possuem mais de uma. Em 2021, a edição do Ethnologue listou 150 línguas de sinais conhecidas, enquanto o SIGN-HUB Atlas of Sign Language Structures já documentava mais de 200 línguas de sinais distintas e destacou que muitas ainda não foram descobertas ou descritas formalmente (ETHNOLOGUE, 2021; SIGN-HUB, 2024). A Língua de Sinais Indo-Paquistanesa (IPSL) é, segundo o Ethnologue, uma das mais amplamente utilizadas no mundo, sendo classificada como a 151ª língua mais "falada" globalmente (ETHNOLOGUE, 2021). Em alguns países, algumas línguas de sinais adquiriram reconhecimento legal, fortalecendo suas posições no sistema educacional e na comunicação oficial.

A ASL (American Sign Language), predominante nos Estados Unidos e em partes do Canadá, possui gramática e sintaxe próprias, diferenciando-se do inglês e apresentando influências da Língua Francesa de Sinais (LSF). Já a BSL (British Sign Language), usada no Reino Unido, utiliza um alfabeto manual de duas mãos e uma estrutura que destaca o uso de espaço e movimento para construção de significados. A JSL (Japanese Sign Language), por sua vez, é caracterizada pela incorporação de elementos culturais e linguísticos do Japão, com sintaxe distinta e um sistema de escrita específico para representar os seus sinais (NATIONAL GEOGRAPHIC, 2024). A Língua Chinesa de Sinais (CSL) é difundida em toda a China, com variações regionais e utiliza uma estrutura logográfica semelhante ao idioma falado. A Auslan (Australian Sign Language) surgiu da BSL e da Língua Irlandesa de Sinais (ISL), com dois principais dialetos regionais (NATIONAL GEOGRAPHIC, 2024; SIGN-HUB, 2024).

A Língua de Sinais Internacional (IS), usada em eventos globais, funciona como uma espécie de *pidgin* (língua simplificada usada para facilitar a comunicação básica entre pessoas que não compartilham uma língua comum) visual, facilitando a comunicação em contextos multiculturais de surdos por meio de gestos universalmente compreensíveis. As línguas de sinais refletem a diversidade cultural de suas comunidades e, assim como as línguas faladas, formam uma parte essencial da identidade e da unidade das comunidades surdas em todo o mundo.

3.2 LIBRAS - LÍNGUA BRASILEIRA DE SINAIS

A Libras é a língua de sinais utilizada pela comunidade surda no Brasil, sendo uma língua completa e natural, distinta do português falado e escrito. A Libras possui uma gramática e sintaxe próprias, utilizando a modalidade visual-manual para articular sinais. Sua história é marcada tanto por influências externas quanto pelo desenvolvimento interno dentro das comunidades surdas brasileiras (BRASIL, 2002).

A origem de Libras remonta ao século XIX, com a fundação do Imperial Instituto de Surdos-Mudos no Rio de Janeiro em 1857, hoje conhecido como Instituto Nacional de Educação de Surdos (Ines). O Instituto foi fundado pelo professor francês Ernest Huet, que trouxe elementos da LSF. A interação entre os sinais franceses e os sinais usados pelos surdos brasileiros resultou no desenvolvimento gradual de Libras (HAND TALK, 2023; INES, 2021).

Ao longo dos anos, a Libras evoluiu e se consolidou como a principal forma de comunicação entre surdos no Brasil. No entanto, a educação de surdos foi dominada pelo oralismo por muitos anos, priorizando a fala e a leitura labial em detrimento da língua de sinais. A partir da década de 1980, movimentos em defesa dos direitos dos surdos começaram a ganhar força, promovendo o reconhecimento e a valorização da Libras (INES, 2021).

A Libras possui uma estrutura gramatical que se diferencia significativamente do português. A língua utiliza o espaço tridimensional para articular sinais, envolvendo movimentos das mãos, expressões faciais e postura corporal. Além disso, Libras apresenta regionalismos e variações dialetais, refletindo a diversidade cultural e geográfica do Brasil (BRASIL, 2005; INES, 2021).

A inclusão da Libras no sistema educacional é essencial para garantir o acesso à educação para estudantes surdos. Muitas escolas e universidades agora

oferecem disciplinas de Libras, e há uma crescente demanda por intérpretes em setores como educação, saúde e serviços públicos. A Libras também desempenha um papel central na cultura surda brasileira, servindo como símbolo de identidade e resistência. Eventos culturais, como o Festival de Arte e Cultura Surda, promovem a língua e fortalecem a comunidade surda (HAND TALK, 2023).

A Libras é reconhecida como meio de comunicação e expressão dos surdos brasileiros, sem substituir a modalidade escrita da língua portuguesa, que é a língua oficial do país. Assim como outras línguas naturais, a Libras é composta por níveis linguísticos como fonologia, morfologia, sintaxe e semântica. A comunicação em Libras envolve o conhecimento dos sinais e o domínio de sua gramática para combinar frases corretamente, evitando o "português sinalizado" (BRASIL, 2002).

A Língua Brasileira de Sinais é uma língua dinâmica e essencial para a inclusão da comunidade surda no Brasil. Seu desenvolvimento e reconhecimento refletem a luta pelos direitos dos surdos e a importância de promover a diversidade linguística e cultural. Com o reconhecimento legal e a crescente presença de Libras na educação e nos serviços, o Brasil avança, ainda que de modo discreto, em direção a uma sociedade mais inclusiva e acessível para todos (BRASIL, 2005; INES, 2021).

3.2.1 Estrutura, Importância e Respaldo Legal

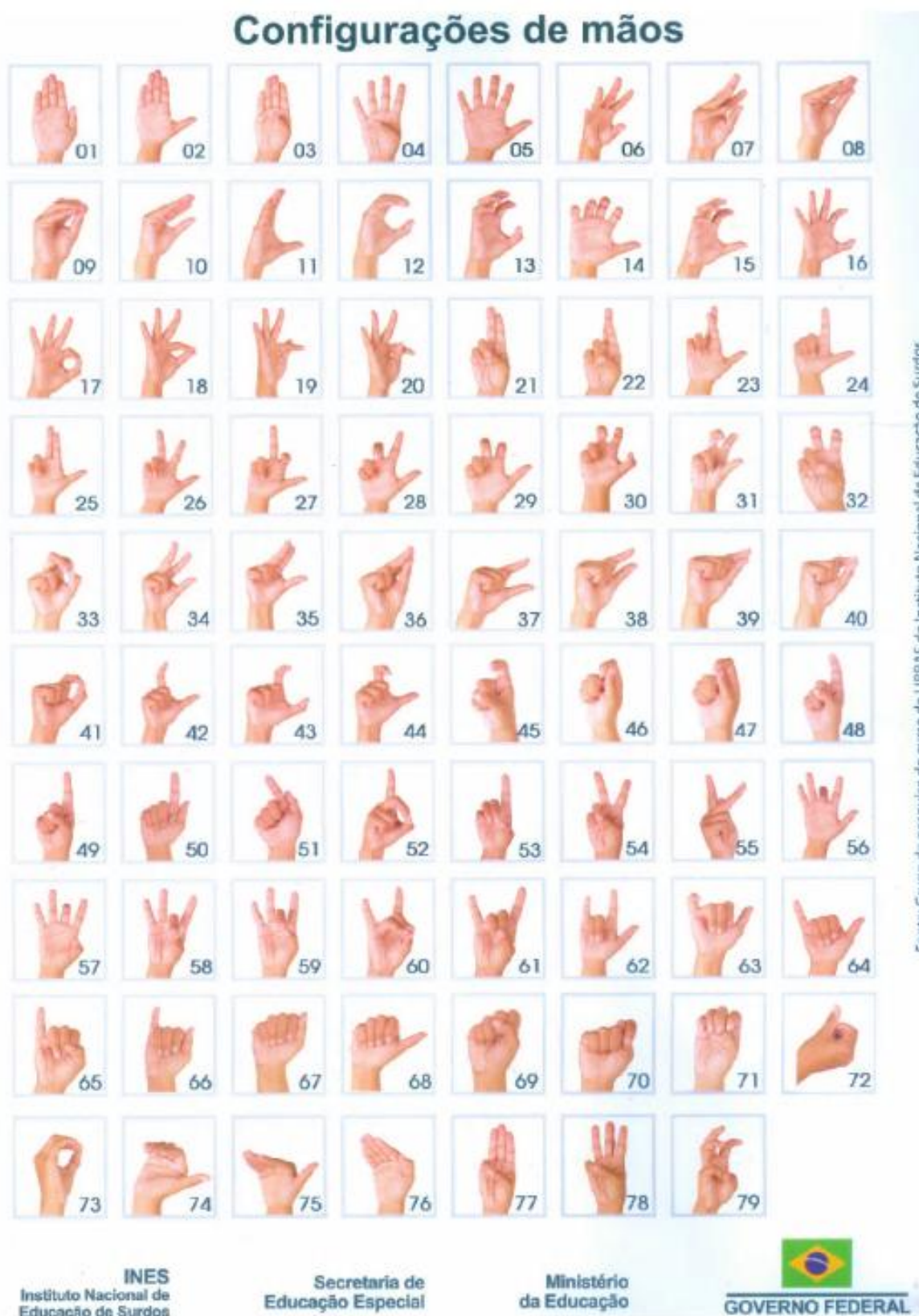
Uma das maiores autoridades em estudos de línguas de sinais, o estadunidense William Stokoe chegou à conclusão em 1960 de que línguas de sinais possuíam uma estrutura única, assim como as línguas orais. O tema foi originalmente estudado linguisticamente no Brasil por Brito (1990), depois por Karnopp (1994), Quadros (1997) e Felipe (1998). Esses estudos também demonstraram que as línguas de sinais são visuoespaciais, o que é fundamental para que os surdos se comuniquem entre si, e que possuem sintaxe e estrutura próprias.

Afinal, a Libras é uma língua ou não? É preciso primeiro rever as definições destes dois termos para responder a esta questão: a língua é um sistema de comunicação utilizado por uma sociedade que inclui vocabulário e estrutura gramatical, mesmo que a língua seja considerada como qualquer tipo de

representação da intenção comunicativa (FERREIRA, 2014). Por possuir vocabulário e estrutura gramatical únicos, a Libras é uma língua em si, e a linguagem é o ato de comunicar-se por meio da Libras (BRITO, 2005).

Assim, Configuração da Mão (CM), Ponto de Articulação (PA), Movimento (M), Orientação (O) e Expressões Não Manuais (ENM) são os cinco parâmetros fundamentais que são utilizados para a construção da estrutura linguística da Libras (QUADROS & KARNOPP, 2004). O Ines apresenta 79 permutações de Configuração de Mão (CM) que foram catalogadas até o momento (INES, 2017) (Figura 1).

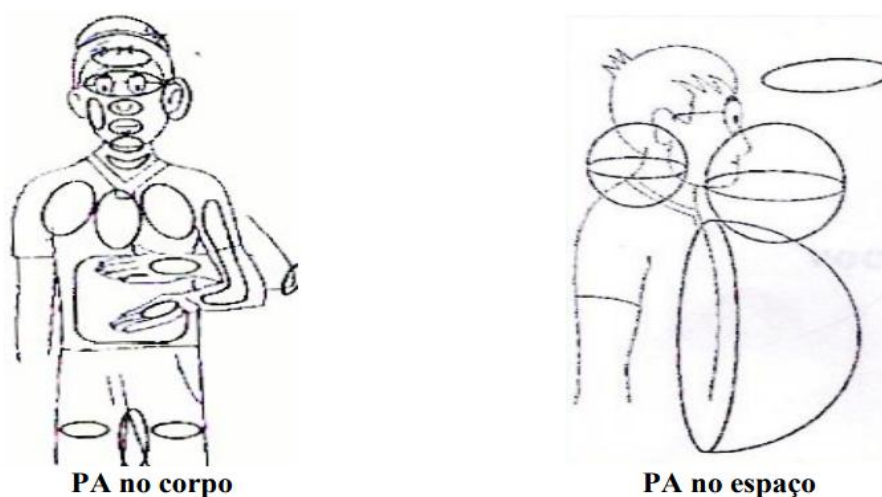
Figura 1. Configurações de Mãos catalogadas pelo INES.



Fonte: INES (2017).

Segundo Quadros (2021), Ponto de Articulação (PA) é o local no corpo ou no espaço onde o sinal é feito, conforme demonstrado no estudo de Felix (2010). A mão pode estar, por exemplo, em um espaço neutro horizontal (na frente do emissor) ou vertical (do meio do corpo até a cabeça) (Figura 2).

Figura 2. Representação de pontos de articulação no corpo e no espaço.



Fonte: FELIX (2010).

A Orientação (O) diz respeito à direção para a qual a palma da mão aponta durante a produção do sinal. Já as Expressões Não Manuais (ENM) indicam a intensidade do sinal ou se ele é uma pergunta, afirmação ou negação, podendo ser expressões faciais ou corporais (CHOI et al., 2011).

Os avanços nos estudos das línguas de sinais promoveram a expansão da legislação brasileira sobre o tema, levando à criação de leis importantes para a comunidade surda. A Lei Federal nº 10.436, de 24 de abril de 2002, reconhece a Libras como um sistema linguístico com estrutura gramatical própria, permitindo a comunicação, informação e educação dos deficientes auditivos por meio da experiência visual-motora (BRASIL, 2002).

Em 2005, o Decreto nº 5.626 regulamentou a Lei 10.436 e tornou obrigatório o ensino de Libras nos cursos de formação de professores, tanto em nível médio quanto superior. Além disso, o decreto define como surda a pessoa que, devido à perda auditiva, interage com o mundo por meio de experiências visuais e se comunica principalmente usando a Libras (BRASIL, 2005).

A legislação mais recente é a Lei nº 14.191, de agosto de 2021, que altera a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) para incluir a modalidade de

educação bilíngue de surdos. Essa lei define a educação bilíngue de surdos como a educação escolar oferecida em Libras e português escrito, garantindo o respeito à diversidade humana, linguística, cultural e identitária dos surdos, surdocegos e deficientes auditivos (BRASIL, 2021).

3.3 SINAL E SINAL-TERMO

Ao longo dos diversos processos de mutação que uma língua pode passar desde a sua formação, naturalmente surgem novos termos que visam a dar conta de novos conceitos da própria sociedade que a pratica. Tal dinâmica natural das línguas não poderia ser diferente na Libras. Nesse sentido, os falantes da Língua Brasileira de Sinais, assim como falantes de qualquer outra língua (de sinais ou não) podem apresentar novos sinais para novos conceitos ou mesmo sinais já existentes para novos conceitos que surgem.

É possível, por exemplo, ver o uso da palavra "concentração" em diferentes contextos. Em uma situação, esse termo é sinônimo de "atenção". Isto é, ter concentração implica dar atenção a um dado foco. Transpondo esse termo para aplicações da Química, não se aplica mais a ideia de ter atenção, mas sim da composição (ou mesmo proporção) de uma dada substância em uma mistura. Porém, e mais precisamente no campo da Química, a palavra "concentração" se refere à composição e quantificação de componentes de misturas (LINDINO et al., 2009).

Nesse contexto, inserem-se os conceitos de sinal e sinal-termo, que representam significações diferentes na Libras. Sinal refere-se, essencialmente, a palavras que são usadas no cotidiano, sem aplicação científica ou de algum outro vocabulário especializado. Os sinais-termo, por sua vez, representam palavras que trazem significados particulares que são oriundos de vocabulários específicos de um dado campo do conhecimento (FAULSTICH, 2014). Uma vez que há a necessidade de se diferenciar sinal de sinal-termo, é preciso que se tenha, portanto, um sinal da Libras para a palavra "concentração" no sentido cotidiano e corriqueiro da palavra, assim como deve haver um outro sinal para "concentração", quando aplicada no campo da Química.

3.3.1 O TILS e os Sinais-termo

Riegel (2016) analisa a formação científica do TILS e apresenta também alguns pontos de melhoria a serem observados com mais atenção na atuação, especialmente em sala de aula, desses profissionais. No contexto do ensino da Química, é possível que a sua atuação na tradução/interpretação de um novo conceito para o aluno surdo tenha mais influência do que deveria ter. Infelizmente, a escassa abordagem de termos do vocabulário científico ao longo de sua formação pode dificultar ou mesmo corromper o conceito base original de um sinal-termo. Ao fim, a comunicação professor-TILS-aluno apresenta ruídos que afetam diretamente a estruturação conceitual especialmente de ideias abstratas tão presentes na Química.

Um ponto bastante significativo que entra em cena nesse cenário é a falta de alinhamento, muitas vezes, no trabalho entre o professor de Química e o TILS. Muito embora o TILS possa não ter os conceitos da Química bem definidos, um planejamento prévio acerca dos assuntos a serem abordados na aula juntamente ao TILS pode ser um poderoso aliado no estabelecimento de uma comunicação efetiva, facilitando a estruturação conceitualmente mais adequada para a assimilação de novas ideias por parte do aluno surdo.

Além disso, conforme ressaltam Stadler (2019), Sperb e Laguna (2010), a falta de padronização dos sinais-termo, especialmente os voltados para a área das Ciências Naturais e, especificamente da Química, torna o processo de difusão dos sinais-termo mais difícil e inerte, uma vez que são sinais de raro uso no cotidiano e conceitos, em geral, não intuitivos. Isso implica também uma dificuldade maior na criação de sinais-termo para palavras que ainda não foram consideradas nessa seara de sinais específicos.

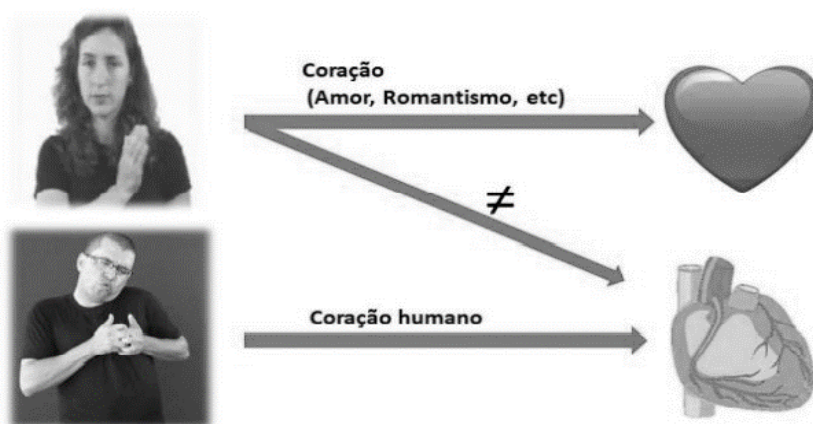
Tendo isso em vista, é relativamente comum ver alunos surdos trocando de instituição de ensino, uma vez que a assimilação de determinados sinais pode ser um entrave para o desenvolvimento do aluno naquela escola. A mudança para uma nova instituição não significa, necessariamente, a resolução de tais problemas, pois cada instituição pode, em certo grau, particularizar alguns sinais que sejam utilizados somente naquela escola. Sem saber quais sinais-termo são, de fato, os adequados, alguns TILS acabam por não ter uma definição mais precisa acerca de qual sinal-

termo deva ser usado, dada a multiplicidade de sinais para um mesmo conceito científico (JUNQUEIRA & LACERDA, 2018).

3.4 O ENSINO DE QUÍMICA EM LIBRAS E O PROCESSO DE CRIAÇÃO DOS SINAIS

A Química exige o emprego de vocabulário especializado devido ao seu alto grau de abstração. Por isso, muitas palavras possuem significados diferentes daqueles utilizados na fala cotidiana, o que pode dificultar a tradução precisa do texto (MOREIRA, 2021). É preciso deixar claro que esta é uma peculiaridade da linguagem científica em geral, não apenas da Química. Por exemplo, a palavra “coração” tem significados distintos dependendo se é usada para aludir ao lado romântico das coisas ou a um órgão físico específico (Figura 3).

Figura 3. Sinal de “coração” em contextos diferentes.



Fonte: COSTA (2012).

O emprego de uma linguagem própria para a representação da realidade e das mudanças químicas por meio de símbolos, fórmulas, normas e códigos é, portanto, o tema central de discussão quando se trata do Ensino de Química para surdos. Porém, como sua língua materna muitas vezes carece de terminologia e conceitos equivalentes, os surdos ficam impossibilitados de, por meio da Libras, dar conta de certos conceitos (REIS, 2015; SOUZA et al., 2018).

Segundo Souza e Silveira (2011) e Lacerda (2006), essa escassez resulta em distorções na tradução de conceitos químicos do português para Libras, o que

prejudica a capacidade dos alunos surdos de aprender de forma significativa nas aulas de Química.

Os estudos mencionados também enfatizam o quão importante é que educadores, estudantes surdos e TILS discutam essa questão para avaliarem conjuntamente se os sinais fornecidos são suficientes para a compreensão dos conceitos químicos.

De acordo com Faulstich (2001), um procedimento de criação de sinal deve ser iniciado após investigação e análise minuciosas no caso de um determinado sinal ser determinado como ausente ou inadequado. Para conseguir isso, uma explicação completa deve ser fornecida juntamente com exemplos do mundo real. Só então será possível atribuir um sinal ao assunto em discussão – processo que deve ser realizado apenas por surdos.

A aderência da comunidade surda é fundamental para o processo de criação e circulação de sinais-termo, pois sua aceitação nem sempre é garantida. Esse processo torna-se efetivo quando conta com a participação ativa da comunidade surda, o que pode ocorrer em paralelo ou até mesmo antes da validação especializada, tecnológica e da ampla distribuição. Além disso, o caminho sociológico para a circulação de sinais-termo inclui dimensões institucionais, pessoais e relacionais, o que reflete a importância de uma interação colaborativa e significativa entre os diferentes agentes envolvidos. Nesse sentido, impedir indicações distintas para um mesmo conceito é o objetivo desta validação, pois pode prejudicar a comunicação e a compreensão entre os falantes da Libras (RAZUCK, 2011). Segundo Costa (2018) e Saldanha (2011), a ampliação do eixo lexicográfico e a significação dos conceitos resultantes de projetos de criação de signos contribuem para um engajamento mais significativo por parte dos surdos na criação de conhecimento científico.

3.5 BASES DA RADIOQUÍMICA

3.5.1 Breve História da Radioatividade

Nos idos de 1896, Antonie-Henri Becquerel, ao estudar a fosforescência natural das substâncias, descobriu a Radioatividade. Fazendo uso de exemplares de amostras que continham urânio em certa quantidade, Becquerel foi capaz de

observar que as emissões radioativas ocorriam de forma espontânea. Essa descoberta marcou o início da Física Nuclear, representando uma das maiores descobertas da humanidade (OKUNO, 2010).

Marie Curie, uma das cientistas mais influentes da história, juntamente com seu marido Pierre Curie e Henri Becquerel, dedicou-se ao estudo da radioatividade. Em 1898, Marie Curie isolou dois novos elementos radioativos, polônio e rádio, e cunhou o termo "radioatividade" para descrever a propriedade de alguns elementos de emitirem radiação espontaneamente (CURIE, 1898). Por suas contribuições pioneiras, Marie Curie foi laureada com dois prêmios Nobel, um em Física (1903) e outro em Química (1911), tornando-se a primeira pessoa a receber esse reconhecimento em duas disciplinas distintas.

A compreensão da radioatividade como uma reação nuclear, e não apenas uma propriedade química, foi estabelecida pelo cientista britânico Ernest Rutherford. Em 1902, Rutherford postulou que a radiação alfa emitida por substâncias radioativas era composta por partículas carregadas positivamente (RUTHERFORD, 1902). Esse postulado levou à descoberta do núcleo atômico e à proposição do modelo planetário do átomo, com elétrons orbitando ao redor do núcleo, que revolucionou a compreensão da estrutura atômica.

Com o desenvolvimento da radioatividade e de seus princípios fundamentais, a Radioquímica emergiu como uma disciplina científica dedicada ao estudo das reações químicas envolvendo elementos radioativos e a aplicação de radioisótopos em diversas áreas (SEABORG, 1948). Glenn T. Seaborg, juntamente com outros cientistas, foi pioneiro na descoberta de diversos elementos transurânicos e estabeleceu o conceito de série de decaimento radioativo, que é fundamental para a datação de materiais arqueológicos e geológicos (SEABORG, 1945).

A Radioquímica desempenhou um papel crucial no desenvolvimento da Medicina Nuclear, permitindo o diagnóstico e tratamento de diversas doenças. Na indústria, a Radioquímica é aplicada em análises de traços de elementos químicos, controle de qualidade e datação de materiais (DICKSON, 2019). Além disso, na pesquisa nuclear, a Radioquímica é utilizada para a síntese de radiofármacos e em investigações de reações nucleares fundamentais (KATADA, 2012).

3.5.2 Conceitos Fundamentais

A desintegração radioativa é o processo pelo qual um núcleo atômico instável perde energia por meio da radiação. Uma substância radioativa, por sua vez, é aquela que contém núcleos instáveis (CHOPPIN, 2002). Nesse contexto, as desintegrações alfa, beta e gama são três das formas de desintegração mais prevalentes, todas envolvendo a emissão de partículas. O mecanismo responsável pela desintegração beta é a força fraca, enquanto as outras duas são reguladas pelo eletromagnetismo (gama) e pela força forte (alfa) (CHOPPIN, 2002).

Em nível atômico, a desintegração radioativa é um processo estocástico (isto é, aleatório). Segundo a teoria quântica, é impossível prever quando um átomo irá decair, independentemente de quanto tempo o átomo tenha já existido. No entanto, para um grande número de átomos de um mesmo elemento, a taxa total de desintegração pode ser descrita como uma constante de desintegração ou como meia-vida (HALLIDAY, RESNICK & WALKER, 2011). As meias-vidas dos átomos radioativos variam desde praticamente instantâneas (da ordem de nanossegundos) até consideravelmente mais longas do que a idade do universo (KRANE, 1988).

O radionuclídeo pai (ou radioisótopo pai) é o núcleo em desintegração, e o processo de decaimento produz pelo menos um radionuclídeo filho. Além da conversão interna de um estado nuclear excitado ou da desintegração gama, a desintegração é uma transformação nuclear que resulta em um nuclídeo filho com um número diferente de prótons ou nêutrons, ou ambos diferentes. Nesse sentido, ocorre a formação de um átomo de um elemento químico diferente, uma vez que o número de prótons muda (EVANS, 1955; KNOLL, 2000).

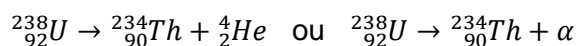
3.5.2.1 Tipos de Decaimento

Existem três principais tipos de decaimento radioativo: alfa, beta e gama. Cada um deles será discutido individualmente nos tópicos seguintes.

3.5.2.1.1 Decaimento Alfa

O decaimento alfa é um tipo de decaimento radioativo no qual um núcleo atômico produz uma partícula alfa (núcleo de hélio) e, portanto, se converte (ou

decai) em um novo núcleo atômico com um número de massa quatro unidades menor e um número atômico duas unidades menor. Uma partícula alfa é o núcleo de um átomo de He-4, composto por dois prótons e dois nêutrons, com uma massa de 4 Da e uma carga de +2e. O U-238, por exemplo, decai para gerar Th-234. Um exemplo de emissão alfa ocorre com o U-238:



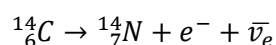
O decaimento alfa é mais comum em núclídeos mais pesados. Em teoria, ele só pode ocorrer em núcleos ligeiramente mais pesados que o níquel (elemento 28), no qual a energia total de ligação por nucleon não é mais máxima e, portanto, os núclídeos são instáveis a eventos de fissão espontânea (COHEN, 1971; KRANE, 1988).

3.5.2.1.2 Decaimento Beta

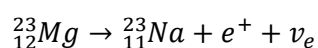
O decaimento beta é um tipo de decaimento radioativo no qual um núcleo atômico produz uma partícula beta (elétron ou pósitron rápido e energético), resultando na transformação desse núclídeo em um isóbaro. O decaimento beta de um nêutron o converte em um próton pela emissão de um elétron acompanhado por um antineutrino. A emissão de pósitron, por sua vez, converte um próton em um nêutron por meio da emissão de um pósitron acompanhado por um neutrino. A partícula beta e seu (anti)neutrino acompanhante não existem no núcleo antes do decaimento beta, mas são gerados durante o processo de decaimento.

O decaimento beta é classificado em dois tipos: beta menos e beta mais. Um nêutron é transformado em um próton no decaimento beta menos (β^-), e o processo produz um elétron e um antineutrino de elétron. No decaimento beta mais (β^+), um próton é convertido em um nêutron e o processo produz um pósitron e um neutrino de elétron, como visto anteriormente. A emissão de pósitron é outro nome para o decaimento β^+ (KOWALSKI, 1966; KRANE, 1988).

Um exemplo de decaimento β^- é o decaimento do C-14:



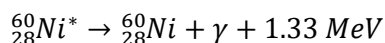
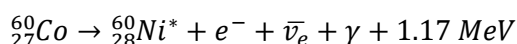
O Mg-23, por sua vez, decai em β^+ :



3.5.2.1.3 Decaimento Gama

Os raios gama são gerados durante o decaimento gama, que geralmente ocorre após outros tipos de decaimento, como o decaimento alfa ou beta. Nesses decaimentos, o núcleo filho resultante frequentemente é deixado em um estado excitado. Em seguida, em um processo conhecido como decaimento gama, ele pode decair para um estado de energia mais baixa, produzindo um fóton de raio gama.

Uma vez que os estados excitados dos núcleos atômicos tenham a quantidade necessária de *spin* nuclear, o decaimento beta ou outros tipos de decaimento radioativo também podem ocorrer para relaxar uma variedade desses estados excitados. Materiais que são bombardeados por raios gama de alta energia, elétrons ou prótons produzem raios gama "secundários" únicos devido à criação de estados nucleares excitados pelos átomos atingidos. Um exemplo é a emissão gama em Co-60.



A radiação gama é geralmente emitida de um núcleo com estado de mais alta energia dentro de 10^{-12} segundos. Outros processos nucleares, como captura de nêutrons, fissão nuclear ou fusão nuclear, também podem resultar em decaimento gama (KRANE, 1988; EVANS, 1955).

3.6 ANÁLISE MORFOLÓGICA EM LÍNGUAS DE SINAIS

A análise morfológica na Libras investiga como os sinais são estruturados e modificados para expressar diferentes significados, semelhante ao que ocorre com as palavras em línguas orais. A morfologia na Libras inclui processos como a derivação, flexão e composição, que permitem a criação e modificação dos sinais, conferindo à língua uma vasta capacidade de comunicação (QUADROS & KARNOPP, 2004).

3.6.1 Morfemas na Libras

Na Libras, os morfemas são as menores unidades de significado que constituem os sinais. Um sinal pode ser simples, contendo um único morfema, ou complexo, contendo múltiplos morfemas. Esses morfemas podem se manifestar em diferentes parâmetros, como a configuração de mãos, o movimento, o ponto de articulação e a expressão facial (QUADROS & KARNOPP, 2004). Por exemplo, o sinal para “andar” pode ser modificado em sua forma, acrescentando movimento ou intensidade, para indicar variações de significado, como "caminhar devagar" ou "andar rápido", refletindo a morfologia flexional da Libras.

3.6.2 Derivação e Flexão

A derivação na Libras refere-se ao processo de criação de novos sinais a partir de sinais já existentes, por meio da adição de elementos morfológicos. Por exemplo, o sinal de "bom" pode ser derivado em "melhor" por meio da modificação da intensidade ou da direção do movimento. A derivação é essencial para a formação de novas palavras e conceitos dentro da língua, facilitando a adaptação a novos contextos (CAPOVILLA & RAPHAEL, 2001).

Já a flexão envolve a modificação dos sinais para indicar diferentes informações gramaticais, como número (singular/plural) ou aspecto temporal. Por exemplo, o sinal para "escrever" pode ser repetido ou alterado em sua forma para indicar uma ação contínua ou frequente, como "escrever muitas vezes" (QUADROS, 1997). Além disso, a expressão facial e corporal desempenha um papel crucial na flexão, sendo utilizada para marcar tempo verbal ou intensidade da ação (FERNANDES, 2017).

3.6.3 Composição e Classificadores

Outro aspecto importante da morfologia da Libras é a composição, na qual dois sinais distintos se combinam para formar um novo sinal com um significado específico. Um exemplo clássico é a composição dos sinais para "sol" e "nascendo" para formar o sinal de "amanhecer" (QUADROS & KARNOPP, 2004). Esse processo é comum e facilita a criação de novos termos sem perder a clareza de significado.

Além disso, os classificadores são elementos morfológicos que desempenham uma função descritiva na Libras. Eles são utilizados para representar

a forma, tamanho ou posição de um objeto. Por exemplo, o sinal para "prédio" pode ser seguido por um classificador representado por ambas as mãos abertas e alinhadas, movendo-se verticalmente para mostrar a altura ou o formato do edifício. No caso de "pessoa andando", o sinal básico para pessoa pode ser combinado com a mão configurada em "V" inclinada e movendo-se para frente no espaço, representando o movimento de caminhar em uma direção específica. O sinal para "carro" pode ser seguido por um classificador que indica seu movimento ou direção em relação ao espaço ao redor, adicionando uma camada de significado ao sinal básico (BRITO, 1995). Esses classificadores são altamente produtivos na língua, permitindo descrições detalhadas e visuais.

3.7 ANÁLISE ICÔNICA EM LÍNGUAS DE SINAIS

A iconicidade refere-se à semelhança entre a forma de um sinal e o objeto ou conceito que ele representa. Por exemplo, em Libras, o sinal para árvore é feito com uma mão aberta e os dedos dispostos para imitar a forma de uma árvore com galhos. Isso ilustra a iconicidade visual, uma característica comum em sinais de objetos concretos.

Figura 4. Sinal de árvore em Libras.



Fonte: CAPOVILLA et al., 2017.

No entanto, é importante reconhecer que nem todos os sinais em Libras (ou em outras línguas de sinais) são icônicos. De acordo com estudos linguísticos, como os de Klima e Bellugi (1979), a iconicidade não é uma característica que define a língua de sinais como um todo, já que muitos sinais são puramente arbitrários, sem qualquer semelhança direta com o referente. Isso cria um sistema linguístico híbrido,

no qual arbitrariedade e iconicidade coexistem, assim como ocorre nas línguas faladas, mas em uma proporção e distribuição diferentes (KLIMA & BELLUGI, 1979).

3.7.1 Tipos de Iconicidade

Wilcox (2004) classifica a iconicidade em três categorias principais:

- Iconicidade imagética - representa uma similaridade visual direta entre o sinal e o objeto ou ação que ele representa, como no exemplo da árvore mencionado anteriormente;
- Iconicidade diagramática - envolve uma semelhança estrutural ou funcional entre o sinal e seu referente. Por exemplo, o sinal para andar em Libras pode representar o movimento de pernas caminhando;
- Iconicidade metafórica - relaciona-se a conceitos abstratos, onde o sinal usa uma metáfora visual. Por exemplo, o sinal de família em Libras envolve um círculo formado pelas mãos, simbolizando a união entre os membros familiares.

Essa classificação ajuda a entender como a iconicidade pode não ser apenas uma representação visual direta, mas também uma construção simbólica complexa (WILCOX, 2004).

3.7.2 Iconicidade, Arbitrariedade e o Processo de Aquisição da Libras

A iconicidade muitas vezes é contrastada com a arbitrariedade, que é uma característica mais comum nas línguas orais. Em uma língua falada, como a língua portuguesa, a palavra "árvore" não tem uma relação visual com o objeto que descreve, enquanto na Libras, o sinal para árvore pode evocar diretamente a imagem do objeto.

Saussure (1916) introduziu o conceito de arbitrariedade ao descrever que o signo linguístico é, em sua essência, arbitrário. Esse princípio também se aplica à Libras em muitos casos. Essa coexistência de sinais icônicos e arbitrários reforça a complexidade das línguas de sinais e reflete a natureza universal da linguagem

humana, que pode tanto representar diretamente o mundo quanto abstrair-se dele (SAUSSURE, 1916).

Alguns estudos sugerem que a iconicidade pode desempenhar um papel importante na aquisição de Libras por crianças e novos aprendizes, tanto surdos quanto ouvintes. Thompson, Vinson e Vigliocco (2010) afirmam que sinais icônicos são mais facilmente aprendidos e reconhecidos por novos usuários de línguas de sinais, devido à facilidade de criar associações mentais entre o sinal e o referente. A iconicidade pode, desse modo, ser um facilitador cognitivo no processo de aquisição de uma língua de sinais (THOMPSON, VINSON & VIGLIOCCO, 2010).

Contudo, a iconicidade nem sempre é imediatamente reconhecida por novos usuários, especialmente quando os sinais envolvem uma iconicidade mais abstrata ou metafórica. Wilcox (2004) observa que a iconicidade muitas vezes só se torna clara após o aprendente já estar mais familiarizado com o sistema linguístico da língua de sinais. Em outras palavras, a iconicidade não é uma qualidade transparente ou universalmente acessível, mas algo que pode ser subjetiva e depender de um entendimento cultural ou contextual mais profundo (WILCOX, 2004).

Embora a iconicidade seja uma característica fascinante e rica das línguas de sinais, há desafios na sua análise. As mudanças linguísticas podem transformar sinais originalmente icônicos em sinais mais arbitrários ao longo do tempo. O processo de "fossilização" de sinais icônicos é descrito por Frishberg (1975), que discute como muitos sinais originalmente icônicos podem perder sua transparência à medida que a língua evolui (FRISHBERG, 1975).

Outro ponto a considerar é que a iconicidade não é estática. Em diferentes contextos culturais e históricos, os sinais podem adquirir ou perder elementos icônicos, dependendo de fatores sociais, culturais e comunicacionais.

4 METODOLOGIA

4.1 SINAIS-TERMO ANALISADOS

Este trabalho constitui uma pesquisa de natureza mista, com abordagem qualitativa e quantitativa. Tal abordagem permitiu uma análise ampla e detalhada das configurações dos sinais-termo, bem como do seu conteúdo conceitual.

Para a escolha dos sinais-termo a serem utilizados neste estudo, foi analisada a literatura de Radioquímica e, por meio dela, foi feita a seleção dos principais conceitos que fornecem a base para a sua estruturação.

Desse modo, os sinais-termo utilizados neste estudo (ao todo, 16) são:

- Átomo;
- Decaimento Radioativo;
- Elétron;
- Energia nuclear;
- Isótopos;
- Meia-vida;
- Nêutron;
- Nuclear;
- Núcleo;
- Próton;
- Radiação;
- Radiação alfa;
- Radiação beta;
- Radiação gama;
- Radioativo;
- Raio X.

4.2 ANÁLISE DOS SINAIS-TERMO

Os sinais-termo foram analisados com base nos parâmetros linguísticos da Libras, com ênfase especial na configuração de mão (análise morfológica) e na

iconicidade (análise icônica) presente em cada sinal. A numeração das CM está de acordo com a especificação apresentada na Figura 1.

Essa análise permite uma compreensão detalhada da forma como os sinais são articulados e como eles se relacionam visualmente com seus referentes no campo conceitual, proporcionando uma avaliação tanto dos aspectos estruturais quanto dos níveis de iconicidade que influenciam a compreensão desses sinais-termo.

4.3 PLATAFORMAS E CANAIS

Após realizar um levantamento inicial dos termos mais utilizados na área da Radioquímica, foram pesquisados sinais em Libras por meio de plataformas de busca, como Google e YouTube. As plataformas e canais utilizados estão apresentados na Tabela 1, com destaque em azul para os sinais encontrados em cada plataforma. A busca das plataformas realizada foi feita utilizando *strings* da seguinte forma: “nome do sinal” + “química” + “sinal” + “libras”.

Tabela 1. Sinais-termo e plataformas nas quais podem ser encontrados.

	Spread the Sign	WikiLibras	SinQui	Vinicius Carvalho	Grupo EPEEM	Instituto Phala	Kate Kumada	Dúvidas Sobre Sinais	Fundação CECIERJ	GEIL	Alini Mariot	LibrasQuim	Química Responde
Átomo	x	x	x		x	x	x	x			x	x	
Próton	x	x	x		x	x	x	x			x	x	
Elétron		x	x		x	x	x	x			x	x	
Nêutron	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	
Núcleo			x	x									
Decaimento radioativo													x
Meia-vida													x
Radiação	x							x	x	x			x
Radiação alfa		x							x				
Radiação beta									x				
Radiação gama									x				
Radioativo		x					x						
Isótopos		x										x	
Energia nuclear					x								
Raio X										x		x	
Nuclear		x											

Fonte: Próprio autor.

A Tabela 2 traz o endereço eletrônico das plataformas utilizadas neste estudo. Ao todo, foram elencadas 13 plataformas.

Tabela 2. Plataformas de sinais utilizadas neste estudo e seus endereços eletrônicos.

Plataforma	Link
Spread the Sign	https://www.spreadthesign.com/pt.br/search/
WikiLibras	https://wiki.vlibras.gov.br/
SinQui	https://debasi.ines.gov.br/sinqui-sinalário-de-química
Vinícius Carvalho	https://www.youtube.com/@viniciuscarvalhoeducador
Grupo EPEEM	https://www.youtube.com/@grupoepeem7429
Instituto Phala	https://www.youtube.com/@institutophala
Kate Kumada	https://www.youtube.com/@KateKumada
Dúvidas Sobre Sinais	https://www.youtube.com/@Duvidassobresinais
Fundação CECIERJ	https://www.youtube.com/watch?v=Y-dlf6gxaQI&t=255s
GEIL	https://www.youtube.com/watch?v=MjXvmp_Qubo
Alini Mariot	https://www.youtube.com/@aliniariot6968
LibrasQuim	https://joapessoa.ifpb.edu.br/librasquim/
Química Responde	https://www.youtube.com/@quimicareponde2227

Fonte: Próprio autor.

Alguns sinais foram identificados de forma indireta em vídeos relacionados à Radioquímica. Ou seja, não havia um vídeo específico/exclusivo sobre o sinal em questão, mas este foi extraído do contexto de uma aula ou de um vídeo explicativo sobre um determinado tema.

Dado o volume considerável de sinais analisados neste estudo e a facilidade de visualização desses sinais por meio de vídeos, a Tabela 3 apresenta os *links* que direcionam para o vídeo correspondente de cada sinal.

Tabela 3. Vídeos dos sinais-termo utilizados neste estudo.

		Spread the Sign	WikiLibras	SinQui	Vinícius Carvalho	Grupo EPEEM	Instituto Phala	Kate Kumada	Dúvidas Sobre Sinais	Fundação CECIERJ	GEIL	Alini Mariot	LibrasQuim	Química Responde
Átomo	I	<u>1</u>	<u>7</u>	<u>16</u>		<u>23</u>	<u>28</u>	<u>32</u>	<u>42</u>			<u>55</u>	<u>59</u>	
	II	<u>2</u>	<u>8</u>					<u>33</u>					<u>60</u>	
	III	<u>3</u>						<u>34</u>						
	IV							<u>35</u>						
	V							<u>36</u>						
	VI							<u>37</u>						
Próton		<u>4</u>	<u>9</u>	<u>17</u>		<u>24</u>	<u>29</u>	<u>38</u>	<u>43</u>			<u>56</u>	<u>61</u>	
Elétron			<u>10</u>	<u>18</u>		<u>25</u>	<u>30</u>	<u>39</u>	<u>44</u>			<u>57</u>	<u>62</u>	
Nêutron	I	<u>5</u>	<u>11</u>	<u>19</u>	<u>21</u>	<u>26</u>	<u>31</u>	<u>40</u>	<u>45</u>			<u>58</u>	<u>63</u>	
	II												<u>64</u>	
Núcleo				<u>20</u>	<u>22</u>									
Decaimento radioativo														<u>67</u>
Meia-vida														<u>68</u>
Radiação	I	<u>6</u>							<u>46</u>	<u>49</u>	<u>53</u>			<u>69</u>
	II								<u>47</u>					
	III								<u>48</u>					
Radiação alfa			<u>12</u>							<u>50</u>				
Radiação beta										<u>51</u>				
Radiação gama										<u>52</u>				
Radioativo			<u>13</u>					<u>41</u>						
Isótopos			<u>14</u>										<u>65</u>	
Energia nuclear						<u>27</u>								
Raio X											<u>54</u>		<u>66</u>	
Nuclear			<u>15</u>											

Fonte: Próprio autor.

Para facilitar a consulta aos sinais ao longo da discussão no tópico *Análise Icônica*, o *link* para acesso aos sinais será apresentado assim que o sinal for citado no texto.

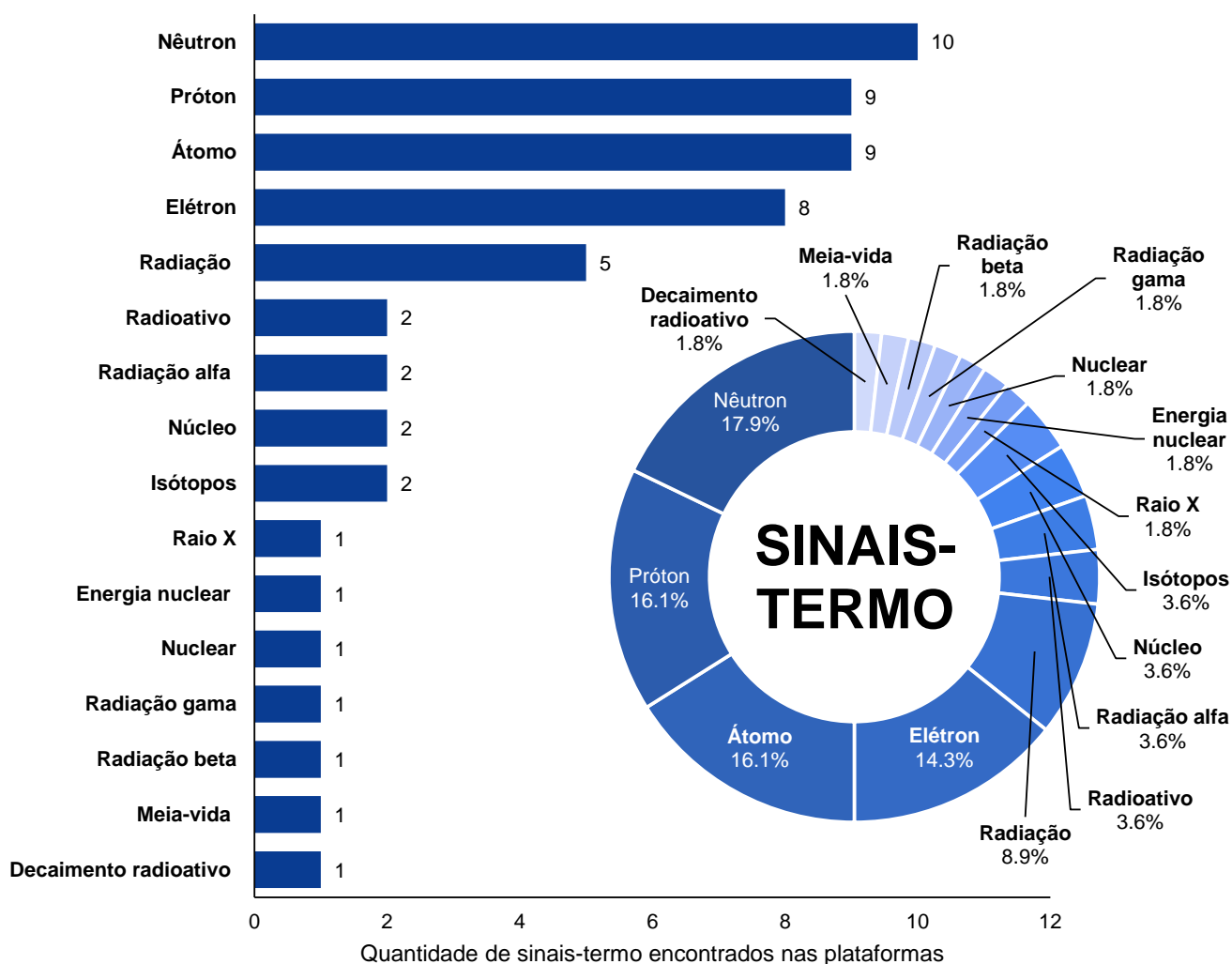
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 BUSCAS PELAS PLATAFORMAS

5.1.1. Quantitativo de Sinais-termo

A análise do quantitativo de sinais-termo encontrados nas plataformas de sinais em Libras revela inicialmente um desequilíbrio significativo entre diferentes termos, como se pode ver na Figura 4.

Figura 5. Quantitativo referente à quantidade de sinais-termos nas plataformas.



Fonte: Próprio autor.

Sinais-termo como "nêutron" (10 sinais), "próton" (9 sinais), "átomo" (9 sinais) e "elétron" (8 sinais) apresentam uma maior quantidade de sinais, uma vez que esses

conceitos são mais amplamente discutidos e utilizados na comunicação científica em Libras, especialmente em salas de aula. Por outro lado, termos mais específicos, como "decaimento radioativo", "meia-vida", "radiação beta" e "radiação gama", aparecem com apenas um sinal cada, o que aponta para uma significativa lacuna no desenvolvimento de sinais mais específicos dentro do campo da Radioquímica.

A relativa pouca quantidade de sinais para esses termos pode ser explicada, por exemplo, com o fato de que alguns desses conceitos são tratados de forma mais técnica e avançada, principalmente em níveis mais elevados de ensino.

Sabe-se que, tipicamente, os sinais são construídos pela própria comunidade surda. Nessa perspectiva, se não há sinais-termo conhecidos para determinados conceitos, isso pode significar que estudantes surdos ainda não alcançaram tais níveis de educação. Em se tratando de instituições de ensino, especialmente de ensino superior, pode-se ver que gradualmente elas vêm sendo ocupadas por estudantes surdos, o que, conseqüentemente, reflete na demanda da criação de sinais-termo que contemplem de forma integral os conteúdos trabalhados nas aulas.

Essa disparidade também reflete a falta de integração entre as áreas científicas e a comunidade surda em termos de educação especializada. De fato, o desenvolvimento de sinais para termos mais específicos demanda uma colaboração mais próxima entre intérpretes, profissionais da ciência e surdos, algo que nem sempre acontece devido à pouca familiaridade de muitos intérpretes com os conceitos científicos mais específicos.

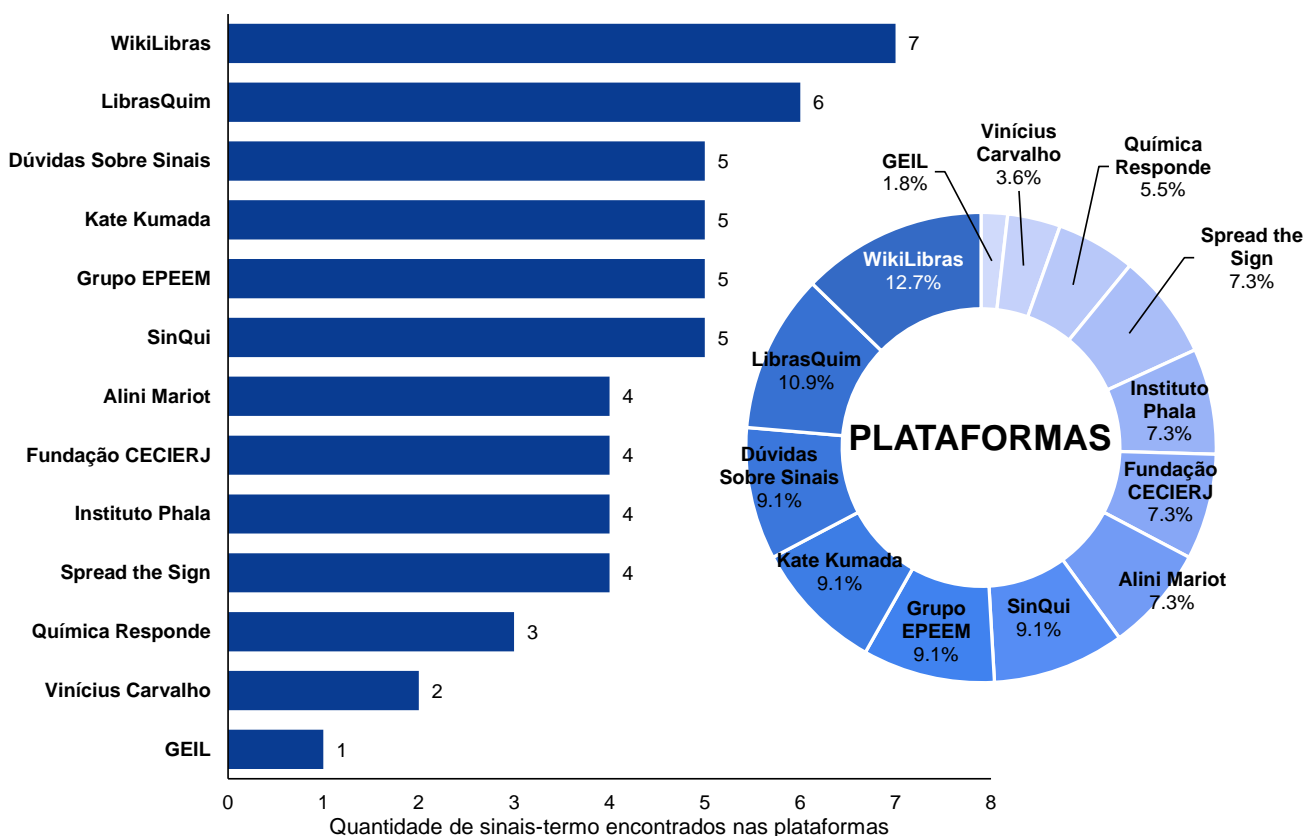
5.1.2. Quantitativo de Plataformas

A Figura 5 apresenta o quantitativo de sinais-termo por plataforma. Dentre elas, pode-se ver o banco de sinais internacional Spread the Sign, uma ferramenta educacional amplamente reconhecida que oferece um dicionário visual abrangente de Línguas de Sinais de diferentes países. Trata-se de um dicionário que permite aos usuários acessarem vídeos de sinais específicos, facilitando o aprendizado e a comunicação em Línguas de Sinais.

A WikiLibras, por sua vez, é uma plataforma colaborativa que reúne mais de 21 mil sinais da Libras. Nela, é possível consultar os sinais já registrados, sugerir melhorias nas traduções ou animações, e até mesmo inserir novos sinais em sua

base de dados. Assim como no Spread The Sign, é possível ver se há mais de uma variação para um dado sinal.

Figura 6. Quantitativo de sinais-termo por plataforma



Fonte: Próprio autor.

Dentre as plataformas analisadas, o WikiLibras apresenta 7 sinais e o LibrasQuim, 6 sinais. O Spread the Sign, o Instituto Phala, a Fundação CECIERJ, e a contribuição do canal do YouTube de Alini Mariot, apresentam 4 sinais. Por outro lado, plataformas como o Química Responde (3), canal do YouTube de Vinícius Carvalho (2) e grupo GEIL apresentam menos que 4 registros.

De um modo geral, essas plataformas demonstram um compromisso com a acessibilidade no ensino da Química por meio da divulgação de sinais-termo da Libras, ainda que o número total de sinais ainda possa ser considerado baixo frente à complexidade e extensão dos conteúdos na Radioquímica. Esse fato mostra que o Brasil ainda necessita de mais investimento em iniciativas de dicionários gerais (e também específicos) que possam servir de plataforma base de consulta dos sinais da Libras. Para o caso de sinais-termo, a existência de plataformas que apresentem

os sinais referentes às disciplinas do conhecimento humano, especialmente das ciências naturais, como Física, Química e Biologia poderia, em alguma medida, impulsionar a inserção dos alunos surdos mais facilmente em espaços acadêmicos até então não ocupados.

Nesse sentido, apresentamos a seguir as análises morfológica e icônica referentes aos sinais-termo elencados neste estudo. Para facilitar o tratamento de dados, os sinais foram agrupados em grupos conceituais, a saber:

- Átomo e partículas subatômicas: átomo, próton, nêutron, elétron e núcleo;
- Decaimento e conceitos correlatos: decaimento radioativo, meia-vida e isótopos;
- Radiação e seus tipos: radiação, radiação alfa, radiação beta, radiação gama e radioativo;
- Aplicações da energia nuclear: energia nuclear, raios-X e nuclear.

Na análise morfológica, vamos concentrar-nos nas configurações de mão e no quantitativo de configurações utilizadas em cada sinal. Já na análise icônica, examinaremos a ideia transmitida por cada sinal, com uma discussão sobre a plausibilidade e coerência da representação conceitual.

5.2 ANÁLISE MORFOLÓGICA

Nesta seção, apresentamos em formato de gráficos os quantitativos absolutos e percentuais dos sinais que exibiram um número suficiente de configurações de mão para análise estatística, com destaque para os sinais de átomo, próton, nêutron, elétron e radiação. No último tópico desta seção, encontra-se a representação gráfica do quantitativo total, considerando todas as configurações de mão identificadas nesta análise.

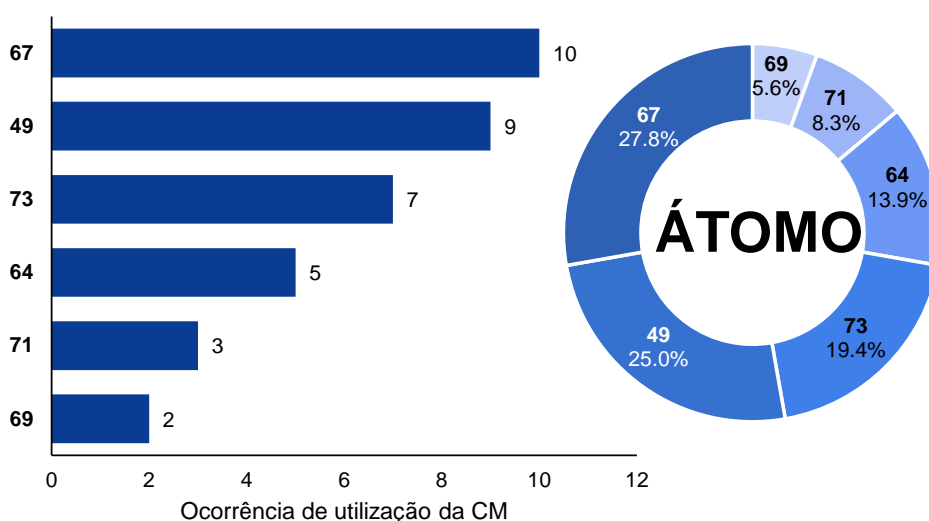
5.2.1 Átomo e Partículas Subatômicas

5.2.1.1 Átomo

Para analisar exclusivamente as configurações de mão referentes ao sinal-termo "átomo", apresentamos na Figura 6 o quantitativo das configurações de mão em valores absolutos e percentuais para o sinal-termo "átomo".

A CM 67 apresenta o maior quantitativo entre as configurações de mão. Com 10 (27,8%) registros, a CM 67, representando a letra "A" em Libras, é frequentemente utilizada para representar o núcleo atômico. Além disso, utilizar a CM 67 em vez da 69 (que representa a letra "S" em Libras) facilita a associação com a palavra "átomo", que começa com a letra "A". A Figura 1, apresentada anteriormente, traz as imagens referentes às Configurações de Mão.

Figura 7. Quantitativo de Configuração de Mão para o sinal-termo "átomo".



Fonte: Próprio autor.

Em segundo lugar, aparece a CM 49, que representa o elétron girando em torno do núcleo (9 ocorrências, 25,0%). Já a CM 73, representando a letra "O" em Libras, também é usada para simbolizar o núcleo atômico e, em várias ocasiões, ocorre vinculada ao elétron. Por fim, a CM 69, representando a letra "S", é uma pequena variação da CM 67 e é também utilizada para representar o núcleo atômico.

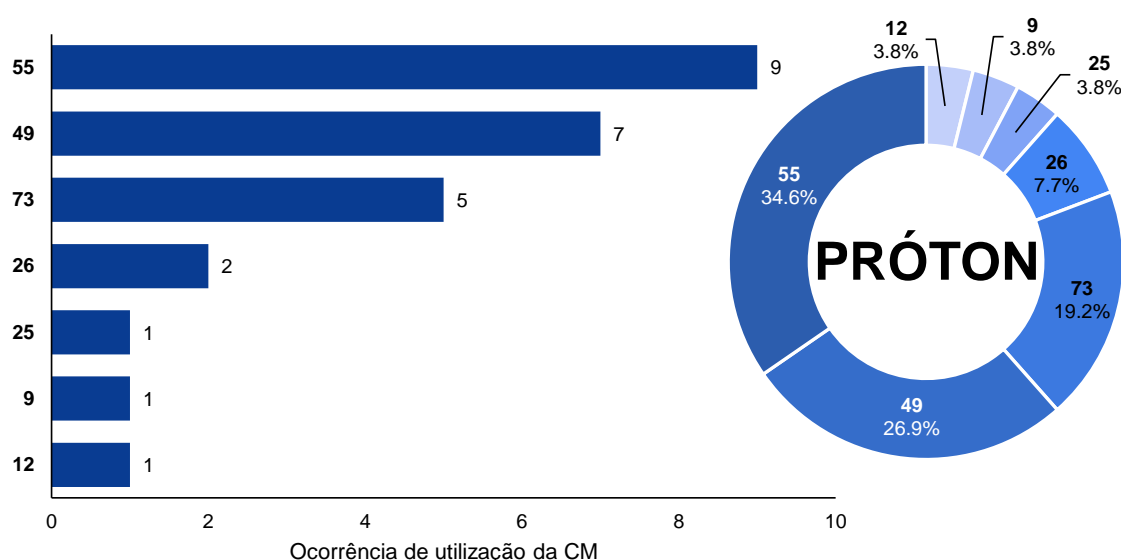
5.2.1.2 Próton

Analisando agora as configurações de mão referentes ao sinal-termo de "próton" (Figura 7), pode-se ver que a CM 55, com 9 registros (34,6%), é a que mais se destaca entre os sinais, representando a letra "P". Nesse sentido, como se trata de "próton", isto é, palavra iniciada com a letra "P", essa CM acaba sendo naturalmente muito utilizada para remeter diretamente à palavra "próton".

Com 7 registros (26,9%), a CM 49, que representa o dedo indicador apontado, aparece em segundo lugar. Sua importância está vinculada ao fato de essa CM ser usada para representar o sinal de cruz, isto é, a carga positiva do próton nos sinais.

A CM 73, com 5 registros (19,2%), representa a letra "O", que neste caso simboliza o núcleo atômico. A CM 26 representa o dedo polegar, indicador e médio abertos, estando presente em duas variações. Já as CM 25, CM 9 e CM 12, cada uma com 1 registro (3,8% cada), também estiveram presentes no sinal-termo de "próton", embora não sejam muito comuns em suas variações.

Figura 8. Quantitativo de Configuração de Mão para o sinal-termo "próton".



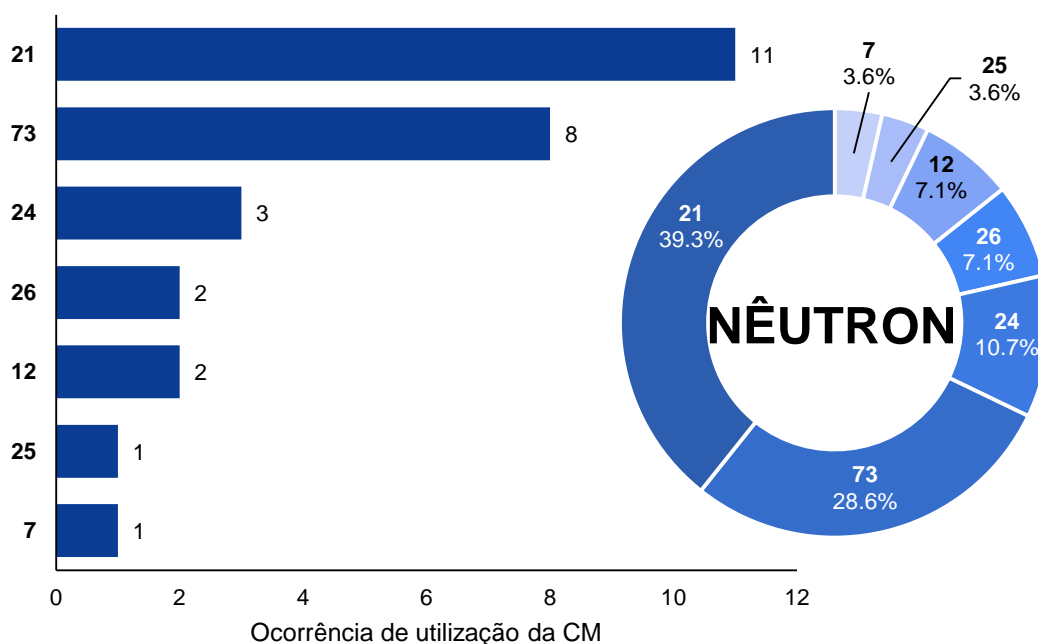
Fonte: Próprio autor.

5.2.1.3 Nêutron

Observando-se as configurações de mão mais utilizadas nos sinais para o termo "nêutron" (Figura 8), verifica-se que a CM 21 apresentou 11 registros (39,3%). A CM 21 representa as letras "U" ou "N", referindo-se, portanto, à letra inicial da palavra "nêutron".

Em segundo lugar, com 8 registros (28,6%), está a CM 73, que representa a letra "O". Assim como em outros sinais relacionados a partículas subatômicas, a letra "O" (CM 73) também foi utilizada para se referir ao núcleo atômico.

Figura 9. Quantitativo de Configuração de Mão para o sinal-termo "nêutron".



Fonte: Próprio autor.

As demais configurações de mão observadas foram: CM 24, com três registros (10,7%); CM 26, com dois registros (7,1%), assim como CM 12; e, por fim, CM 25 e CM 7, cada uma com uma ocorrência (3,6%).

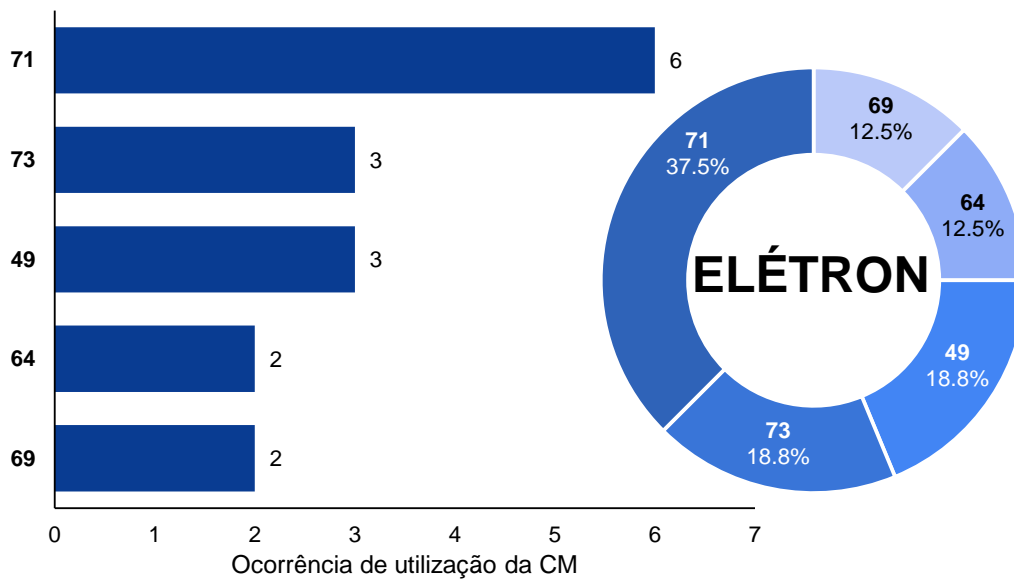
5.2.1.4 Elétron

Ao analisar as configurações de mão utilizadas no sinal para o termo "elétron" (Figura 9), observa-se que a CM 71 aparece em seis registros (37,5%). Essa configuração de mão representa a letra "E", o que é esperado, já que se trata da letra inicial da palavra "elétron".

Em seguida, aparecem as CM 73 e 49, ambas com três registros (18,8% cada). A CM 73, que representa a letra "O", está relacionada ao núcleo atômico, padrão coerente com outros sinais relacionados a partículas subatômicas. Já a CM 49 aparece representando o sinal de carga negativa.

Com dois registros (12,5% cada), aparecem as CM 64 e 69. A CM 64 representa a letra "Y", e a CM 69, que corresponde à letra "S", também ocorre para representar o núcleo atômico, assim como em outros sinais ocorreu com a CM 67 (letra "A").

Figura 10. Quantitativo de Configuração de Mão para o sinal-termo “elétron”.



Fonte: Próprio autor.

5.2.1.5 Núcleo

Das cinco configurações de mão registradas para o sinal do termo "núcleo", duas correspondem à CM 69, que representa a letra "S". As demais CM são as mãos 12, 13 e 49. A CM 12 representa a letra "C", enquanto a CM 13 representa a letra "C" em uma forma mais aberta, quase que semelhante a uma garra. Por sua vez, a CM 49 representa o dedo indicador estendido.

5.2.2 Decaimento e Conceitos Correlatos

5.2.2.1 Decaimento Radioativo

O termo "decaimento radioativo" foi encontrado em apenas uma plataforma. Entre as configurações de mão utilizadas estão as CM 69, 12 e 5. Embora em alguns sinais a CM 69 seja usada para representar o núcleo, neste caso o núcleo foi representado pela CM 12, que corresponde à letra "C" do alfabeto.

Tanto a CM 69 quanto a CM 5, repetidas três vezes, foram utilizadas para representar o espalhamento da radiação durante/após o decaimento, um aspecto que será discutido mais detalhadamente no tópico de análise icônica.

5.2.2.2 *Meia-vida*

O sinal para "meia-vida" também foi encontrado em apenas uma plataforma nas bases de dados analisadas. Ele apresenta as CM 20, 49 e 54. A CM 20, que corresponde à letra "T", representa aqui o conceito de tempo. Em seguida, temos a CM 49, que representa o dedo indicador esticado, e a CM 54, que corresponde à letra "V" do alfabeto, simbolizando aqui o número 2.

Em termos práticos, o número 2 e o traço que separa numerador e denominador não têm necessariamente uma representação direta na Libras. No entanto, as configurações de mão, quando usadas juntas, representam a fração "1/2". Enquanto a mão direita faz a migração de "1" para "2", simbolizando os números da fração, a mão esquerda permanece na configuração de mão 49, representando o traço que separa o numerador do denominador. Assim, o sinal reflete, de forma visual, o conceito de "meia-vida" (ou seja, "T" sobre "1/2"), tal como é expresso na escrita.

5.2.2.3 *Isótopos*

O sinal para "isótopos" foi encontrado em duas plataformas, ambas com a mesma representação. As configurações de mão utilizadas foram 54, 55 e 22. A CM 54 representa a letra "V" no alfabeto, ou o número 2. Já a CM 55 corresponde à letra "P", referindo-se à quantidade de prótons, já que a palavra "prótons" começa com a letra "P". Essa escolha ajuda a diferenciar o termo "isótopos" dos outros conceitos relacionados, como "isóbaros" e "isótonos", uma vez que isótopos possuem a mesma quantidade de prótons.

5.2.3 Radiação e seus Tipos

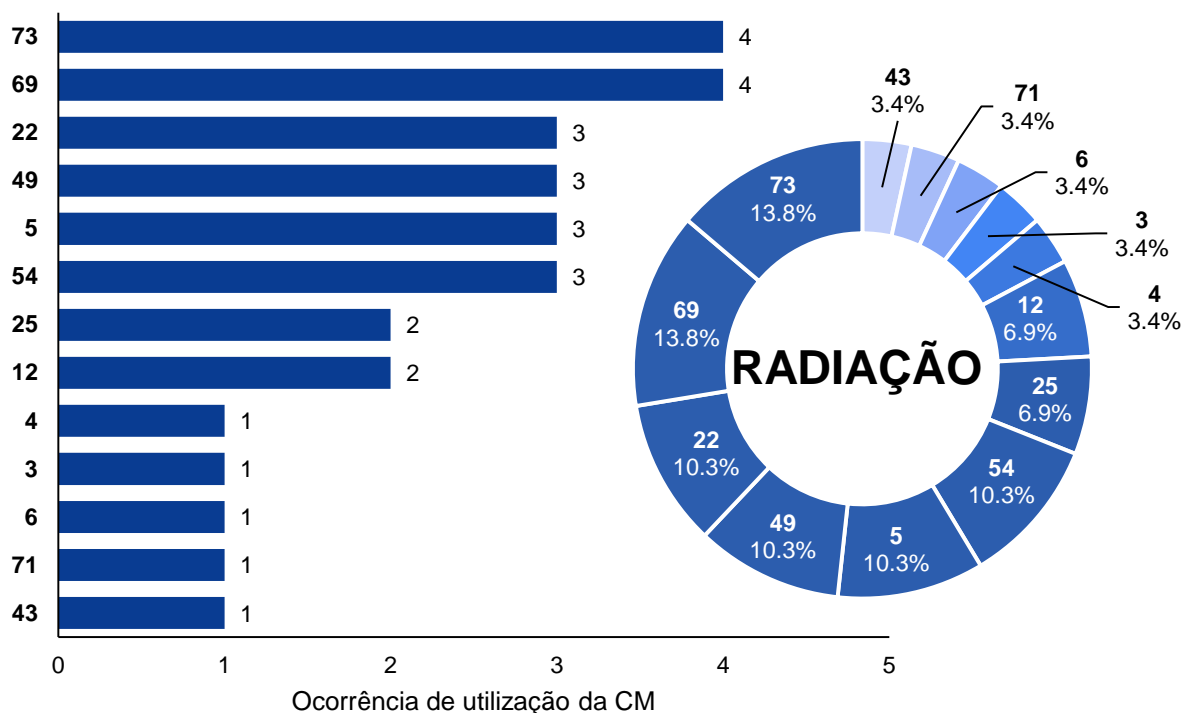
5.2.3.1 *Radiação*

As configurações de mão encontradas para o sinal do termo "radiação" apresentam pouca variação entre as mais utilizadas (Figura 10). Com quatro registros, estão as CM 73 e 69. Tanto a CM 73 quanto a CM 69 representam, de

certa forma, o conceito de "radiação": a CM 73 representa a letra "O", enquanto a CM 69 representa a letra "S".

Em seguida, com três registros (10,3% cada), aparecem as CM 22, 49, 5 e 54. Em terceiro lugar, estão as CM 25 e 12, com dois registros cada. Por fim, apenas um registro foi registrado para as CM 4, 3, 6, 71 e 43 (3,4% cada).

Figura 11. Quantitativo de Configuração de Mão para o sinal-termo "radiação".



Fonte: Próprio autor.

Há uma grande variedade de configurações de mão para este sinal do termo "radiação". Isso indica não apenas a complexidade associada ao sinal em si, mas também as diferentes maneiras de compreender e interpretar o conceito de radiação, especialmente quando articulado por meio de uma língua visual-espacial como a Libras. Nesse contexto, como observado por Pereira (2017), torna-se evidente que a tradução de conceitos científicos (especialmente dos que envolvem o conceito de Radioatividade) para a Libras requer um conhecimento profundo tanto da área científica quanto das especificidades linguísticas e culturais dos estudantes surdos. Além disso, essa dinâmica sublinha a necessidade de metodologias de ensino que incorporem tais nuances, garantindo que os conteúdos não sejam apenas traduzidos

literalmente, mas adaptados de forma a possibilitar uma compreensão genuína e significativa.

5.2.3.2 Radiações Alfa, Beta e Gama

Para os sinais que se referem às radiações alfa, beta e gama, não há configurações de mão específicas vinculadas ao conceito de cada tipo de radiação (emissão de núcleo de hélio, emissão de elétrons ou de ondas eletromagnéticas). Em vez disso, é utilizada a datilologia correspondente a cada tipo de decaimento. Nos sinais encontrados neste trabalho, as configurações de mão para alfa, beta e gama são, respectivamente, as letras "A", "B" e "C" do alfabeto em LIBRAS.

Em contraste, em algumas línguas de sinais de outros países, os sinais das letras alfa, beta e gama são representadas no espaço, sem correlação direta com as letras do seu respectivo alfabeto. E, naturalmente, a palavra "radiação" deve acompanhar os sinais de alfa, beta e gama para caracterizá-los propriamente como decaimento radioativo.

5.2.3.3 Radioativo

Com apenas os registros das CM 5, 12 e 69, o adjetivo "radioativo" utiliza a configuração de mão 5, em que a mão fica espalmada; a CM 12, que representa a letra "C"; e a configuração de mão 69, que corresponde ao punho fechado. Embora se trate de um adjetivo, observa-se que não há uma grande variação em relação aos sinais que se referem a substantivos analisados anteriormente.

O que realmente importa, na prática, é a tradução da ideia de radioatividade por trás do adjetivo "radioativo". É fundamental lembrar que não se trata de uma língua escrita, como a língua portuguesa, mas sim de uma língua de sinais. Embora haja uma classificação gramatical das palavras, assim como no português, os sinais de diferentes classes gramaticais não necessariamente apresentam configurações de mão, zonas de articulação ou outros parâmetros da Libras distintos apenas devido à sua classe gramatical.

5.2.4 Aplicações da Energia Nuclear

5.2.4.1 Energia Nuclear

O sinal para "energia nuclear" foi o mais complexo entre todos os analisados neste trabalho, encontrado em apenas uma plataforma. O sinal apresenta, no total, as seguintes CM: 5, 11, 73, 13 e 64.

A utilização de cada configuração de mão ocorreu quase sempre em pares, com exceção da CM 13, que foi utilizada em conjunto com a CM 73. A CM 11, presente apenas neste sinal, representa a mão em formato de letra "C", porém de forma mais aberta. Naturalmente, para expressar duas palavras, é necessária a combinação de várias configurações de mão, especialmente quando se trata de conceitos de difícil tradução, como "energia" e "nuclear". A complexidade associada a esse sinal será discutida em maior detalhe no tópico sobre análise icônica.

5.2.4.2 Raio X

O sinal para "Raio X" foi encontrado em duas plataformas, utilizando as mesmas configurações de mão. As CM empregadas são 69 e 6, repetidas constantemente, com a mão sendo fechada e aberta em direção ao próprio corpo do intérprete.

5.2.4.3 Nuclear

Apenas uma plataforma possui registro para o adjetivo "nuclear". Para esse sinal, são utilizadas as CM 69, 5 e 49. A CM 69 representa um punho fechado, correspondente à letra "S" do alfabeto; a CM 5 consiste em cinco dedos abertos com a mão espalmada; e a CM 49 representa o dedo indicador.

Assim como nos demais sinais, as CM 69, 5 e 49 estão presentes, ratificando a manutenção do uso das configurações mais comuns no campo da Radioquímica. Como já discutido anteriormente, mesmo se tratando de um adjetivo, as configurações de mão utilizadas não apresentam distinção em relação à classe gramatical.

5.2.5 Visão Geral

De modo a se fazer a análise morfológica dos sinais, foram observadas a CM dos sinais-termo elencados, apresentadas para cada um dos sinais-termo na Tabela 4. A Figura 11 traz uma visão geral de todas as CM utilizadas nos sinais aqui estudados.

Analisando o número total de configurações de mão para os sinais-termo, pode-se ver que a CM 73 apresenta 32 registros, representando 16,4% da totalidade. A CM 73 é a configuração de mão da letra "O" em Libras. Essa configuração foi bastante utilizada, uma vez que representa o núcleo atômico. Dado que a grande maioria dos sinais de átomo, próton, nêutron e elétron apresenta muitas variações, essa configuração de mão acabou sendo muito registrada.

Em segundo lugar, a CM 49, com 28 registros, representa 14,4% da totalidade. Essa CM representa o dedo indicador apontando para cima e é bastante usada nos sinais de átomo, próton e elétron para representar, entre outros, o elétron ao redor do núcleo, bem como, em algumas vezes, o sinal de cruz, representando a carga positiva do próton.

Curiosamente, a CM 49 também foi muito usada no sinal-termo "átomo" para representar a carga elétrica do elétron ao redor do núcleo. Isso implica que, em algumas ocasiões, o sinal-termo para "elétron" era semelhante ao sinal-termo para "átomo". Em terceiro lugar, aparece a CM 69, com 18 registros, representando 9,2% da totalidade. A configuração de mão 69 representa o punho fechado, ou seja, a letra "S" em Libras. Assim como a CM 73, a CM 69 também representa, em grande parte das vezes, o núcleo atômico, motivo pelo qual foi muito usada nos sinais de "átomo", "próton", "nêutron" e "elétron".

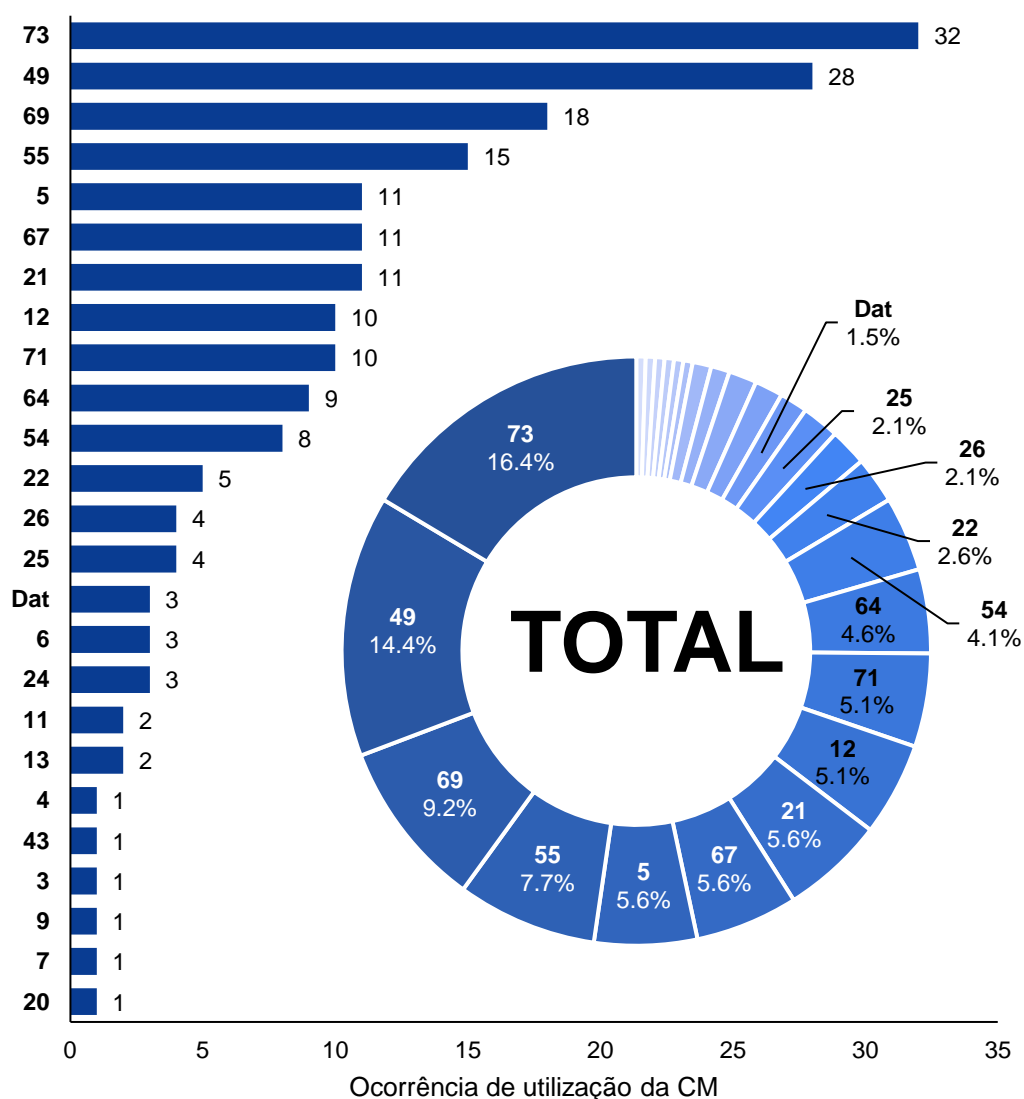
Os sinais-termo de "átomo", "próton", "nêutron" e "elétron" acabaram por concentrar grande parte do quantitativo das configurações de mão, já que esses sinais-termo são os que mais apresentam variações e registros nas diferentes plataformas da Libras.

Outras configurações de mão que merecem destaque são a CM 55, que representa a letra "P" em Libras, com 15 registros, correspondendo a 7,7% da totalidade, seguida pela CM 5, que é a mão espalmada, também com muitos registros. As CM 67 e 21 também merecem atenção, cada uma com 11 registros, representando 5,6% da totalidade. A CM 67 representa a letra "A" em Libras,

enquanto a CM 21 representa as letras "U" ou "N" em Libras, sendo muito usada para o sinal-termo "nêutron". Com 10 registros, temos as CM 12 e 71. A CM 12 representa a letra "C" em Libras, enquanto a CM 71 representa a letra "E", sendo esta última muito utilizada para o sinal-termo "elêtron".

As configurações de mão mais frequentes, como CM 67 para "átomo" e CM 55 para "próton", estão diretamente ligadas às letras iniciais das palavras, eventualmente facilitando a associação e compreensão por parte do aluno surdo. A predominância da letra correspondente na Libras evidencia uma tendência de simplificação na representação de conceitos científicos, o que pode ser visto, em certa medida, como uma vantagem na rapidez quanto à acessibilidade da informação.

Figura 12. Quantitativo total de Configurações de Mão.



Fonte: Próprio autor.

Um outro ponto que merece destaque é quanto aos sinais de "radiação" e seus tipos (alfa, beta e gama). Vê-se aqui o uso da datilologia, na qual as letras correspondentes são utilizadas em vez de configurações de mão que denotem o fenômeno do decaimento em si, isto é, o tipo de emissão.

O uso de termos como "energia nuclear" e "raio X" destaca ainda mais a complexidade da tradução de conceitos técnicos em Libras, exigindo uma combinação de configurações de mão para expressar adequadamente ideias que são intrinsecamente interligadas.

Tabela 4. Configurações de Mão por sinal-termo e plataforma.

		Spread the Sign		WikiLibras		SinQui		Vinicius Carvalho		Grupo EPEEM		Instituto Phala		Kate Kumada		Dúvidas Sobre Sinais		Fundação CECIERJ		GEIL		Alini Mariot		LibrasQuim		Química Responde	
		MD	ME	MD	ME	MD	ME	MD	ME	MD	ME	MD	ME	MD	ME	MD	ME	MD	ME	MD	ME	MD	ME	MD	ME	MD	ME
Átomo	I	65	67	64	67	49	69			49	49	64	73	49	69	49	73					49	73	64	73		
	II	64	67	71	67									67	67									71	73		
	III	49	67											49	67												
	IV													67	67												
	V													71	73												
	VI													64	73												
Próton		55	73	49	55	55	73			55	12	49	49	49	73	55	73					26	55	49	55		
						49	49							9	73							25	55				
Elétron				71	49	71	69			71	73	64		71	73	64						71	73	49	71		
						49	69																				
Nêutron	I	21	73	24	21	24	73	7	12	21	12	21	73	21	73	21	73					26	21	24	21		
						73	73																25	21			
	II																							21	73		
Núcleo					69		69	13																			
Decaimento radioativo																										69	12
																										5	12
																										69	69
Meia-vida																										5	5
																										20	49
																										49	49
																									54	49	

	54	5													43	73	69	69	4	73							69	12
															71	73	6	69	4	73							5	12
Radiação															5	73												
															22	3												
															4	73												
Radiação alfa			67																									
Radiação beta																												
Radiação gama																												
Radioativo													69	12														
													5	12														
			54	55																							54	55
Isótopos			22	55																							22	55
			54	55																							54	55
													5	5														
													11	11														
Energia nuclear													73	73														
													13	73														
													73	73														
													64	64														
Raio X																											69	
																											69	
																											6	
																											6	
Nuclear			69	69																								
			5	5																								
			49																									

Fonte: Próprio autor.

5.3 ANÁLISE ICÔNICA

5.3.1 Átomo e Partículas Subatômicas

5.3.1.1 Átomo

O conceito de átomo se destaca entre os demais sinais deste estudo por apresentar uma maior variação em sua representação. Inicialmente, ao considerar a representação do núcleo atômico, observa-se que ele é expresso de diferentes maneiras, utilizando as configurações de mão correspondentes às letras "A", "S" e "O". Nenhuma dessas três configurações parece prejudicar a compreensão do conceito de átomo. A utilização da configuração de mão para a letra "A" pode naturalmente facilitar a lembrança da palavra "átomo", uma vez que esta é a letra inicial.

Em relação ao movimento do elétron ao redor do núcleo, há algumas variações nas configurações de mão. Por exemplo, ao representar o movimento do elétron, utiliza-se a configuração de mão correspondente à letra "Y", que envolve um movimento contínuo e vibrante, sugerindo a energia associada ao elétron (2, 7, 28, 37, 59). Em outras variações, o dedo indicador (ou o dedo mínimo, em alguns casos (1)) é utilizado para indicar a carga elétrica negativa que circunda o núcleo, simbolizando um movimento constante (3, 42, 55).

Um ponto importante a ser considerado é a posição da mão que representa o núcleo. Em algumas variações dos sinais para átomo, a mão que simboliza o núcleo gira junto com a mão que representa o elétron, o que pode gerar confusão na interpretação do conceito (7, 8, 42). Embora se saiba que o núcleo apresenta um movimento mínimo, conforme a aproximação de Born-Oppenheimer, ele é considerado estático devido à alta dinâmica do elétron em torno dele. Essa diferença na representação pode dificultar uma compreensão mais precisa do conceito de átomo, especialmente para aqueles que estão em fase de assimilação de tal conceito.

É importante também ressaltar que a formulação do conceito de átomo continua a ser um desafio para a ciência contemporânea. Contudo, para facilitar a compreensão e promover uma certa dispersão no senso comum, a ideia de átomo é frequentemente associada ao modelo de Bohr, no qual o elétron gira em torno do núcleo em órbitas quantizadas. Esse modelo, embora didático, não reflete com

precisão a realidade dos fenômenos quânticos. Apesar disso, consideraremos o modelo de Bohr (elétrons orbitam o núcleo em níveis de energia quantizados, permitindo apenas órbitas específicas e estáveis) como padrão de representação da dinâmica atômica neste estudo, visto que ele é dos mais coesos atualmente aceitos, depois do modelo quântico.

Uma variação sutil no sinal de "átomo" consiste em utilizar a letra "E" para representar o elétron girando ao redor do núcleo (ou mesmo o dedo indicador representando a carga negativa (16, 32)), que é frequentemente representado pela letra "A" (8, 36, 60). Além disso, na variante que utiliza a letra "E" para o elétron, há uma vibração na configuração de mão, o que sugere que o elétron possui uma energia associada, indicando uma espécie de energia vibracional eletrônica. Independentemente de como o elétron é representado — seja pelo dedo indicador, seja pela letra "E", seja pela letra "Y" —, a ideia de vibração no sinal pode facilitar a compreensão de que as partículas subatômicas apresentam um certo grau de energia vibracional. Essa sutileza no movimento ajuda a reforçar a ideia de dinamismo e energia inerentes às partículas subatômicas, aproximando o sinal de uma representação mais precisa do comportamento quântico dessas partículas.

Entre as variações observadas para o sinal de "átomo", uma delas envolve o uso de ambos os dedos indicadores, cujas pontas fazem movimentos circulares em torno de um ponto central comum (23). Nesse caso, o sinal levanta dúvidas quanto à representação precisa dos elementos atômicos. Não fica claro se um dos dedos estaria representando o núcleo ou se ambos simbolizariam elétrons girando em torno desse núcleo, que, no caso, não estaria diretamente representado nesse sinal. Essa ambiguidade na interpretação do sinal torna difícil afirmar se há uma divergência conceitual entre o sinal utilizado e a ideia científica do átomo. A falta de clareza no papel desempenhado por cada mão pode gerar interpretações equivocadas, dificultando uma correspondência exata com o modelo atômico estabelecido.

Uma variação distinta das demais (ainda seguindo a ideia do sinal anteriormente apresentado (23)) é a representação com as duas mãos fechadas, realizando um movimento circular constante uma em torno da outra (33). Essa variante pode, de certa forma, apresentar um pequeno deslize conceitual: ambas as mãos se movem, quando seria mais adequado que apenas a "mão do elétron" estivesse em movimento, enquanto o núcleo permanecesse estático. Nesta versão, o núcleo gira junto com o elétron, o que pode dificultar a compreensão do conceito,

pois, no modelo atômico, o núcleo é fixo e apenas o elétron se move ao redor. Deve-se destacar que, tanto neste sinal (33) como no sinal anterior (23), entendemos que uma das mãos representa o elétron, e a outra, o núcleo. Numa perspectiva em que ambas as mãos representam elétrons, não haveria, portanto, o deslize conceitual de núcleo em movimento, mas sim a entrega de somente uma componente do átomo, que seriam os próprios elétrons. No entanto, não somente da perspectiva de elétron-núcleo, mas também da perspectiva elétron-elétron, existe ora um deslize quanto à ideia de dinâmica do núcleo atômico no primeiro, ora a falta de mais representatividade de elementos do átomo no sinal, no segundo.

Em termos práticos, muito embora outras variantes incluam a ideia de carga do elétron, essa ausência específica não prejudica tanto a compreensão do conceito de átomo neste caso, visto que o foco do sinal está na estrutura geral. No entanto, o movimento giratório do núcleo representa um desvio significativo do conceito central, podendo gerar uma interpretação incorreta sobre a natureza estática do núcleo no átomo. Uma variação desse sinal considera o núcleo estático, com ambas as mãos fechadas e somente uma delas em movimento (35).

Uma variante do sinal de “átomo” utiliza uma mão fechada para representar o núcleo, enquanto a outra mão, com o dedo indicador estendido, representa o elétron em movimento próximo ao núcleo, mas sem realizar um movimento circular ao seu redor. Na prática, o dedo indicador realiza um movimento aproximado ao desenho da letra “X” no ar repetidas vezes (34). Como esse movimento não ocorre ao redor do núcleo, há um afastamento do conceito proposto no modelo de Bohr, que representa os elétrons orbitando o núcleo de forma circular. Nessa variante, o movimento do elétron ocorre ao lado do núcleo, e não ao seu redor, deixando de captar a ideia central de órbita circular que caracteriza o modelo clássico do átomo.

Atualmente, o estudo do átomo remete a modelos quânticos que se afastam significativamente da concepção proposta por Bohr, incorporando aspectos como a dualidade onda-partícula e a incerteza na posição e na velocidade do elétron. Apesar disso, a complexidade inerente ao entendimento do átomo persiste, evidenciando que, mesmo com os avanços científicos, a correta conceituação do átomo permanece um tema de intenso debate. Essa situação ressalta a dificuldade em traduzir conceitos científicos complexos para representações que sejam facilmente compreendidas, tanto no campo acadêmico quanto no senso comum.

5.3.1.2 *Próton*

O sinal de "próton" está entre os que apresentam maior variação tanto na configuração de mão quanto nos atributos representados. Uma das variantes consiste em representar o núcleo com a configuração de mão em forma de letra "O", enquanto a outra mão usa a configuração de mão "P". Ao final, a mão com a letra "P" move-se em direção ao núcleo, sinalizando que se trata de uma partícula pertencente ao núcleo atômico (4). Nesse sinal, o núcleo é representado como estático, deixando claro que o próton não orbita o núcleo, mas faz parte dele. Uma outra possibilidade é a finalização desse sinal com os dedos indicadores em forma de cruz, representando a carga positiva da partícula (17), o que representa um ponto importante da perspectiva de assimilação do conceito de próton, uma vez que se trata da única partícula subatômica que apresenta carga positiva.

Uma variante sutil desse mesmo sinal de "próton" consiste em não fazer com que a mão configurada em "P" entre no núcleo representado pela mão em "O". Nesse caso, o sinal apenas faz a mão em "P" tocar a mão em "O", indicando que a partícula pertence àquela região, ou seja, ao núcleo (43). Embora a mão representando a letra "P" não adentre a mão com a configuração em "O", essa representação ainda cumpre o objetivo de mostrar a relação do próton com o núcleo. Nessa variação, a espacialidade do próton é bem apresentada, sugerindo sua associação ao núcleo sem a necessidade de movimentos adicionais que possam causar ambiguidade. Uma variante desse sinal finaliza com a mão com os dedos todos reunidos e tocando em diferentes locais e repetidamente a outra mão, que representa o núcleo, com o objetivo de sinalizar que essa partícula, o próton, encontra-se, de certa forma, "cravejada" no núcleo, fazendo parte da sua composição (38).

Ainda com relação a esse sinal (43), o movimento inicial do dedo indicador, que pode sugerir uma carga elétrica, além de girar em torno do núcleo, pode gerar confusão, já que essa dinâmica é mais associada aos elétrons. O próton, ao contrário do que o sinal pode indicar, está localizado no núcleo e não gira ao seu redor. Além disso, a diferença de significativa entre o próton e o elétron (1.836,15 vezes) e suas características distintas reforçam que o próton não pode ser considerado um "elétron de carga positiva", como muitas vezes é simplificado no processo de ensino.

Uma variante bastante curiosa do sinal de "próton" utiliza a configuração de mão em "C" para representar o núcleo, ao invés das mais comuns configurações em

"O", "S" ou "A". A mão em "C" forma uma espécie de cavidade, sugerindo visualmente o interior do núcleo. Nesse sinal, a outra mão, configurada em "P", toca a mão em "C", indicando que o próton está localizado dentro do núcleo (24). Essa variação, embora diferente, consegue expressar de forma eficaz a ideia de que o próton é uma partícula que faz parte do núcleo, usando a configuração em "C" para representar o espaço nuclear.

Uma possibilidade de representação mais simples consiste em, com os dedos indicadores, fazer um sinal de cruz, representando a carga positiva do próton (29). Apesar de esse sinal não apresentar desvios conceituais propriamente ditos, ele é demasiado simples, quando se comparado a outros sinais que entregam mais características desse conceito, como a presença no átomo, bem como a localização nuclear. A utilização da configuração de mão em "P" também pode ajudar na associação à palavra "próton", presente em alguns sinais aqui analisados. Uma opção de sinal une a representação de cruz com a letra "P", trazendo mais uma componente para o sinal (9, 61).

A variação mais destoante das demais consiste em uma das mãos manter a representação da letra "P", com os dedos voltados para a frente, e outra mão fazendo movimento de tesoura (aproximando os dedos indicadores um do outro na forma distendida) e realizando um movimento no ar similar a uma tesoura cortando em dois pontos (56). Essa representação pode simplesmente sugerir a presença de duas sílabas na palavra "próton," sem qualquer associação direta com o conceito de átomo, núcleo ou carga. A única ligação mais explícita com "próton" está na outra mão, que assume a configuração da letra "P" durante o sinal. Diferentemente dos demais sinais analisados, este parece ser o mais distante do conceito científico de próton, transmitindo apenas a letra inicial da palavra e pouco contribuindo para uma compreensão mais aprofundada do seu significado científico.

Ainda que alguns dos principais sinais tenham coerência ao representar a localização do próton no núcleo, o uso de um movimento inicial de giro em torno do núcleo pode causar confusão quanto ao conceito de próton, especialmente em relação à sua imobilidade dentro do núcleo. Esse é um aspecto que pode ser considerado para garantir uma representação mais precisa do conceito.

5.3.1.3 Nêutron

Assim como o sinal de próton, o sinal de nêutron apresenta diversas variações. Uma dessas variações, de forma análoga ao primeiro sinal de próton discutido, representa o núcleo com a configuração de mão em "O", enquanto a outra mão, configurada em "N", se move em direção ao núcleo e "entra" na letra "O", indicando que o nêutron pertence ao interior do núcleo atômico (5). Uma variação sutil desse sinal inverte a dinâmica, começando com a mão "N" já dentro do núcleo e depois saindo, enfatizando a origem do nêutron no núcleo (31).

Outra variação do sinal de nêutron utiliza a configuração de mão em "O" para representar o núcleo, com a letra "N" apenas tocando a mão, sem entrar propriamente no núcleo (45). Ainda assim, essa representação mantém a ideia de que o nêutron faz parte do núcleo atômico, sem prejudicar a clareza conceitual.

Combinando a representação do núcleo com a configuração de mão em "C" e a outra mão com a configuração em "N", surge uma variante do sinal para "nêutron". Nessa variação, a mão configurada em "N" atravessa a cavidade formada pela "C" (26), simbolizando que o nêutron faz parte do núcleo atômico, reforçando a ideia de que essa partícula está integralmente associada a essa região. Uma pequena variação desse sinal para "nêutron" não utiliza a letra "N," mas representa o conceito com todos os dedos juntos em movimento, indicando a localização dos nêutrons no núcleo atômico (21). Essa configuração sugere o posicionamento das partículas no núcleo e, ainda que o núcleo seja geralmente considerado estático, o sinal sugere um leve movimento vibracional, refletindo de maneira coerente o conhecimento científico atual sobre as partículas subatômicas, que apresentam vibrações e possíveis movimentos internos. Dessa forma, o sinal expressa tanto a localização quanto uma representação simbólica da dinâmica dos nêutrons dentro do núcleo.

Há também uma variante para o sinal de "nêutron" que se assemelha a uma das representações do "próton". Nessa variação, uma das mãos assume a configuração da letra inicial da palavra (neste caso, a letra "N" para "nêutron"), enquanto a outra mão faz um movimento em formato de "tesoura," com dois movimentos de corte que podem representar as duas sílabas da palavra "nêutron" (58). Nesse sinal, não há indicação de carga, localização, ou outra informação

específica sobre o conceito de "nêutron"; trata-se apenas da representação visual da por meio da sua letra inicial e, aparentemente, das duas sílabas.

Há também uma variante mais simples do sinal para "nêutron" que utiliza apenas a letra "N" em uma mão, enquanto a outra mão, configurada em "L", desliza ao longo da mão que representa o "N" (11, 63). Nessa representação, não há alusão direta ao núcleo, deixando a interpretação do sinal a cargo do contexto em que é utilizado. Essa abordagem mais minimalista pode ser eficaz em determinadas situações, embora dependa de um entendimento prévio do conceito para evitar confusões, especialmente em se tratando de localização atômica.

Existem também algumas variantes para o sinal de "nêutron" que utilizam o movimento circular em torno do núcleo, representado pela outra mão em formato de "O". Nesse sinal, a mão que gira ao redor do núcleo está configurada com a letra "N", inicial da palavra "nêutron". Em uma dessas variantes, o movimento termina com a mão em "N" dentro do núcleo e, em seguida, mudando para a configuração em "O" (neste caso, o número zero), sugerindo a carga nula do nêutron por meio da forma do zero (19).

Outra variante inclina a mão configurada em "N" horizontalmente (o que deixa a visualização da letra "N" mais difícil, uma vez que a palma da mão é posicionada para baixo) enquanto ela gira ao redor do núcleo, mas, diferentemente da anterior, o sinal não termina dentro do núcleo (40, 64). Esse detalhe pode criar uma interpretação errônea, uma vez que sugere um nêutron orbitando ao redor do núcleo, apesar de ele, na verdade, estar localizado estaticamente dentro do núcleo. Além disso, a ausência de um movimento que finaliza dentro do núcleo nessa segunda variação pode dificultar a compreensão precisa da localização do nêutron no contexto do átomo.

De modo geral, as variações dos sinais para "nêutron" que foram analisadas não apresentam, a nosso ver, inconsistências conceituais que possam comprometer a compreensão ou a correta apropriação do conceito, a não ser as que apresentam um movimento em torno do núcleo. No entanto, a maior parte das variantes permite uma representação adequada e fiel do termo "nêutron" no contexto científico, mantendo coerência com as características fundamentais dessa partícula.

5.3.1.4 Elétron

Apesar de serem registrados em menor quantidade nas plataformas de sinais quando se comparado às demais partículas atômicas, o sinal relacionado ao termo "elétron" apresenta grande variação de representação. Uma dessas representações consiste em utilizar uma mão configurada em forma de "O" e a outra em forma de "E", representando o elétron. A mão que representa o elétron gira em torno da outra, que representa o núcleo (39). Um ponto bastante importante aqui é que a mão que simboliza o núcleo deve permanecer estática (como já discutido anteriormente, pela aproximação de Born-Oppenheimer, o núcleo é considerado estático enquanto o elétron gira ao seu redor). Uma variação desse sinal é a finalização com o dedo indicador estendido, sinalizando a carga negativa do elétron (18), característica que ajuda na assimilação da carga negativa do elétron.

No entanto, em um dos registros do sinal de "elétron", a mão que representa o núcleo também se move, o que se distancia do conceito original do átomo. Embora isso possa ser visto apenas como uma variação ou uma pequena liberdade na execução do sinal, é importante estar atento a isso, já que os estudantes surdos tendem a replicar os sinais da forma como lhes são apresentados. A propagação de um sinal em que o núcleo se move pode, muitas vezes, dificultar a correta associação entre o sinal e a dinâmica real do átomo, ponto já discutido anteriormente nos sinais de "próton" e "nêutron".

Essa discussão entre a representação simbólica (entenda-se aqui o senso comum) e o conceito científico também se aplica à linguagem falada. Quando se diz, por exemplo, "estou com calor", transmite-se a ideia de que o corpo pode possuir calor. No entanto, sabe-se que o calor é, na verdade, energia em trânsito, ou seja, ele só existe na transferência entre corpos. Embora haja esclarecimentos nas aulas sobre a verdadeira natureza do calor, as expressões do senso comum podem dificultar ou até impedir a correta assimilação do conceito.

Outro exemplo de limitação da linguagem está na definição de carga nuclear efetiva. Aqui, não se trata apenas de um descompasso entre o que é dito e o conceito propriamente dito, mas sim de uma possível falta de termos adequados para transmitir o conceito com precisão. Muitas vezes, a carga nuclear efetiva é definida como a carga "sentida" por um elétron em um átomo polieletrônico. Além de "sentida", são usados termos como "percebida" ou "experimentada". A

personificação do elétron pode, a princípio, não ser tão prejudicial para a idealização do conceito, mas a escassez de palavras adequadas revela como a apropriação de termos de outros contextos pode, eventualmente, distorcer um conceito científico.

Existe uma variação do sinal de "elétron" que representa o núcleo com a mão em configuração de "C", enquanto a outra mão apresenta-se na configuração de mão da letra "E" (de "elétron"). A mão que representa o núcleo é mantida parada, enquanto a que representa o elétron move-se continuamente em torno do núcleo (57). Esse movimento ocorre em várias direções, não seguindo uma única circunferência. Além disso, a mão que representa o elétron exibe uma leve vibração, sugerindo uma certa energia associada ao movimento.

A ideia transmitida é coerente com o conceito de elétron na eletrosfera, ou seja, fora do núcleo e com certa energia vibratória. No entanto, a escolha de múltiplas direções para o movimento circular talvez não seja essencial aqui, uma vez que a ideia de movimento circular do elétron nas camadas da eletrosfera se refere ao nível eletrônico, sem a necessidade de variação angular no giro. Para que ocorresse essa variação, o elétron precisaria de energia adicional, o que, de acordo com o modelo atômico de Bohr, isso não é previsto. Contudo, esse tipo de discussão não se alinha ao modelo quântico atual do átomo, no qual o elétron é considerado uma partícula-onda que se apresenta difusamente ao redor do átomo, isto é, desprovido de órbitas.

Ainda seguindo a ideia de representar o núcleo, há uma variante em que o núcleo é mostrado com a mão em configuração de "O" e o elétron é representado pela letra "E", que se move ao redor do núcleo. Esse movimento, porém, não é circular ou contínuo, mas sim realizado com pequenas pausas ao redor do núcleo (25). Dependendo da distância entre a mão que representa o elétron e a que representa o núcleo, pode-se interpretar que o elétron está presente no núcleo, como ocorre em outros sinais, como o do "próton", onde a letra "P" toca o núcleo, indicando que o próton pertence à região nuclear. Nesse contexto, ao realizar esse sinal, é importante que haja uma certa distância entre o elétron e o núcleo para evitar confusões sobre a localização do elétron.

Também existem variantes que utilizam a letra "Y", com os dedos polegar e mínimo estendidos, para representar o elétron. Essa configuração em "Y" pode sugerir a ideia de radiação associada ao elétron (44). Essas variantes não incluem a representação do núcleo; apenas uma mão é usada, configurada em "Y", com uma leve vibração ou acompanhada de um movimento para fora (30). Embora o núcleo

não seja representado nesses sinais, eles mantêm a característica do elétron ao indicar sua energia vibracional, apresentando a sua natureza dinâmica.

Uma representação também simplificada consiste no uso da configuração de mão representando a letra “E” em uma das mãos e na outra o dedo indicador estendido representando a carga negativa (10, 62). Não existe aqui uma ideia de movimento, mas somente a apresentação estática das mãos apresentando a carga sobre a letra “E”. Trata-se de uma analogia à forma como se pode eventualmente representar o elétron na linguagem escrita: “e⁻”. Muito embora não apresente qualquer deslize conceitual, traz uma representação mais simplificada do que algumas outras que apresentam a ideia de giro (com a respectiva localização na eletrosfera), bem como a ideia de carga, presente em quase todas as variantes.

Diferentemente dos demais sinais de partículas subatômicas (“próton” e “nêutron”), as quais se localizam no núcleo, as variações dos sinais de “elétron” apresentam aspectos menos problemáticos, uma vez que a sua representação no ar, em giro, condiz com a sua localização atômica: na eletrosfera. Além disso, a ideia de movimento circular, apresentado em grande parte dos sinais, contribui para o conceito de átomo proposto pelo modelo de Bohr.

5.3.1.5 Núcleo

Embora existam registros do sinal para "núcleo" em outras plataformas, é importante que sua representação seja contextualizada nas disciplinas de Química ou Física, especificamente nos temas relacionados ao estudo do átomo. Mesmo que a mesma palavra na língua portuguesa seja utilizada em diferentes contextos, isso não significa que o sinal correspondente na Libras possa ser usado de forma livre em todos os contextos, devido à natureza distinta dessa língua.

Um dos registros para o sinal de "núcleo" envolve apenas o punho fechado (20). Embora seja uma representação simples, ela comunica claramente que o núcleo não é oco e não apresenta movimento. Representações que envolvem outras partículas, como o elétron girando ao redor do núcleo, poderiam desviar o foco do núcleo em si. Em outras palavras, essa representação simples transmite o conceito de forma adequada.

Há uma variação nos sinais de núcleo em que o núcleo é representado com a configuração de mão em "C", enquanto a outra mão aparece com o punho fechado,

configurado tanto em "A" quanto em "S". Nessa variante, o punho fechado move-se em direção à mão em "C", entrando nela (22). Como se trata de uma variação que não apresenta movimento, diferentemente de outros sinais que mostram o núcleo girando, esse sinal consegue transmitir satisfatoriamente o conceito de núcleo. A representação do núcleo com o punho fechado permite indicar que ele não é uma entidade oca, como ocorre em outros sinais, como os de átomo, próton e elétron, nos quais o núcleo é representado com a mão em configuração de "O".

Aqui, podem surgir duas interpretações. A primeira, já mencionada anteriormente, é que o núcleo pode ser interpretado como uma entidade vazia internamente. Por outro lado, o sinal de "zero" é visualmente semelhante ao sinal da letra "O". Isso implica que, enquanto alguns podem interpretar o núcleo como oco, outros podem inferir que o núcleo tem carga nula, o que igualmente prejudicaria a assimilação corretamente do conceito de "núcleo". Sabemos que, sendo constituído por prótons e nêutrons, o núcleo tem uma carga positiva (pelo menos +1, no caso do hidrogênio), já que os prótons lhe conferem essa carga. Isso significa que representar o núcleo com a configuração de mão em "O" pode gerar um desvio em relação ao conceito científico adequado do núcleo atômico.

Optamos por não incluir o registro do sinal de "núcleo" encontrado em uma plataforma de sinais de Biologia e Química (EPEEM), pois consideramos que ele está mais voltado para o contexto biológico do que para o químico. Embora reconheçamos a diferença estrutural e conceitual entre o núcleo atômico e o núcleo celular, não fica claro, na plataforma em questão, a qual tipo de núcleo o sinal se refere. Nesse sinal, uma das mãos configura-se como a letra "C", enquanto o dedo indicador da outra mão faz um movimento circular ao redor de um ponto que representa o núcleo. Esse movimento circular não indica, necessariamente, uma partícula em movimento, mas delimita uma região, sugerindo que o núcleo é a parte central da estrutura, seja no contexto biológico, seja no químico. Assim, o sinal parece estar alinhado com a concepção científica de núcleo, porém não o incluímos por ser aparentemente mais aplicável à área da Biologia.

5.3.2 Decaimento e Conceitos Correlatos

5.3.2.1 Decaimento Radioativo

O sinal de decaimento radioativo começa com uma das mãos formando um "C", representando uma das variantes de sinal do núcleo atômico. A outra mão, inicialmente fechada, abre rapidamente dentro do núcleo, sugerindo a propagação de radiação a partir dele. Em seguida, ambas as mãos assumem a configuração de mãos fechadas. A partir desse ponto, as mãos abrem e fecham de maneira repetida, indicando a emissão constante de radiação. Essa repetição reforça a ideia de que a emissão de radiação ocorre de forma contínua (67).

Quando os cinco dedos de ambas as mãos estão bem estendidos, transmite-se a noção de que a radiação se espalha em várias, senão em todas as direções, o que está de acordo com o conceito de decaimento radioativo.

Nesse sinal, não há menção explícita à emissão de partículas, como ocorre nos decaimentos alfa ou beta. Contudo, a associação com a propagação de radiação pelo ambiente mantém a integridade da representação, já que mesmo as emissões alfa e beta são geralmente seguidas pela emissão de radiação gama, que resulta da necessidade de estabilização energética do núcleo.

5.3.2.2 Meia-vida

O sinal referente à meia-vida consiste essencialmente na letra "t" e na representação da fração $1/2$. Embora a definição de tempo de meia-vida se refira ao período necessário para que a concentração de uma substância chegue à metade, o sinal encontrado em nossas pesquisas enfatiza uma forma quase datilológica da representação escrita da expressão "tempo de meia-vida" (68).

Não há aqui uma associação direta entre a definição conceitual e o sinal, mas o uso da fração $1/2$ sugere um vínculo com a ideia de "metade" de uma determinada quantidade e, conseqüentemente, com o tempo necessário para alcançar esse ponto. Assim como outros sinais, este também exige um contexto adequado para sua completa compreensão e assimilação.

5.3.2.3 *Isótopos*

Como apresentado anteriormente na sessão *Análise Morfológica*, o sinal de “isótopos” destaca, em uma das mãos, a letra "P", seguindo o padrão de diferenciar a palavra "isótopos" de outras como "isóbaros" e "isótonos". A configuração de mão em "P" reforça o fato de que isótopos possuem o mesmo número de prótons. A outra mão realiza um sinal de igualdade ou semelhança, indicando que os átomos compartilham alguma característica comum, a qual, nesse caso, é a quantidade de prótons (14, 65).

Embora não haja menção específica ao núcleo ou a sinais relacionados à radioatividade, o termo "isótopo" é frequentemente utilizado na literatura de Radioquímica, dado que muitos isótopos de alguns elementos químicos são radioativos.

5.3.3 **Radiação e seus Tipos**

5.3.3.1 *Radiação*

O sinal de “radiação” apresenta diversas variações nas plataformas estudadas. Em uma das variantes, uma mão com configuração aberta e dedos estendidos é posicionada horizontalmente, enquanto a outra mão, na configuração de letra “R” (aqui representando a palavra “radiação”), realiza um movimento vibratório ascendente e inclinado (6, 47). Esse sinal representa uma característica fundamental da radiação, que é o espalhamento natural no ambiente devido à emissão de um corpo radioativo.

Essa forma de representação da radiação não é exclusiva da língua de sinais. Ela corrobora com a forma unidimensional frequentemente apresentada em livros didáticos, nos quais a radiação é descrita como uma emissão em uma única direção, especialmente quando se trata da radiação proveniente de uma superfície. Observa-se aqui que a propagação da radiação não ocorre necessariamente em uma única direção. No entanto, outras formas tridimensionais de representação poderiam ilustrar melhor essa característica, uma vez que o uso de representações unidimensionais pode levar à interpretação de que a radiação sempre se propaga em um único feixe, o que nem sempre reflete a realidade.

Em uma das plataformas utilizadas neste estudo, o sinal de "radiação" é representado da mesma forma que o sinal de "átomo" (46). Nessa representação, uma mão assume a configuração em "O", enquanto a outra exibe o dedo indicador girando ao redor da primeira mão, que representa o núcleo atômico. Como discutido anteriormente, essa representação ilustra o elétron em constante movimento ao redor do núcleo, uma característica do modelo atômico de Bohr, no qual os elétrons orbitam o núcleo em trajetórias definidas (órbitas estacionárias) sem emitir radiação.

A associação entre os sinais de "radiação" e "átomo" pode sugerir uma conexão natural entre os dois conceitos, já que a radiação frequentemente se origina de processos que envolvem os átomos, como decaimento radioativo em elementos instáveis. Contudo, uma vez que este sinal é idêntico ao de "átomo", ele poderia induzir ao entendimento equivocado de que qualquer átomo em estado fundamental emitiria radiação. Isso não é correto, pois os átomos, em seu estado fundamental, não emitem radiação eletromagnética oriunda da eletrosfera, a não ser que recebam algum estímulo externo ou proveniente do seu núcleo.

Em outras palavras, no modelo de Bohr, um elétron permanece em uma órbita quantizada ao redor do núcleo e não perde energia ao girar, o que impede que ele colapse em direção ao núcleo por emissão contínua de radiação. Essa estabilidade ocorre devido à quantização das órbitas, nas quais o elétron só emite ou absorve radiação ao mudar de uma órbita para outra (saltos quânticos), um princípio que ajudou a explicar a estabilidade do átomo.

Assim, muito embora seja apropriado associar a ideia de radiação ao átomo em determinados contextos, seria necessário adaptar o sinal — seja adicionando um elemento, seja modificando a configuração de mão — para indicar que o átomo não está no estado fundamental, diferenciando melhor os conceitos de radiação e estrutura atômica.

Existe ainda aqui um ponto crítico a ser observado. O termo "radiação" é frequentemente utilizado para descrever fenômenos distintos, como as ondas eletromagnéticas emitidas pela eletrosfera, resultantes da transição de elétrons para níveis de energia mais baixos, e o decaimento nuclear, que abrange emissão de partículas alfa, beta e raios gama provenientes do núcleo atômico. Na língua portuguesa, o uso de uma única palavra para ambos os fenômenos pode gerar confusões conceituais, e essa ambiguidade também se reflete em Libras, onde a mesma ideia é usada para representar ambos os conceitos. Na Físico-química, a

distinção geralmente ocorre pelo contexto: radiação de baixa energia, como a eletromagnética, tende a ser associada à eletrosfera, associada a relaxações de elétrons, enquanto a radiação de alta energia, mais penetrante, é normalmente nuclear, originada de relaxações nucleares. Embora essa discussão extrapole o escopo deste estudo, ela destaca a relevância de refletirmos sobre o léxico científico e como a falta de termos específicos pode limitar a clareza e a precisão conceitual.

Outra variação do sinal de “radiação” segue essa mesma perspectiva da radiação: a de origem eletrosférica. Ela representa o núcleo atômico com uma mão em configuração de "O", enquanto a outra mão exibe uma configuração que sugere o espaçamento entre o núcleo e a eletrosfera, seguida pela letra "E", possivelmente representando o elétron (48). Em seguida, essa mesma mão assume uma configuração com cinco dedos abertos e a palma espalmada, simbolizando a propagação da radiação. Mais uma vez, a ideia de radiação aqui não se refere à radioatividade proveniente do núcleo atômico. Em vez disso, trata-se da radiação emitida quando um elétron excitado retorna ao seu estado de menor energia, liberando energia sob a forma de fótons (radiação eletromagnética). Esse tipo de transição é um fenômeno que ocorre na eletrosfera e é diferente do processo de radiação nuclear, que envolve a emissão de partículas ou energia diretamente do núcleo atômico.

Como discutido, embora esse mesmo problema de ambiguidade exista na língua portuguesa, na qual a palavra “radiação” se aplica a diferentes fenômenos, na Libras isso pode representar uma limitação adicional, uma vez que a representação icônica do conceito tende a focar apenas em um desses fenômenos.

Nesse caso, o foco está na radiação emitida pelo elétron, enquanto a radiação emitida pelo núcleo atômico — processo típico em elementos radioativos e estudado na radioquímica — requer uma representação diferente, já que não envolve o comportamento da eletrosfera. Esse tipo de representação restrita a um único contexto de radiação pode naturalmente gerar confusão ou dificuldade na interpretação, especialmente ao associar o mesmo sinal a fenômenos que também podem ocorrer no núcleo atômico. Uma alternativa seria, por exemplo, acoplar esse sinal a um outro que se relacione com o núcleo atômico, ou até desenvolver um sinal específico que indique a radiação nuclear, o que ajudaria a diferenciar claramente os diferentes tipos de radiação conforme o contexto.

Uma outra variante do sinal de "radiação" envolve uma mão configurada com a letra "O", representando um corpo emissor, e a outra mão configurada com os quatro dedos estendidos, exceto o polegar, na posição de "4". Nesta variante, a mão com os dedos estendidos realiza um movimento de rotação repetida de cerca de 90 graus, sugerindo a dispersão da radiação em várias direções a partir do corpo emissor (53). Esse movimento circular e o posicionamento dos dedos indicam a propagação radial da radiação. Ainda que o movimento da mão não represente explicitamente uma dispersão tridimensional, esse sinal permite inferir que a radiação se espalha para além de uma única direção plana, sugerindo uma propagação abrangente no espaço ao redor do corpo. Em termos práticos, os dedos estendidos reforçam a ideia de que a radiação emana de uma fonte e se espalha em múltiplas direções, o que evidencia visualmente o conceito de propagação radial da radiação.

Outra representação de "radiação" utiliza uma mão configurada na forma da letra "C," simbolizando um corpo emissor, enquanto a outra mão começa dentro do "C" em posição fechada e, ao se mover para fora, abre-se com todos os dedos estendidos (69). Esse movimento sugere a origem da radiação em um ponto central, expandindo-se gradualmente no ambiente ao redor. Neste sinal, a radiação é representada como unidirecional, ou seja, propagando-se em uma direção ao longo de uma dimensão. Apesar dessa limitação espacial, a ideia de emissão de energia é reforçada pela transição de uma mão fechada para uma aberta, transmitindo visualmente a liberação de energia associada ao processo de radiação, além de destacar a origem específica do corpo emissor.

Outra representação do sinal de "radiação" utiliza uma mão com configuração em "A" (punho fechado) enquanto a outra mão começa próxima a essa mão fechada e, em seguida, se move para fora, abrindo os dedos para simbolizar a propagação no ambiente (49). Diferentemente do sinal anterior, cujo foco estava na radiação emitida pelo elétron — ignorando, por exemplo, a radiação nuclear —, essa representação é mais genérica, indicando que existe uma fonte e que a radiação se espalha tridimensionalmente, ilustrado pelo movimento dos dedos que se abrem à medida que a mão se afasta do "corpo" representado pela mão fechada.

Essa representação simplificada desconsidera aspectos mais específicos e complexos abordados em sinais anteriores. No entanto, ela pode ser aplicada de maneira mais ampla e intuitiva, transmitindo a ideia de radiação de uma forma geral,

sem se limitar a um contexto específico, como a radiação emitida por elétrons ou pelo núcleo atômico.

5.3.3.2 Radiações Alfa, Beta e Gama

Os sinais associados aos decaimentos alfa, beta e gama encontrados neste levantamento são representados apenas pela letra referente ao tipo de decaimento (12, 50, 51, 52). Embora, na língua portuguesa, esses tipos de radiação sejam comumente representados por letras para diferenciá-los, essa prática pode ser limitada quando aplicada à Libras. Como a Libras é uma língua predominantemente visual e semântica, seria útil considerar uma representação que pudesse explorar a natureza de cada tipo de radiação, facilitando a compreensão e a assimilação dos conceitos.

Além disso, a inclusão de elementos visuais específicos de cada tipo de decaimento (como o movimento das partículas ou características do processo de emissão) poderia tornar o conteúdo mais acessível, refletindo melhor o conteúdo científico na linguagem visual da Libras. Isso beneficiaria especialmente àqueles que aprendem esses conceitos em contextos educacionais, promovendo uma educação mais inclusiva e significativa e conceitualmente mais bem estabelecida.

5.3.3.3 Radioativo

Assim como fazemos distinção entre adjetivos e substantivos na língua portuguesa, na Libras não seria diferente. No entanto, na maioria das vezes, essa diferenciação não é tão importante, pois depende do contexto. Sendo a Libras uma língua visual, sua essência está na transmissão de ideias por meio de sinais que representam o conceito a ser comunicado. Dessa forma, em algumas situações, é possível observar o uso do sinal de um substantivo, por exemplo, como substituto de um adjetivo.

Contudo, encontramos registros do sinal específico para o adjetivo “radioativo” e decidimos incorporá-lo às palavras analisadas neste estudo. Um dos registros encontrados para “radioativo” apresenta uma das mãos na configuração de mão fechada, enquanto a outra inicia dentro desta (aproximadamente com a configuração

de mão em “C”), com a mão fechada, movendo-se para frente e abrindo, com os dedos se movimentando rapidamente (41). Essa representação sugere que a radiação se origina em um ponto fixo (representado pela mão que simboliza o núcleo atômico em outros sinais) e se propaga no espaço, indicada pelo movimento dos dedos.

A utilização de uma única mão nessa variante do sinal não permite concluir com precisão que se trata de uma propagação tridimensional, mas transmite a ideia de uma energia se espalhando pelo ambiente.

Uma das variantes do sinal para "radioativo" começa com a mão em configuração de dedo indicador à altura do nariz, representando o perigo. Em seguida, ambas as mãos assumem a configuração de mão com os dedos polegar, indicador e médio estendidos, realizando rápidos movimentos de vai e vem vibratórios, afastando-se do corpo do intérprete para simbolizar a propagação pelo espaço. O sinal termina com a configuração em forma de cruz, representando aqui o sinal de “perigo”, indicando perigo de morte (13). Esse sinal associa o conceito de radiação (ou de um corpo radioativo) a uma conotação negativa, expressando que o contato com esse objeto inevitavelmente implica um risco mortal. Vê-se aqui como a história e eventos marcantes, como os acidentes em Fukushima, Chernobyl e o incidente com Césio-137 em Goiânia, imprimem uma ideia essencialmente negativa ao conceito de "radioatividade" na mente do coletivo, chegando a refletir no ensino e na sua percepção por outras línguas, como a Libras.

5.3.4 Aplicações da Energia Nuclear

5.3.4.1 Energia Nuclear

Dentre todos os sinais e suas variações encontrados neste levantamento, o sinal que apresentou o maior grau de complexidade foi o sinal de “energia nuclear”. Ele inicia com ambas as mãos subindo, em uma configuração de mão um pouco mais aberta que o formato de letra “C”, representando a forma da chaminé de uma usina nuclear. Uma das mãos mantém essa configuração de letra “C”, enquanto a outra, com a mesma configuração, se move em direção à primeira, representando o conceito de fusão entre átomos. Após essa aproximação, há um pequeno movimento que indica a separação das mãos, simbolizando a fissão nuclear. Por fim, uma separação abrupta entre as mãos demonstra a liberação intensa de energia que

ocorre nesse tipo de fenômeno radioativo. O sinal se encerra com ambas as mãos na configuração em “Y”, simbolizando a propagação da energia pelo ambiente por conta do processo de fissão nuclear (27).

Interessantemente, esse sintagma agrupa tanto a fusão quanto a fissão nuclear, dois processos altamente energéticos que representam as bases da energia nuclear. Embora o sinal seja associado inicialmente a uma usina nuclear (mais especificamente, à sua chaminé) ele combina uma representação tanto macro quanto micro. Ao mesmo tempo, mostra também as instalações de onde provém a energia nuclear, bem como a natureza real de sua geração, que ocorre por meio dos processos de fusão e fissão nuclear.

Na língua portuguesa, a concepção de "energia nuclear" assume dois sentidos: pode referir-se tanto à matriz energética que utiliza processos nucleares para abastecer cidades, quanto à energia associada ao núcleo atômico em si, ou seja, sua energia vibracional, entre outras. Nesse contexto, ao tentar expressar especificamente a segunda ideia (a energia associada ao núcleo), esse sinal pode não ser adequado, pois sua representação visual está mais ligada à primeira ideia mencionada: a da matriz energética.

Como já discutido, a Libras é uma língua visual, ou seja, traduz conceitos e significados por meio de sinais que representam ideias de forma condensada. Como apenas uma dessas interpretações é capturada pelo sinal analisado, é necessário refletir sobre a possível criação de um sinal que possa contemplar o conceito de energia associada diretamente ao núcleo atômico, isto é, a energia do núcleo.

5.3.4.2 Raio X

O sinal de “raio-X”, embora não seja tão comumente usado no contexto de aplicações da Radioquímica, é apresentado aqui por ser um termo amplamente utilizado, inclusive em alguns contextos da interface entre Física e Química.

O sinal é feito com apenas uma das mãos: começa com a mão fechada, que se abre parcialmente em direção ao tronco do intérprete, realizando esse movimento repetidas vezes em várias direções ao nível do tórax (54, 66). Esse gesto simboliza a radiação de raios-X, associada, por exemplo, a um exame de radiografia do tórax. Dessa forma, o sinal estabelece uma conexão rápida e intuitiva com a ideia de radiação, usando o contexto clínico como base.

No entanto, ao representar os raios-X em um contexto atômico, onde se fala de emissão de ondas eletromagnéticas de alta energia, pode ser necessário um sinal que traduza especificamente a dinâmica dos elétrons associada à produção de raios-X.

Como discutido anteriormente, a representação de um termo em Libras exige a transposição de seu conceito para sinais. Apesar de haver, possivelmente, uma simplificação conceitual, é importante refletir sobre uma forma mais adequada de representar cada ideia por meio dos sinais. Em outras palavras, cabe ao(à) TILS adaptar e contextualizar o sinal de acordo com o contexto em que esse conceito será usado.

5.3.4.3 Nuclear

O sinal para “nuclear”, encontrado em apenas uma plataforma neste estudo, começa com as duas mãos fechadas e os braços cruzados, seguidos por um rápido movimento das mãos para cima com abertura dos dedos, simbolizando uma explosão (15). Em seguida, apenas uma das mãos, com o dedo indicador esticado, faz movimentos próximos ao nariz, sugerindo uma ideia de perigo. Como mencionado anteriormente, sabe-se que a energia nuclear está associada a episódios marcantes na história da humanidade, como o desastre de Chernobyl, as bombas atômicas em Hiroshima e Nagasaki, e, no Brasil, o incidente com Césio-137 em Goiânia. É compreensível, portanto, que a energia nuclear seja vista com certa carga de periculosidade.

No entanto, trata-se de uma matriz energética extremamente eficiente. Apesar de exigir a extração de minerais como o urânio, a energia nuclear é considerada uma fonte limpa, pois praticamente não emite CO₂ durante o processo de geração de eletricidade. Embora não haja um erro conceitual evidente, o sinal de “nuclear” reflete uma perspectiva influenciada pela percepção comum, o que demonstra, mais uma vez, como o senso coletivo sobre a energia nuclear é traduzido na Libras.

5.3.5 Visão Geral

A análise das representações em Libras de conceitos da Radioquímica revela várias nuances na forma como esses termos são comunicados visualmente. Destacamos aqui alguns que apresentaram algum possível desvio conceitual em alguma variação do sinal-termo. O sinal de “átomo”, por exemplo, possui algumas variações nas representações, principalmente no que diz respeito ao núcleo, que pode ser indicado por diferentes letras como "A", "S" ou "O", mas sem um consenso claro sobre o movimento das partículas. Isso é, de certa forma, problemático do ponto de vista conceitual, uma vez que algumas variantes sugerem erroneamente que o núcleo também está em movimento, o que contradiz o modelo atômico de Bohr, no qual o núcleo é considerado fixo, e os elétrons movem-se ao seu redor.

Esse tipo de ambiguidade se estende a outras partículas fundamentais. O sinal de “próton”, frequentemente representado também pela letra "P", é associado coerentemente em alguns sinais à carga positiva, mas há variações que o colocam em movimento ao redor do núcleo, o que pode confundir seu comportamento estático no átomo. De forma similar, o sinal de “nêutron”, representado por "N" em algumas variantes, também apresenta o problema de representações que o colocam orbitando o núcleo, embora ele deva estar “fixo” dentro dele. O uso da configuração de mão em “O” (ou zero) para indicar a carga nula do nêutron é uma representação válida, presente em uma das variantes.

No caso do sinal de “elétron”, a variação nas representações é ainda maior, com diferentes formas de indicar seu movimento ao redor do núcleo. Algumas representações utilizam mãos que giram ou indicam a energia vibracional associada ao elétron, mas essas abordagens podem complicar a compreensão do modelo atômico, especialmente quando o conceito de movimento não se alinha com a descrição do elétron do modelo Bohr, em que essa partícula descreve trajetórias circulares em torno do núcleo.

Em se tratando do sinal referente a “núcleo”, a representação mais simples e eficaz é a do punho fechado, simbolizando uma estrutura sólida e central (parado), evitando a ideia de um núcleo vazio ou em movimento. A representação do conceito de “isótopos”, bem como dos decaimentos “alfa”, “beta” e “gama” limita-se somente à representação de uma letra.

A representação de ‘radiação’ aparece, em algumas variantes, como um perigo, com gestos que indicam risco, podendo, em certa medida, exagerar a percepção de ameaça, especialmente em um contexto educacional, no qual o entendimento claro da radioatividade, bem como seus riscos e benefícios (especialmente em nosso cotidiano) é fundamental. A história de acidentes nucleares, como os de Chernobyl e Goiânia, sem dúvida, influenciam essa abordagem, mas ela deve ser equilibrada com a educação científica adequada para evitar pânico desnecessário e desmistificar a área de Radioquímica.

Além disso, a ambiguidade associada ao termo “radiação” pode representar um entrave na desambiguação conceitual do termo. Uma representação foca na radiação oriunda da eletrosfera, enquanto outra representa a radiação como oriunda de um corpo, podendo, por exemplo, ser associada ao núcleo atômico. Cabe aqui não somente ao contexto, mas também ao(à) próprio(a) TILS a explicação sobre de qual perspectiva de radiação se está falando: a eletrosférica ou a nuclear.

O sinal mais complexo dentre todos os analisados foi o de “energia nuclear”. Esse sinal foca na imagem de uma usina nuclear, elucidando os seus perigos e desvantagens, em vez de representar diretamente a energia do núcleo atômico, independente da sua aplicação na forma de matriz energética, por exemplo.

O sinal de raio X é apresentado de forma bastante simples, com uma mão se abrindo e fechando próximo ao peito, remetendo ao contexto clínico, mas poderia ser adaptado para contextos atômicos. O sinal para “nuclear”, por sua vez, é representado por uma explosão, o que transmite a ideia de risco e perigo, refletindo, mais uma vez, uma percepção do senso comum da energia nuclear associada a catástrofes. Embora esse sinal seja uma representação bastante comum da ideia, ele não reflete, por exemplo, o papel da energia nuclear como uma fonte limpa e eficiente de energia, promissora para questões ambientais que apresentam tanto desafios na contemporaneidade.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, foram identificadas plataformas nacionais que apresentam sinais-termo relacionados à área de Radioquímica na Libras, oferecendo uma base consistente para estudo e consulta. Além disso, realizou-se uma análise morfológica dos sinais atualmente empregados para conceitos da Radioquímica, enfocando suas configurações de mão, evidenciando padrões e variações. E, por fim, examinou-se a iconicidade dos sinais desse campo, avaliando a coerência entre a base conceitual subjacente e a estrutura dos sinais-termo, demonstrando como esses elementos se relacionam diretamente com o significado pretendido.

A análise dos sinais em Libras para conceitos científicos na Radioquímica revela diversas variações na comunicação científica para a comunidade surda, tanto em contextos de ensino quanto em ambientes profissionais e acadêmicos. Essas variações, particularmente na representação de partículas subatômicas e temas relacionados à Radioatividade, destacam a importância de precisão nos sinais, já que representações imprecisas podem gerar equívocos no entendimento científico, bem como uma compreensão conceitualmente distante do estabelecido cientificamente. Além disso, a falta de sinais adequados para terminologias utilizadas em níveis de ensino mais avançados limita a compreensão aprofundada desses temas por parte da comunidade surda.

A ampla variedade de sinais observada para o mesmo termo evidencia não apenas a extensão territorial do Brasil, mas também suas especificidades linguísticas regionais, o que demonstra uma falta de uniformidade e padronização. Essa diversidade dificulta a construção de uma comunicação plena entre surdos de diferentes regiões e contextos, pois as variações locais podem levar a interpretações divergentes do mesmo conceito científico. Além disso, a ausência de uma plataforma centralizada para registrar e compartilhar esses sinais é um obstáculo significativo para a padronização de tais sinais-termo na Libras. Embora algumas variações regionais possam ser válidas e até enriquecedoras, muitas delas acabam criando barreiras para surdos que estão familiarizados apenas com uma das variantes, introduzindo "ruído" na comunicação.

Optamos neste trabalho por não elencar um sinal conceitualmente adequado em cada sinal-termo. Entendemos que cada variante de sinal traz nuances específicas, como aspectos de carga, localização ou propagação, que ajudam a

compor uma visão completa e complexa do conceito. No contexto da Radioquímica, no qual muitos termos são multifacetados, limitar-se a um único sinal poderia comprometer a riqueza e precisão do entendimento, como é o caso do sinal de “radiação”. Além disso, o uso de múltiplas variantes permite flexibilidade de acordo com o contexto ou mesmo familiaridade por parte do(a) TILS.

As contribuições desse tipo de análise conceitual trazidas por esse estudo são importantes para se refletir sobre a dinâmica de criação e estruturação de sinais na Libras. Pensar sobre a entrega conceitual dos sinais-termo significa não só promover a acessibilidade ao conhecimento científico para pessoas surdas, mas também sensibilizar a comunidade surda e ouvinte (usuários da Libras) sobre a necessidade de uma terminologia mais inclusiva.

Em última análise, esse estudo não é apenas sobre a tradução de palavras no âmbito técnico-científico, mas sobre a construção de um conhecimento inclusivo que permita que todos os alunos e alunas, independentemente de sua forma de comunicação, tenham a oportunidade de explorar e entender o fascinante mundo da Radioquímica.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, L. G.; XAVIER, A. As Línguas de Sinais são línguas naturais? **Revista Porto das Letras**, v. 8, n. 2, 2022.

BECQUEREL, H. Sur les radiations émises par phosphorescence. **Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences**, v. 122, p. 420-421, 1896.

BODNER, G. M. Chemistry education research: Theoretical foundations. **Journal of Chemical Education**, v. 80, n. 10, p. 1142-1143, 2003. DOI: 10.1021/ed080p1142.

BORGES, L. S. Língua Brasileira de Sinais (Libras): desafios e perspectivas para a educação de surdos no Brasil. **Revista Educação em Questão**, v. 55, n. 43, p. 48-68, 2017.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 1996.

BRASIL. **Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002**. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais – Libras e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2002.

BRASIL. **Decreto nº 5.626, de 22 de dezembro de 2005**. Regulamenta a Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002, que dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras, e o art. 18 da Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2005.

BRASIL. **Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146)**, 2015. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2015.

BRASIL. **Ministério da Educação. Lei Nº 14.191, de 03 de agosto de 2021**. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), para dispor sobre a modalidade de educação bilíngue de surdos. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2021.

BRITO, L. F. Por uma gramática de línguas de sinais. **Tempo Brasileiro**, 1995.

BRITO, L. F. Uma abordagem fonológica dos sinais da LSB. **Espaço Informativo técnico-científico do INES**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 20-43, 1990.

BUENO, G. Padronização terminológica na química: estado da arte no Brasil e sua relação com a norma ISO 704:2009. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 18, n. 4, p. 45-60, 2013.

CAPOVILLA, F. C.; RAPHAEL, W. D. **Dicionário enciclopédico ilustrado trilíngue da língua de sinais brasileira**. São Paulo: EDUSP, 2001.

CAPOVILLA, F. C. et al. **Dicionário da Língua de Sinais do Brasil**. 1ªed. São Paulo: Edusp, 2017.

CHANG, R. **Química**. McGraw-Hill Education, 2017.

CHOI, D.; VIEIRA, M. I. da S.; OLIVEIRA, P. R. G. de; Nakasato, R. In: PEREIRA, M. C. da C. (org.). **Libras: conhecimento além dos sinais**. 1. ed. São Paulo: Person Prentice Hall, 2011.

CHOPPIN, G. R.; LILJENZIN, J.; RYDBERG, J. Unstable Nuclei and Radioactive Decay. In: **Radiochemistry and Nuclear Chemistry**. Elsevier, 2002. p. 58-93.

COHEN, B. L. **Concepts of Nuclear Physics**. New York: McGraw-Hill, 1971.

COSTA, M. R. **Proposta de modelo de enciclopédia visual bilíngue juvenil: Enciclolibras – o corpo humano**. 2012. 151 f. Dissertação (Mestrado em Linguística) – Universidade de Brasília, Brasília.

COSTA, M. R.; RIBEIRO, D. P. Criação de sinais-termo nas áreas de especialidades da língua de sinais brasileira – LSB. **Revista Eletrônica**, v. 49, p. 131-151, 2018.

CURIE, M.; CURIE, P. Sur une substance nouvelle radio-active, contenue dans la pechblende. **Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences**, v. 127, p. 1215-1217, 1898.

DICKSON, R. M. History of Radiochemistry. In: AUERBACH, A. (ed.). **Encyclopedia of Spectroscopy and Spectrometry**. Academic Press, Oxford, p. 221-226, 2019. DOI: 10.1016/B978-0-12-803224-4.01128-6.

DOMINGUINI, F.; CLEMES, G.; ALLAIN, O. Análise do tema radioatividade nos livros didáticos do PNLD em à luz da teoria da aprendizagem significativa e dos pressupostos C, T & S. **Revista Técnico-Científica**, Santa Catarina, v. 3, n. 1, p. 455-466, 2012.

EICHROM. **Radiochemistry**. 2021. Disponível em: <https://eichrom.com/radiochemistry>. Acesso em: 02 fev. 2024.

ETHNOLOGUE. **Ethnologue: Languages of the World**. 24ª ed. Dallas, Texas: SIL International, 2021. Disponível em: <https://www.ethnologue.com>. Acesso em: 12 set. 2024.

EVANS, R. D. **The Atomic Nucleus**. New York: McGraw-Hill, 1955.

FAULSTICH, E. L. J. Sinal-Termo. Nota lexical. **Centro Lexterm**, 2014. Disponível em: <http://www.centrolexterm.com.br>. Acesso em: 05 nov. 2023.

FAULSTICH, E. **Proposta Metodológica para Elaboração de Léxicos, Dicionários e Glossários**. Brasília, 2001. Disponível em: http://canaluniversitario.desenvolvimento.gov.br/monografias/ja_disponiveis.htm. Acesso em: 16 jun. 2023.

FELIPE, T. A. Escola inclusiva e os direitos linguísticos dos surdos. **Revista Espaço Ines**, Rio de Janeiro, nº 7, p. 41-46, 1997.

FELIX, A. O papel da interação no processo de ensino-aprendizagem de português para alunos surdos em uma escola inclusiva. **Revista Trabalho em Linguística Aplicada**, Campinas, v. 48, n. 1, p. 119-131, jan.-jun. 2010.

FELTRINI, G. M.; GAUCHE, R. Ensino de ciências a estudantes surdos: pressupostos e desafios. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 6., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRAPEC, 2007. p. 1-11.

FERNANDES, E. C. **Gramática pedagógica da língua de sinais brasileira**. Arara Azul, 2017.

FERREIRA, W. M.; NASCIMENTO, S. P. F.; PITANGA, A. F. Dez Anos da Lei da Libras: Um Conspecto dos Estudos Publicados nos Últimos 10 Anos nos Anais das Reuniões da Sociedade Brasileira de Química. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 3, p. 185-193, 2014.

FERREIRA-BRITO, L. E.; BARROSO, T. M.; LOBO, L. N. M.; LODI, A. C. Perguntas Simples na Libras. **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 23, n. 2, p. 213-230, 2017.

FREITAS, K. Dia Internacional da Linguagem de Sinais procura promover a inclusão de pessoas surdas. Página eletrônica da ALESP – Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, 2021. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/noticia/?23/09/2021/dia-internacional-da-linguagem-de-sinais-procura-promover-a-inclusao-de-pessoas-surdas-#:~:text=No%20pa%C3%ADs%2C%20cerca%20de%205,7%20milh%C3%B5es%20n%C3%A3o%20ouvem%20nada>. Acesso em: 10 fev. 2023.

FRISHBERG, N. Arbitrariness and iconicity: Historical change in American Sign Language. **Language**, v. 51, n. 3, p. 696-719, 1975.

GLICKMAN, N. S. Deaf history and culture in Spain: A reader of primary documents. Gallaudet University Press, 1996.

GOPEN, G. D.; SWAN, J. A. The science of scientific writing. **American Scientist**, v. 78, n. 6, p. 550-558, 1990.

GROSJEAN, F. Neurolinguists, beware! The bilingual is not two monolinguals in one person. **Brain and Language**, v. 36, n. 1, p. 3-15, 1989.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentals of Physics**. 9. ed. Hoboken: Wiley, 2011.

HAND TALK. **Conheça a história da Libras, a Língua Brasileira de Sinais**. Disponível em: <https://www.handtalk.me>. Acesso em: 23 jun. 2024.

HANDS & VOICES. **Communication Considerations: Deaf Culture**. Hands & Voices, 2023. Disponível em: <https://www.handsandvoices.org>. Acesso em: 12 jun. 2024.

HOUSECROFT, C. E.; SHARPE, A. G. **Inorganic Chemistry**. Pearson Education Limited, 2018.

INES, Instituto Nacional de Educação de Surdos. **Dicionário da Língua Brasileira de Sinais**. Disponível em: https://www.ines.gov.br/dicionario-de-libras/main_site/libras.htm. Acesso em: 16 jan. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE EDUCAÇÃO DE SURDOS. **História do INES**. Disponível em: <https://www.gov.br/ines/pt-br/aceso-a-informacao-1/institucional/conheca-o-ines>. Acesso em: 24 jun. 2024.

JOHNSTON, T.; SCHEMBRI, A. **Australian Sign Language (Auslan): An introduction to sign language linguistics**. Cambridge University Press, 2007.

JUNQUEIRA, R. D.; LACERDA, C. B. F. de. Avaliação de estudantes surdos e deficientes auditivos sob um novo paradigma: **Enem em Libras**. *Revista Educação Especial*, [S.L.], v. 32, p. 28-45, 18 mar. 2019.

KARNOPP, L. B. **Aquisição do parâmetro configuração de mão na Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS)**: estudo sobre quatro crianças surdas, filhas de pais surdos. Porto Alegre, 1994.

KATADA, M. **Advances in Radiochemistry**. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, v. 293, n. 2, p. 461-462, 2012. DOI: 10.1007/s10967-012-1829-1.

KLIMA, E.; BELLUGI, U. **The Signs of Language**. Cambridge: Harvard University Press, 1979.

KNOLL, G. F. **Radiation Detection and Measurement**. 3. ed. Hoboken: Wiley, 2000.

KOWALSKI, E. **Nuclear Electronics**. New York: Springer, 2012.

KRANE, K. S. **Introductory Nuclear Physics**. New York: Wiley, 1988.

LACERDA, C. B. F. **A inclusão escolar de alunos surdos**: o que dizem alunos, professores e intérpretes sobre esta experiência. *Cadernos CEDES*, Campinas, v. 26, n. 69, p. 163-184, 2006.

LEVINE, I. N. **Physical Chemistry**. McGraw-Hill Higher Education, 2008.

LINDINO, T. C. et al. **Química para discentes surdos**: uma linguagem peculiar. *Revista Trama*, Marechal Cândido Rondon, v. 5, n. 10, p. 145-158.

LUCAS, C.; VALLI, C. **Linguistics of American Sign Language: An introduction**. Gallaudet University Press, 2008.

- LUETKE-STAHLMAN, B. **Deaf individuals' bilingual abilities**: American Sign Language proficiency, reading skills, and family characteristics. **American Annals of the Deaf**, v. 154, n. 3, p. 319-330, 2010.
- MACHADO, P. C. **A política educacional de integração/inclusão**: um olhar do egresso surdo. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2008.
- MARRERO, T. R.; MASON, C. F. V. **Radiochemistry and Nuclear Chemistry**. Elsevier, 2015.
- MARSCHARK, M.; TANG, G.; KNOORS, H. (Eds.). **Bilingualism and bilingual deaf education**. Oxford University Press, 2014.
- MATURANA, H. **A árvore do conhecimento**: as bases biológicas da compreensão humana. São Paulo: Palas Athena, 2001.
- MITCHELL, R. E.; YOUNG, T. A.; BACHLEDA, B. **How Many People Use ASL in the United States?: Why Estimates Need Updating**. **Sign Language Studies**, v. 6, n. 3, p. 306-335, 2006.
- MOREIRA, F. S. R. **Criação de sinais-termo**: o conceito na descrição das estruturas sintáticas em Português para surdos. 2021. 120 f., il. Tese (Doutorado em Linguística) — Universidade de Brasília, Brasília, 2021.
- NAPOLI, D. J.; SUTTON-SPENCE, R.; JEMMOTTE, L. **Technology, Deaf People, and Access to Communication**. In: **The Oxford Handbook of Deaf Studies, Language, and Education**, v. 2, p. 499-516. Oxford University Press, 2020.
- NATIONAL GEOGRAPHIC. **Sign Language**. National Geographic Society. Disponível em: <https://education.nationalgeographic.org>. Acesso em: 12 ago. 2024.
- OKUNO, E.; YOSCHIMURA, E. **Física das Radiações**. Oficina de Textos, p. 70, São Paulo, 2010.
- PEREIRA, Laerte Leonaldo. **A aprendizagem do conteúdo de radioatividade por estudantes surdos usuários de Libras em um contexto de argumentação: um estudo de caso**. 2017. 219 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Caruaru, 2017.
- PERLIN, G.; STUMPF, M. R. **Aquisição fonológica em duas línguas de sinais brasileiras**: Libras e Língua Karipuna. **Revista Brasileira de Linguística Aplicada**, v. 14, n. 1, p. 197-220, 2014.
- PINTO, G. T.; MARQUES, D. M. **Uma proposta didática na utilização da história da ciência para a primeira série do ensino médio**: Radioatividade no cotidiano. **História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces**, v. 1, p. 27-57, 2010.
- QUADROS, R. M. de; KARNOPP, L. B. **Língua de sinais brasileira**: Estudos linguísticos. Artmed, 2004.

QUADROS, R. M. de. **Educação de Surdos**: A aquisição da Linguagem. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

QUADROS, R. M. de. **O tradutor e intérprete de língua brasileira de sinais e língua portuguesa**. PUC-RS, 1997.

QUADROS, R. M. de; LILLO-MARTIN, D. **Língua de herança e privação da língua de sinais**. *Revista Espaço*, v. 55, p. 213-222, 2021.

QUADROS, R. M.; KARNOPP, L. B. **Língua de Sinais Brasileira**: Estudos linguísticos. Porto Alegre: Artmed, 2004.

RAZUCK, R. C. R. S. R. **A pessoa surda e suas possibilidades no processo de aprendizagem e escolarização**. FE, UnB, 2011.

REIS, E. S. **O ensino de Química para alunos surdos**: desafios e práticas dos professores e intérpretes no processo de ensino e aprendizagem de conceitos químicos traduzidos para Libras. 2015. 135 f. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

RIEGEL, C. P. E. **A formação do intérprete de Libras para o ensino de ciências**: lacunas refletidas na atuação de TILS em sala de aula. 2016. 85 p. Dissertação (Mestrado). Ensino em Ciências e Matemática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, 2016.

RUTHERFORD, E. **Sobre as radiações das substâncias radioativas**. *Proceedings of the Royal Society of London*, v. 70, p. 137-147, 1902.

SALDANHA, J. C. **O ensino de Química em Língua Brasileira de Sinais**. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências na Educação Básica) – Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”, Duque de Caxias, 2011.

SAUSSURE, F. **Course in General Linguistics**. 1916.

SEABORG, G. T. **Radiochemistry and the Transuranium Elements**. Nobel Lecture, 12 dez. 1951. Disponível em: <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1951/seaborg/lecture/>. Acesso em: 13 nov. 2023.

SEABORG, G. T. **The Transuranium Elements**. *Science*, v. 101, n. 2634, p. 149-153, 1945. DOI: 10.1126/science.101.2634.149.

SIGN LANGUAGE INSTITUTE CANADA. **Deaf Culture**. Sign Language Institute Canada, 2021. Disponível em: <https://slicanada.ca>. Acesso em: 02 jun. 2024.

SIGN-HUB. **The SIGN-HUB Project**. Universitat Pompeu Fabra. Disponível em: <https://www.upf.edu/en/web/sign-hub/projecte>. Acesso em: 12 set. 2024.

SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. **Fundamentals of Analytical Chemistry**. Cengage Learning, 2013.

SMITH, J. G. **Principles of General, Organic, and Biological Chemistry**. McGraw-Hill Education, 2021.

SOUSA, S. F.; SILVEIRA, H. E. **Terminologias químicas em Libras: A utilização de sinais na aprendizagem de alunos surdos**. *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 1, p. 37-46, 2011.

SOUZA, V. C. de A.; PEREIRA, K. L. **Acessibilidade linguística para um estudante surdo na disciplina de Química Fundamental do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Viçosa**. *Revista de Ciências Humanas*, v. 18, n. 2, p. 1-21, 2018.

SPERB, C. C.; LAGUNA, M. C. V. **Os sinalários na língua de sinais: como surgem os sinais?** In: Anais do IX Encontro do CELSUL, 2010, Palhoça.

STADLER, João Paulo. **Sinalização de termos químicos em Libras: necessidade de padronização**. *Revista Educação Especial em Debate*, Vitória, v. 4, n. 7, p. 81-91, jan. 2019.

START ASL. **What is Deaf Culture and Who is the Deaf Community?** Start ASL, 2021. Disponível em: <https://www.startasl.com>. Acesso em: 15 jun. 2024.

STEINBERG, A. G.; SULLIVAN, V. J. **A History of the Deaf Community: Continuities and Changes**. In: The Oxford Handbook of Deaf Studies in Language, p. 1-13. Oxford University Press, 2018.

STOKOE, W. C. **Sign language structure: An outline of the visual communication systems of the American deaf**. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, v. 10, n. 1, p. 3-37, 2005.

STOKOE, W. **Sign Language Structure: An Outline of the Visual Communication Systems of the American Deaf**. *Studies in Linguistics*, n. 8, University of Buffalo, 1960.

TABER, K. S. **Chemical Misconceptions: Prevention, Diagnosis, and Cure**. Routledge, 2018.

TALANQUER, V. **When teaching becomes learning: A theory of learning science**. *CBE-Life Sciences Education*, v. 13, n. 2, p. 189-196, 2014. DOI: 10.1187/cbe.14-03-0052.

THAKUR, U. K.; BANERJEE, S. **Fundamentals of Nuclear Pharmacy and Radiochemistry**. Springer, 2019.

THOMPSON, R. L.; VINSON, D. P.; VIGLIOCCO, G. **The link between iconicity and human language processing**. *Cognition*, v. 114, n. 1, p. 29-39, 2010.

UNITED NATIONS. **Convention on the Rights of Persons with Disabilities (CRPD)**, 2006. Disponível em: <https://www.un.org/disabilities/convention/conventionfull.shtml>. Acesso em: 20 jun. 2024.

WILCOX, S. **Iconicity in American Sign Language**. In: MEIR, I.; SANDLER, W.; ARONO, C. **Language in Space: Iconicity and Metaphor in Sign Languages**. New York: Lawrence Erlbaum Associates, 2004. p. 15-40.

WORLD FEDERATION OF THE DEAF. **Sign Language**, 2021. Disponível em: <https://wfdeaf.org/our-work/human-rights/sign-language/>. Acesso em: 20 set. 2023.