

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
DOUTORADO EM ENSINO DE FÍSICA**

Ellen Cristine Prestes Vivian

**Educação Científica Bilíngue e Multimodal: Astronomia na
Língua Brasileira de Sinais em uma comunidade de aprendizagem**

**Porto Alegre, RS
2024**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
DOUTORADO EM ENSINO DE FÍSICA**

Ellen Cristine Prestes Vivian

**Educação Científica Bilíngue e Multimodal: Astronomia na
Língua Brasileira de Sinais em uma comunidade de aprendizagem**

Tese apresentada como requisito parcial à
obtenção do título de Doutora em Ensino de
Física pelo Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Física da Universidade Federal do
Rio Grande do Sul
Orientador: Prof. Dr. Alexsandro Pereira de
Pereira.

**Porto Alegre, RS
2024**

Ellen Cristine Prestes Vivian

Educação Científica Bilíngue e Multimodal: Astronomia na Língua Brasileira de Sinais em uma comunidade de aprendizagem

Tese apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Ensino de Física pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientador: Prof. Dr. Alessandro Pereira de Pereira.

Porto Alegre, RS, 30 de Agosto de 2024

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Alessandro Pereira de Pereira
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Prof. Dr. Nathan Willig Lima
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Bruna Fagundes Antunes Alberton
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Alejandra Daniela Romero
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

André Ary Leonel
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

RESUMO

A presente pesquisa apresenta um estudo que foi realizado em parceria com uma comunidade de aprendizagem do interior do estado do Rio Grande do Sul. Esta tese teve o objetivo de investigar como se constitui o domínio e a apropriação de sinais linguísticos de Astronomia em uma comunidade de aprendizagem considerando a modelagem de um contexto bilíngue e a produção de significados científicos por meio de uma abordagem multimodal visual. Para isso, foi considerada uma triangulação entre perspectiva sociocultural, a abordagem semiótica social multimodal e a Educação Bilíngue como fundamentação teórico-metodológica e para a educação científica para estudantes surdos(as) e ouvintes. Neste caminho, foi construída e implementada uma proposta didático-pedagógica de Astronomia bilíngue, considerando a visualidade como recurso semiótico predominante. Assim, foram analisadas as transições retóricas entre os recursos semióticos multimodais visuais, linguísticos, acionais, instrumentais e tecnológicos mediados na ação docente. Com isso, o estudo envolveu a modelagem de um contexto bilíngue, por meio do reconhecimento da Língua Brasileira de Sinais (Libras) e da familiarização da cultura surda entre os participantes da pesquisa. Posteriormente, foi oportunizada a produção de significados científicos através da mediação de diferentes ferramentas culturais linguísticas e da interação social entre estudantes e Pesquisadora. Desta forma foi possível observar e descrever como se deu o processo de aprendizagem e inferir como estudantes dominam e se apropriam de sinais linguísticos de Astronomia, bem como compreender como esses sinais empregados disponibilizam e criam novas possibilidades de ação mediada. Esta tese destacou a importância dos aspectos socioculturais – envolvidas no conhecimento da Libras e da cultura surda – na produção de significados científicos em um contexto de Educação Bilíngue, bem como de ações pedagógicas baseadas em recursos semióticos multimodais visuais para a compreensão de novos conceitos científicos. Os resultados obtidos apontaram que a introdução de sinais para terminologias de Astronomia modifica as relações entre a Ciência escolar, a comunidade surda e a comunidade científica, incentivando o uso e a difusão da linguagem científica bilíngue. Portanto, a proposta de criar e disseminar sinais através da aprendizagem de Astronomia pode servir de modelo educacional para futuras pesquisas na Educação Bilíngue de surdos. Então, foi através da modelagem de um contexto bilíngue e da produção de significados científicos que os sinais linguísticos de Astronomia puderam ser difundidos na cultura surda, diminuindo os abismos entre surdos e ouvintes, bem como entre a comunidade surda e a comunidade científica, abrindo um horizonte de possibilidades didático-pedagógicas para uma Educação Científica Bilíngue e Multimodal.

Palavras-chave: Astronomia. Libras. Educação Bilíngue. Multimodalidade. Perspectiva Sociocultural.

ABSTRACT

This research presents a study that was carried out in partnership with a learning community in the interior of the state of Rio Grande do Sul. This thesis aimed to investigate how the mastery and appropriation of linguistic signs of Astronomy are constituted in a learning community, considering the modeling of a bilingual context and the production of scientific meanings through a visual multimodal approach. For this, a triangulation was considered between the sociocultural perspective, the multimodal social semiotic approach, and Bilingual Education as a theoretical-methodological foundation for scientific education for deaf and hearing students. Along this path, a didactic-pedagogical proposal for bilingual Astronomy was constructed and implemented, considering visuality as the predominant semiotic resource. Thus, the rhetorical transitions between the visual, linguistic, actional, instrumental, and technological multimodal semiotic resources mediated in teaching action were analyzed. Therefore, the study involved modeling a bilingual context through the recognition of Brazilian Sign Language (Libras) and the familiarization with deaf culture among research participants. Subsequently, the production of scientific meanings was provided through the mediation of different linguistic cultural tools and social interaction between students and the Researcher. In this way, it was possible to observe and describe how the learning process took place and infer how students master and appropriate linguistic signs of Astronomy, as well as understand how these signs used make available and create new possibilities for mediated action. This thesis highlighted the importance of sociocultural aspects – involved in the knowledge of Libras and deaf culture – in the production of scientific meanings in a Bilingual Education context, as well as pedagogical actions based on visual multimodal semiotic resources for understanding new scientific concepts. The results obtained showed that the introduction of signs for Astronomy terminologies changes the relationships between school Science, the deaf community, and the scientific community, encouraging the use and dissemination of bilingual scientific language. Therefore, the proposal to create and disseminate signs through Astronomy learning can serve as an educational model for future research in Bilingual Education for the deaf. So, it was through the modeling of a bilingual context and the production of scientific meanings that the linguistic signs of Astronomy could be disseminated in deaf culture, reducing the gaps between deaf and hearing people, as well as between the deaf community and the scientific community, opening a horizon of didactic-pedagogical possibilities for Multimodal and Bilingual Scientific Education.

Keywords: Astronomy. Libras. Bilingual Education. Multimodality. Sociocultural Perspective..

SUMÁRIO

1 EDUCAÇÃO DE SURDOS, EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA	14
1.1 Justificativa.....	20
1.2 Objetivo Geral	22
1.2.1 Objetivos Específicos	22
1.2.2 Questões de Pesquisa	23
2 EDUCAÇÃO CIENTÍFICA BILÍNGUE NAS PESQUISAS NACIONAIS DE ENSINO DE FÍSICA E ASTRONOMIA	24
2.1 Educação Científica na Educação de Surdos: uma visão geral	24
2.2 Sistematização e Levantamento Bibliográfico	27
2.3 Educação Científica Bilíngue e Multimodal: o que apontam as pesquisas	31
2.3.1 Barreiras Linguísticas: desafios	32
2.3.2 Estratégias Didáticas e Recursos Visuais: possibilidades	44
2.4 Um breve desfecho	57
3 APROXIMAÇÕES ENTRE A PERSPECTIVA SOCIOCULTURAL E A ABORDAGEM SEMIÓTICA SOCIAL MULTIMODAL.....	61
3.1 Perspectiva Sociocultural e contribuições para uma Educação Científica Bilíngue.....	61
3.2 Abordagem Semiótica Multimodal e suas relações com a Perspectiva Sociocultural: possibilidades para uma Educação Científica Bilíngue.....	67
3.3 A perspectiva sociocultural e a abordagem multimodal na educação científica bilíngue através de uma triangulação teórico-metodológica	76
4 ASTRONOMIA BILÍNGUE E MULTIMODAL: METODOLOGIA E CONTEXTO DA PESQUISA	81
4.1 Encaminhamentos metodológicos: organizando a pesquisa.....	81
4.2 Perfil metodológico: pesquisa etnográfica	84
4.3 Situando a pesquisa: descrição do contexto	85
5 PROPOSTA DIDÁTICO-PEDAGÓGICA MULTIMODAL DE ASTRONOMIA BILÍNGUE: DA ELABORAÇÃO A IMPLEMENTAÇÃO.....	91
5.1 Sequência didático-pedagógica: estrutura e organização	91
5.1.1 Educação Bilíngue: módulo I	92
5.1.2 Astronomia Bilíngue: módulo II	93
5.1.3 Jogo de Charadas de Astronomia Bilíngue: um recurso multimodal	95
5.2 AstroLibras na Floresta: um breve relato da implementação	102
5.3 Do relato ao detalhamento retórico	111
6 MODELAGEM DE UM CONTEXTO BILÍNGUE	114
6.1 Conhecendo a Libras	114

6.1.1 <i>Datilologia e Configuração de Mão: introduzindo os aspectos fonológicos da Libras</i>	117
6.1.2 <i>Os cinco parâmetros e a iconicidade linguística da Libras</i>	122
6.1.3 <i>Gramática e morfologia da Libras: algumas noções complementares</i>	125
6.1.4 <i>Sinalário contextualizado</i>	128
6.2 Familiarização com a cultura surda	130
6.2.1 <i>Verbos e classificadores</i>	131
6.2.2 <i>Conversação: dialogando em Libras</i>	132
6.2.3 <i>Constituindo uma comunidade surda de aprendizagem: indicativos e reflexões</i>	135
7 PRODUZINDO SIGNIFICADOS CIENTÍFICOS	137
7.1 Mediação e Interação	138
7.1.1 <i>O Sistema Solar</i>	139
7.1.2 <i>O Sol e as estrelas</i>	152
7.1.3 <i>Das estrelas aos buracos negros</i>	163
7.1.4 <i>O universo e o BigBang</i>	175
7.1.5 <i>AstroLibras em jogo</i>	190
7.2 Domínio e Apropriação	192
7.2.1 <i>Protagonismo surdo e identidade surda</i>	193
7.2.2 <i>Identificação e/ou resistência entre os/as estudantes ouvintes</i>	204
7.2.3 <i>O processo de aprendizagem: alguns apontamentos</i>	209
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	211
REFERÊNCIAS	215

Apresentação

Eu, Ellen Cristine Prestes Vivian, sou uma mulher Autista de 31 anos, nascida em 25 de Março de 1993 em Caçapava do Sul, no interior do Rio Grande do Sul (RS). Uma pessoa neurodiversa, diagnosticada somente na fase adulta com Transtorno do Espectro Autista. Sempre estudei em escolas públicas e tenho origem familiar humilde; sou filha de uma mãe solteira (na época) que enfrentou muitos obstáculos devido a gravidez na adolescência e a maternidade atípica. Desde minha infância apresentava interesses em animais, em entender o comportamento humano e os fenômenos do Universo, com maior inclinação para a área das Ciências e da Física.

Assim, iniciei minha trajetória acadêmica com 17 anos ao ingressar no curso de graduação em Licenciatura em Ciências Exatas com Habilitação em Física, na Universidade Federal do Pampa (Unipampa), campus Caçapava do Sul, RS, no ano de 2011. Já no segundo semestre de graduação, em 2011, ingressei no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). A participação no PIBID foi o primeiro contato com a prática docente no ensino de Ciências e Matemática (de 2011 a 2014, subprojeto Ciências Exatas), bem como no ensino de Física (2014 a 2015, subprojeto Física). Essa participação no PIBID contribuiu para a minha formação acadêmica e profissional, permitindo o reconhecimento da realidade da Educação Básica.

Nos últimos semestres da graduação, em 2014, tive os primeiros contatos com a Língua Brasileira de Sinais¹ (Libras), na disciplina obrigatória de Libras, que foi ministrada por uma docente surda², uma jovem mulher negra que veio de Maceió - AL, para a capital gaúcha, enfrentando diversos obstáculos linguísticos, institucionais e sociais para se tornar Mestre em Educação e ingressar como docente no Ensino Superior na Unipampa e, depois, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) em 2015. Ainda quando atuava na Unipampa, em 2014, a docente não teve a presença contínua da Intérprete de Libras, a qual atuou com a Professora por um curto período de tempo. Com isso, foi necessário um esforço da turma para conseguir estabelecer uma comunicação com a Professora. Entretanto, essa

¹ A Libras é uma língua, não deve se utilizar a terminologia linguagem quando se refere a qualquer Língua de Sinais, do mesmo modo que língua Portuguesa ou outras línguas orais. A língua corresponde a um sistema complexo de comunicação humana regida por palavras e organizada por regras gramaticais, enquanto que a linguagem é a capacidade humana de utilizar a língua entre outros elementos verbais ou simbólicos na comunicação.

² A forma correta de se referir às pessoas que não ouvem é pessoa surda ou surdo. Não se usa surdo(a)-mudo(a) ou mudo(a). Pessoas surdas podem falar por meio da Língua de Sinais e oralmente se optarem por esta modalidade de comunicação. A mudez é outro tipo de deficiência que não tem relação com a surdez.

situação nos permitiu explorar e vivenciar uma nova língua e a cultura surda com mais intensidade.

Devido à necessidade de Intérprete de Libras, após concluir a disciplina de Libras, participei de uma monitoria voluntária de Libras, para acompanhar a Professora surda do campus – em diferentes cursos das áreas das Ciências Exatas e das Geociências – e desenvolver tradução e interpretação, bem como me aprofundar nos estudos teóricos e práticos de Libras, cultura surda, educação de surdos e políticas linguísticas. Com estas vivências, algumas reflexões puderam ser iniciadas na área, principalmente sobre a necessidade e a importância da acessibilidade a todas as pessoas. Além disso, passei a ter maior proximidade e convívio com a comunidade surda da cidade. Após a conclusão da graduação, realizei cursos de Libras e para Intérprete de Libras.

Em seguida, em setembro de 2015, ingressei em um concurso público municipal, para o município de São Sepé - RS, para Professora Intérprete de Libras³, atuando com carga horária de vinte e duas horas semanais em uma escola inclusiva de Ensino Fundamental até abril de 2022, onde atuei no atendimento de três alunas (duas surdas profundas e uma com deficiência auditiva). Essas três estudantes recebiam Atendimento Educacional Especializado (AEE) em turno inverso ao da aula regular, com foco na Educação Bilíngue (de Libras e de Português). As estudantes frequentaram a escola desde os anos iniciais até o término dos anos finais (9º ano) e estavam em processo de alfabetização da Língua Portuguesa escrita e aquisição da Libras. Em vários momentos precisei investir na produção de materiais didáticos bilíngues, principalmente da área das Ciências, ultrapassando as atribuições do Intérprete de Libras no espaço escolar.

A atuação com essas estudantes me possibilitou pensar sobre a Educação Científica na cultura surda. Com isso, para viabilizar o ensino-aprendizagem científico de estudantes surdos, eu elaborei e implementei uma sequência didática de Astronomia em Libras, considerando uma aproximação entre os conhecimentos produzidos na formação inicial em Física e a prática profissional como Intérprete de Libras. Neste caminho, reconhecendo as barreiras na Educação Científica para estudantes surdos, principalmente as carências linguísticas e a escassez ou o desconhecimento de sinais científicos, o estudo de Astronomia foi escolhido devido ao potencial visual que a área proporciona.

³Formação exigida conforme Edital de Concurso nº 001/2015: Licenciatura de Graduação Plena na área da Educação mais comprovante de aprovação no exame de proficiência em PROLIBRAS/MEC ou no mínimo 120h de capacitação/formação continuada em Libras. Disponível em <<http://www.saosepe.rs.gov.br/wp-content/uploads/2015/03/EDITAL-CONCURSO-20151.pdf>> Acesso em: 05 abr. 2017.

Assim, construí e implementei um estudo de tópicos básicos de Astronomia em Libras, através de atividades semanais e extraclasse, com as três estudantes surdas, na época com idades entre 10 (anos iniciais, 4º ano) e 12 anos (anos finais, 7º ano), no primeiro semestre de 2016. O estudo teve o objetivo de aproximar as estudantes da linguagem científica e promover a criação de sinais provisórios. Esse estudo possibilitou a primeira participação dessas estudantes em uma Feira de Ciências, na Unipampa campus Caçapava do Sul - RS.

O estudo realizado foi mais demonstrativo do que conceitual, isto é, com pouca exploração prática, pois eram os primeiros contatos destas estudantes com o contexto científico em ambiente bilíngue. As abordagens contaram com o apoio de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) e, nesse estudo, atuei como uma Física Educadora Bilíngue, por possuir formação em Física e o conhecimento da Libras e da cultura surda. As estudantes apresentaram consideráveis entendimentos sobre a linguagem científica.

Sendo a Libras uma língua recentemente⁴ reconhecida, sob amparo da lei nº 10.436 de 2002 e regulamentada pelo decreto nº 5626 de 2005, ainda há extrema necessidade de investir em pesquisas que abordem sobre a Libras, a cultura surda e suas relações na educação científica para pessoas surdas. Com isso, ingressei em 2016 no Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Física, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), na área de concentração de Ensino de Física.

No Mestrado desenvolvi uma pesquisa sobre “Ensino-aprendizagem de Astronomia na cultura surda: um olhar de uma Física Educadora Bilíngue”⁵. Nessa pesquisa, investiguei o potencial da Astronomia bilíngue na educação de surdos, bem como a importância do trabalho conjunto entre Intérpretes e docentes. Então, no segundo semestre do ano de 2017, construí e implementei uma sequência didática com materiais visuais bilíngues (Libras e Português) novamente aliada às TDIC, em atividades extraclasse semanais na escola que atuava como Intérprete de Libras. Desta vez, o grupo de estudos envolveu as três estudantes surdas e uma estudante Coda (*Children of Deaf Adults*) com idades entre 11 (anos iniciais, 5º ano) e 15 anos (anos finais, 8º ano), onde o estudo teve um enfoque mais conceitual e profundo, revendo e ampliando a criação de sinais para área da Astronomia. O encerramento do trabalho em 2017 resultou na visitação do grupo e colegas da turma no Planetário da UFSM, onde foi projetado o filme “O mundo virtual de Arthur”, simultaneamente ao vídeo da interpretação em Libras realizada por mim enquanto professora-pesquisadora. Para isso, foram utilizados

⁴ Recentemente no ponto de vista histórico e político, pois a readequação dos sistemas públicos e o fomento em recursos de acessibilidade são demandas relativamente morosas no contexto nacional brasileiro atual.

⁵ (Vivian, 2018).

muitos dos sinais criados pelo grupo, configurando a sessão em um momento inclusivo de educação científica não formal. Com todo o processo de estudo, evidenciei um significativo aprimoramento conceitual e da linguagem científica pelas estudantes, principalmente na criação de sinais da área da Astronomia. O mestrado foi concluído no primeiro semestre de 2018.

No segundo semestre de 2018, iniciei uma nova atuação como Professora de Libras na rede estadual no município de Caçapava do Sul, atendendo uma estudante surda da Educação de Jovens e Adultos (EJA). Na EJA percebi a importância de oferecer às pessoas surdas a continuidade da formação básica, pois muitas dessas pessoas não tiveram acesso à escolarização na idade esperada devido à falta de condições familiares, barreiras sociais e/ou a necessidade de trabalhar desde a infância ou adolescência. Esta estudante apresentava, na época, muitas dificuldades para se comunicar. Assim, sempre que possível, proporcionava a esta estudante rodas de conversas em encontros grupais extraclasse com outras pessoas surdas adultos da cidade, para que ela pudesse se familiarizar com a comunidade surda e construir sua identidade surda.

Neste sentido, percebendo os prejuízos que as barreiras linguísticas geram na formação social e educacional das pessoas surdas, ingressei em 2019 no Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física na UFRGS. Durante o doutoramento, realizei disciplinas com ênfase em estudos epistemológicos, teóricos e práticos sobre os processos de aprendizagem e suas relações como contexto educacional, cultural, social e institucional, principalmente, na educação científica. Desta forma, logo nos primeiros estudos e revisões da literatura sobre educação científica para estudantes surdos(as), foram constatados que os maiores problemas na educação de surdos encontram-se nas escolas regulares. Somado a isso, faltam materiais didáticos visuais e bilíngues adequados, bem como metodologias de ensino que favoreçam a cultura surda e a inclusão.

Então, durante a disciplina de Abordagem Sócio-Cultural e, posteriormente, de Abordagem Multimodal, percebi o potencial em articular estes dois campos teóricos com a Educação Bilíngue para surdos e assim pensar nas possibilidades de uma Educação Científica Bilíngue e Multimodal relacionada aos estudos linguísticos, culturais e científicos na educação de surdos. Assim, constituindo um campo teórico e metodológico para compor uma Educação Científica Bilíngue e Multimodal como possível caminho para ultrapassar as barreiras linguísticas, no fortalecimento da importância dos diferentes modos de mediação, de comunicação e de interação entre a comunidade surda, ouvintes e a comunidade científica.

Contudo, antes de concluir o doutoramento e de apresentar o problema desta pesquisa, em minha trajetória acadêmica também realizei, paralelamente ao Mestrado e Doutorado, especializações nas áreas da Educação Matemática e Ensino de Física, Libras, Orientação Educacional, Psicopedagogia Institucional Clínica e Educação Especial, bem como, segunda licenciatura em Pedagogia, em Educação Especial e em Letras – Português e Libras. As especializações contribuíram no entendimento mais profundo sobre inclusão, educação de surdos, pessoas com deficiências, transtornos de aprendizagens e neurodiversidade.

Ainda paralelamente ao doutoramento, no início do ano de 2022, comecei um novo trabalho como Orientadora Educacional no Ensino Fundamental da rede municipal de educação de Caçapava do Sul, atuando em uma escola regular do campo onde havia um menino e uma menina surda. Nesta escola, também atuei como Professor de Libras, mas permaneci neste local por apenas sete meses (de fevereiro a setembro de 2022), pois, devido a desacordos e um posicionamento crítico contra uma notável conduta antiética de alguns profissionais da equipe diretiva e de alguns Professores daquela escola na época, fui colocada à disposição e transferida para outra instituição.

Com isso, por ser uma Orientadora Educacional Bilíngue, fui convidada a compor a equipe de outra escola que também tinha uma estudante surda. Nesta escola, comecei em Setembro de 2022 e conheci a turma denominada Floresta, formada por um grupo diverso e inclusivo. Assim, percebendo a dinâmica da turma e o trabalho colaborativo que realizavam passei a me aproximar e, por vezes, participar das atividades realizadas na turma. Então, percebendo que naquele contexto também havia barreiras de comunicação e acessibilidade entre estudantes ouvintes e a estudante surda, em Fevereiro de 2023 apresentei ao grupo a proposta de desenvolver um trabalho sobre Libras e Astronomia, bem como de conduzir uma pesquisa e investigar as particularidades daquele contexto, por meio de intervenções de aprendizagem de Astronomia Bilíngue. A proposta foi aceita pelo grupo e pelo coordenador da turma e, assim, surgiu o AstroLibras, desenvolvido de Março de 2023 até Julho de 2023.

Neste caminho, percebendo as carências linguísticas, de acessibilidade e de recursos bilíngues na turma da Floresta e considerando o interesse dos estudantes em aprender Ciências, bem como as potencialidades da aproximação entre a perspectiva sociocultural e abordagem multimodal, cheguei ao seguinte problema de pesquisa: como se constitui o domínio e apropriação de sinais linguísticos de Astronomia em uma comunidade de aprendizagem considerando a modelagem de um contexto bilíngue e a produção de significados científicos por meio de uma abordagem multimodal visual? Para responder isso, foi elaborada esta tese de doutoramento.

Contudo, o desenvolvimento do AstroLibras se deu parcialmente de modo presencial e remoto, pois em Abril de 2023 fui nomeada na rede municipal de Santa Cruz do Sul - RS, onde estou até o momento; para atuar como Psicopedagoga e contribuir na avaliação e intervenção sobre as dificuldades de aprendizagens. O novo trabalho não impediu a continuidade e conclusão do AstroLibras na Floresta. Além disso, os conhecimentos produzidos no doutoramento e com a elaboração da tese, sobre a perspectiva sociocultural e abordagem multimodal, também têm contribuído substancialmente no atual contexto de trabalho.

A articulação entre a perspectiva sociocultural e a abordagem multimodal na educação possibilitou reflexões teóricas e práticas para o desenvolvimento de novas ferramentas de avaliação e intervenção no enfrentamento das dificuldades de aprendizagem, abrindo caminhos para futuras investigações. Mas, por hora, apresento a seguinte tese de doutoramento: Educação Científica Bilíngue e Multimodal: Astronomia na Língua Brasileira de Sinais em uma comunidade de aprendizagem.

Agradecimentos

Aproveito este espaço para deixar meus agradecimentos a aqueles que estiveram comigo, torceram por mim e me apoiaram para chegar aqui.

Em especial ao meu marido Tiago, que me deu força, te amo!

As minhas gatas e gatos que me confortavam com olhares e ronronados...

As minhas amigas e amigos, que me ajudaram e foram presentes.

A comunidade surda, que me aceitou e me incluiu.

A Escola da Floresta e a Escola Eliana pela confiança e acolhimento.

Ao PPGEnFis pela oportunidade e a Capes por financiar parte da pesquisa.

Aos professores(as) e funcionários(as) das escolas e universidades que passei...

Muito Obrigada!

1 Educação de Surdos, Educação Científica e Educação em Astronomia

As pessoas surdas⁶ passaram por longos períodos de violação dos direitos linguísticos, sociais, culturais e educacionais – com a segregação, o isolamento social, a privação linguística e o impedimento do exercício da sua cultura e da sua identidade (Goldfeld, 1997; Skliar, 1998a; Strobel, 2009). A imposição da língua oral e a proibição da língua de sinais agravaram fortemente a participação dos surdos na sociedade. Estas violações ainda são presentes na vida dessas pessoas e refletem negativamente na educação de surdos, formando barreiras psicológicas, linguísticas e no processo de ensino-aprendizagem. Essas barreiras dificultam as interações sociais em sala de aula e estão diretamente relacionadas ao fracasso escolar dos estudantes surdos (Skliar, 1998a). As principais causas dessas barreiras estão relacionadas ao fato de muitas das crianças surdas pertencerem a famílias ouvintes e estudarem em escolas de maioria ouvintes; somando-se a isto, há um processo demorado de identificação com outros surdos. Na socialização do surdo, “o encontro surdo-surdo é essencial para a construção da identidade surda” (Skliar, 1998a, p. 54).

A educação de surdos envolveu diferentes perspectivas pedagógicas como o oralismo, que desconsiderava a cultura surda, a comunicação total que igualava as duas experiências linguísticas no processo de aprendizagem da criança surda, bem como o bilinguismo que valoriza a Libras e a cultura surda (Goldfeld, 1997) sendo considerado uma modalidade de ensino amplamente conceituada na educação de surdos contemporânea (Skliar, 1998a, 1998b).

Portanto, o modo como o surdo interage com o mundo se difere das interações dos ouvintes e transforma-se em uma cultura estrangeira para a maioria dos sujeitos ouvintes. A principal distinção está nas vivências cotidianas do povo surdo e das comunidades surdas⁷, que são marcadas pela Língua de Sinais, pelo pertencimento da cultura surda e pelas

⁶No Art.2º do decreto nº 5.626/2005 é especificado como pessoa surda “aquela que, por ter perda auditiva compreende e interage com o mundo por meio de experiências visuais, manifestando sua cultura principalmente pelo uso da Libras”; é considerado como deficiente auditivo o indivíduo com perda bilateral, parcial ou total, de quarenta e um decibéis (dB) ou mais; aferida por audiograma nas frequências de 500Hz, 1.000Hz, 2.000Hz e 3.000Hz (Brasil, 2005). Entretanto, no contexto cultural, dentro da comunidade surda os sujeitos não se diferenciam pelo grau de surdez; assim todos se caracterizam como sendo surdo, devido ao pertencimento à cultura surda (Strobel, 2009, 2016).

⁷ Povo surdo e comunidade surda são dois conceitos importantes sobre cultura surda. O povo surdo abrange um grupo de sujeitos surdos que compartilham histórias, língua, costumes ou interesses semelhantes, mas não habitam um mesmo território; estão “ligados por um código de formação visual” (Strobel, 2016, p. 42). A comunidade surda envolve o compartilhamento entre esses sujeitos em um local comum, onde se encontram surdos e também ouvintes, que defendem os mesmos ideais sobre a cultura surda (Strobel, 2009, 2016).

experiências visuais (Perlin, 2004; Skliar, 1998a; Strobel, 2009, 2016). Esses aspectos, principalmente a Língua de Sinais, constituem-se como símbolos da surdez (Brito, 1993), sendo que a “cultura surda é o jeito de o sujeito surdo entender o mundo e de modificá-lo” (Strobel, 2016, p. 29).

Com isso, emergiu um novo olhar sobre a educação de surdos, centrado nos aspectos antropológicos da Língua de Sinais e da cultura surda (Skliar, 1997). Neste caminho, constituíram-se importantes conquistas políticas e educacionais, marcadas pelas lutas das comunidades surdas em busca de acessibilidade e de direitos linguísticos, sociais, culturais e educacionais.

Neste sentido, destaca-se o reconhecimento da Libras no ano de 2002 (Brasil, 2002a) e sua regulamentação em 2005 (Brasil, 2005). A Língua de Sinais é um instrumento natural de comunicação, bem como a primeira língua do povo surdo (Brito, 1993; Quadros, 2008a; Skliar, 1998a, 1998b); é uma língua plena, devendo ser reconhecida como um direito dos surdos (Skliar, 1997, 1998a). Conseqüentemente, mais tarde, no ano de 2010 foi regulamentada a profissão do Tradutor e Intérprete de Língua de Sinais (Tils) (Brasil, 2010). Outras conquistas legais mais recentes estão previstas no Plano Nacional de Educação (PNE) de 2014 a 2024 (Brasil, 2014), reforçadas pela Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (LBI) – o Estatuto da Pessoa com Deficiência (Brasil, 2015). O PNE e a LBI abordam o investimento na formação, promoção e oferta da Educação Bilíngue no ensino-aprendizagem de surdos, assegurando na alfabetização dos surdos o ensino da Libras como primeira língua (L1) e o ensino da Língua Portuguesa escrita como segunda língua (L2), sem estabelecimento de terminalidade temporal (Brasil, 2014, 2015, 2021).

Recentemente, foi instituída a Lei nº 14.191 (Brasil, 2021), que alterou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) (Brasil, 1996), para incluir a Educação Bilíngue para estudantes surdos como modalidade de ensino. Essa modalidade deve ser ofertada em escolas bilíngues de surdos, escolas regulares, entre outros espaços, desde a educação infantil e se estendendo ao longo da vida.

A Lei nº 14.191 (Brasil, 2021) reafirmou a Educação Bilíngue de surdos como modalidade de educação escolar oferecida em Libras, como primeira língua, e em Português escrito, como segunda língua, em escolas bilíngues de surdos, classes bilíngues de surdos, escolas comuns ou em polos de Educação Bilíngue de surdos, para educandos surdos, surdo-cegos, com deficiência auditiva sinalizantes, surdos com altas habilidades ou superdotação ou com outras deficiências associadas, optantes pela modalidade de Educação Bilíngue de surdos (Brasil, 1996, 2021).

Além disso, para efeitos dessa lei, no parágrafo 1º consta que haverá, quando necessário, serviços de apoio educacional especializado, como o atendimento educacional especializado bilíngue, para atender às especificidades linguísticas dos estudantes surdos; no parágrafo 2º, trata da oferta de Educação Bilíngue de surdos desde zero ano, na educação infantil e se estenderá ao longo da vida (Brasil, 2021). Ainda de acordo com essa lei, os sistemas de ensino assegurarão aos educandos surdos, surdo-cegos, com deficiência auditiva sinalizantes, surdos com altas habilidades ou superdotação, ou com outras deficiências associadas a materiais didáticos e Professores bilíngues⁸ com formação e especialização adequadas, em nível superior (Brasil, 2021).

O povo surdo necessita de duas línguas como meio de comunicação, sendo a Língua de Sinais para comunicar-se entre seus idênticos e a língua nacional para comunicar-se com os ouvintes (Strobel, 2016). Assim, a Educação Bilíngue tem o propósito de vincular o trabalho educacional com a experiência cultural do surdo (Quadros, 2006); há o reconhecimento de que os surdos formam uma comunidade, priorizando sua cultura e sua língua natural (Goldfeld, 1997; Quadros, 2006, 2008a; Strobel, 2016). Segundo Skliar (1998a, p. 27) “pôr a Língua de Sinais ao alcance de todos os surdos deve ser o princípio de uma política linguística, a partir do qual pode se sustentar um projeto educacional mais amplo”.

A educação de surdos acontece em dois contextos que são a escola regular inclusiva e a escola de Educação Bilíngue. Nas escolas regulares inclusivas, o estudante surdo participa de um ambiente onde os educadores e os estudantes são majoritariamente ouvintes e a principal língua utilizada é a Língua Portuguesa oral (Vivian & Leonel, 2022a, 2022b); deste modo, deve ser assegurada a presença de Intérpretes de Libras⁹ para traduzir e interpretar os conteúdos pedagógicos e escolares, bem como, para mediar à comunicação entre surdos e ouvintes na comunidade escolar (Brasil, 2005, 2010; Quadros, 2004). Entretanto, infelizmente esse direito nem sempre é cumprido, provavelmente, por se tratar de uma política linguística e inclusiva ainda recente no Brasil – mesmo passado quase duas décadas de vigência legal – evidenciando um processo moroso de adequação e fomento dos sistemas públicos.

Já o contexto da escola bilíngue prevê a disponibilização de recursos e espaços especializados para a educação de surdos. Nesse contexto, os estudantes são surdos – na maioria dos casos – e as aulas são prioritariamente ministradas em Libras, considerando o uso

⁸ Professor ou educador bilíngue é aquele(a) profissional com formação pedagógica e/ou disciplinar, com fluência em Libras e em Português, podendo ser surdo ou ouvinte. Frequentemente, esses profissionais atuam em escolas de Educação Bilíngue para surdos, mas podem atuar também na escola regular.

⁹ O/a Tradutor(a) e Intérprete de Libras (Brasil, 2010) também pode ser denominado de Intérprete Educacional de Libras no contexto escolar (Quadros, 2004).

da Língua Portuguesa escrita de modo secundário; além disso, geralmente, os Professores são bilíngues e, em alguns casos, também há a presença de Intérpretes de Libras (Vivian & Leonel, 2022a, 2022b).

Assim, nas aulas de Ciências ou de Física em escolas de Educação Bilíngue, o processo de ensino-aprendizagem acontece prioritariamente em Libras, considerando o uso do Português escrito como segunda língua; nessas aulas, o educador é um profissional surdo ou ouvinte com formação na área, bem como possui conhecimentos sobre Libras e cultura surda (Vivian & Leonel, 2022a, 2022b) – constituindo um Educador Bilíngue ou então um Físico Educador Bilíngue (Vivian, 2018; Vivian & Leonel, 2022a, 2022b). Esse educador bilíngue apresenta competências para proporcionar um ensino-aprendizagem vinculado a metodologias bilíngues e visuais. Contudo, no caso de o docente não ser bilíngue, deve haver a presença de um Intérprete de Libras, para possibilitar a comunicação entre educador ouvinte e estudante surdo (Brasil, 2010; Vivian, 2018; Vivian & Leonel, 2022a, 2022b).

Ao contrário da escola bilíngue, nas aulas de Ciências ou de Física das escolas regulares inclusivas o educador é, geralmente, ouvinte e o processo de ensino-aprendizagem se dá através da Língua Portuguesa oral (Vivian & Leonel, 2022a, 2022b). Com a presença de estudantes surdos nas escolas regulares também deve ser assegurada a presença de um Intérprete de Libras (Brasil, 2010). Entretanto, na maioria dos casos, no contexto da escola regular os educadores desconhecem a Libras e a cultura surda, como também, os Intérpretes podem apresentar dificuldades na interpretação dos conceitos científicos da área da Física (Vivian, 2018; Vivian & Leonel, 2019, 2020, 2022a, 2022b).

Entende-se por escola regular inclusiva como um espaço onde todas as diferenças culturais e sociais dos estudantes são consideradas, respeitadas e acolhidas, com o objetivo de proporcionar educação de qualidade para todos e todas, bem como oferecer o atendimento educacional especializado para o público específico (Brasil, 1988, 1996, 2008, 2020). Além disso, em nosso país, a inclusão escolar é, normalmente, associada à inclusão de estudantes com deficiência nas escolas regulares (M. Pessanha, Cozendey, & Rocha, 2015); porém, incluir implica uma dimensão muito maior, baseada na diversidade humana em todos os seus aspectos.

Com isso, considera-se que toda a escola deve ser inclusiva, e assim, bastaria nomear de escola regular e/ou escola bilíngue. Do mesmo modo, a escola bilíngue não é uma escola exclusiva, pois neste espaço não transitam somente estudantes puramente surdos; há outros tipos de diversidade nessas escolas, assim como na escola regular. Então, onde há diversidade, deve haver inclusão. Entretanto, nesta pesquisa, o termo escola inclusiva ou escola regular

inclusiva pode ser utilizado com a intenção de evidenciar as peculiaridades teóricas e práticas que se diferem do contexto da escola de Educação Bilíngue ou escola especial para estudantes surdos (Vivian & Leonel, 2022a, 2022b), conforme estabelecido nas políticas educacionais nacionais (Brasil, 1996, 2008, 2015, 2021).

De modo geral, é papel da escola não apenas a oferta de conteúdos aos estudantes, mas principalmente proporcionar caminhos para o desenvolvimento de uma racionalidade crítica e formar cidadãos, de modo que esses estudantes sejam capazes de se incluírem socialmente, perceber e refletir sobre os problemas sociocientíficos e situações do seu entorno (Sasseron, 2010).

Contudo, a Libras (Brasil, 2005) e a profissão do Intérprete de Libras (Brasil, 2010) são conquistas legais recentemente regulamentadas, bem como as políticas nacionais que amparam a educação de surdos (Brasil, 2015, 2021), implicando em muitas barreiras linguísticas, culturais e educacionais. Além disso, a regulamentação da Libras, da profissão do Intérprete de Libras e das políticas de inclusão (Brasil, 2005, 2008, 2010) acarretaram na intensificação da presença de estudantes surdos nas escolas, constituindo uma nova realidade educacional, modificando o cenário da sala de aula regular e das escolas de Educação Bilíngue. Isto se deve, na maior parte, porque a presença de estudantes surdos exige o uso de uma língua e uma cultura distinta da língua e da cultura do público de maioria ouvinte.

Então, a educação científica para estudantes surdos também ganhou novos enfoques, perpassando tanto o contexto da escola regular, quanto o contexto da escola bilíngue, sob uma perspectiva linguística e cultural baseada na visualidade. Além disso, a maioria das barreiras linguísticas, culturais e educacionais se manifestam principalmente na educação científica, através da falta de domínio conceitual pelos Intérpretes de Libras, do desconhecimento da cultura surda e da Libras pelos docentes, do conhecimento precário de Libras pelos aprendizes surdos e da ausência ou desconhecimento dos sinais para as terminologias científicas (Vivian, 2018; Vivian & Leonel, 2020), sendo ainda mais grave na área da Educação em Astronomia (Vivian, 2018; Vivian & Leonel, 2019, 2020, 2021a).

A educação científica é uma forma de proporcionar a alfabetização científica¹⁰ (AC) e a capacidade de compreender o mundo, podendo contribuir para uma formação crítica, sendo que a AC deve ser desenvolvida na escola e implica no entendimento dos conceitos científicos, percepção de como os conhecimentos são construídos e a compreensão das

¹⁰ A noção de AC apresentada nesta pesquisa segue a linha Freireana, que compreende o conceito de alfabetização enquanto um processo pedagógico para possibilitar o alfabeto, isto é, e capacidade de organizar o pensamento por meio da lógica e da transformação de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que cerca o estudante (Sasseron & Carvalho, 2008).

relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade pelos estudantes (Sasseron, 2010; Sasseron & Carvalho, 2008).

Neste caminho, a Astronomia é uma área importante na produção do conhecimento científico como uma construção humana, histórica, cultural e social (Langhi & Nardi, 2013), contribuindo para avanços científicos, tecnológicos e educacionais. Além disso, a Astronomia pode ser pensada sob duas perspectivas, a saber: a epistemológica¹¹ e a pedagógica.

Brevemente, do ponto de vista epistemológico, a Astronomia é uma construção, humana, baseadas em estudos empíricos e teóricos que podem estar sujeitos a conflitos históricos e conceituais, devido aspectos contextuais e socioculturais de seus investigadores. Nesse sentido, a história da Astronomia também pode conter supostas verdades históricas e inquestionáveis sobre a Ciência, que são equivocadamente ensinadas em sala de aula e passivamente aceitas pelos estudantes; assim, é fundamental na prática docente levantar debates e abordagens que permitam aos estudantes um olhar reflexivo sobre como os conceitos se constituem, bem como desmistificar questões polêmicas (Langhi & Nardi, 2009a).

Na educação em Astronomia, visões epistemológicas são importantes e oportunas para que os estudantes reconheçam a Astronomia e as Ciências, em geral, como objetos humanos de produção de conhecimentos (Vivian & Leonel, 2021a, 2021b). Além disso, a maior parte das abordagens científicas que procuram explicar a natureza de modo objetivo não faz referência ao sujeito epistemológico¹², que evidencia o ser humano como fundador das coisas e do mundo (Pessoa Jr, 2009). Então, há uma dimensão histórico-epistemológica que perpassa a Astronomia e deve estar presente também na dimensão educacional (Vivian & Leonel, 2021a). Na educação de surdos, a aprendizagem de Astronomia baseada nas intersecções epistemológicas e pedagógicas da cultura surda e da Língua de Sinais aproxima a pessoa surda da linguagem científica (Vivian & Leonel, 2021a).

No contexto pedagógico, existem políticas educacionais que amparam o ensino-aprendizagem de Astronomia na educação básica. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) o ensino de Astronomia é proposto desde o Ensino Fundamental até o Ensino Médio, estando presente nas áreas das Ciências da Natureza (Brasil, 1997, 1998a, 2000c) bem como das Ciências Humanas – especialmente em Geografia (Brasil, 1998b, 2000b) – e em Física (Brasil, 2000a, 2000c, 2002b).

¹¹ Perspectiva epistemológica da Astronomia no sentido de construção do conhecimento científico. A epistemologia é um tipo de questão discutida na filosofia das Ciências que envolve abordagens sobre a natureza do conhecimento (Pessoa Jr, 2009).

¹² Visão de mundo naturalista: humanismo/subjetivismo (Pessoa Jr, 2009).

Já a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) dispõe sobre o ensino da Astronomia desde os anos iniciais do Ensino Fundamental, na unidade temática vida e evolução; nos anos finais do Ensino Fundamental, na unidade temática Terra e universo – na área de Ciências da Natureza – e em todo o Ensino Médio, na unidade temática vida, Terra e cosmos – na área de Ciências da Natureza e suas tecnologias (Brasil, 2018a).

Contudo, o processo de Educação em Astronomia para estudantes surdos ainda contém muitas dificuldades e lacunas a serem consideradas no ensino-aprendizagem científico, como a falta de Professores bilíngues, a escassez de materiais didáticos bilíngues visuais e a falta ou desconhecimento entre docentes sobre a existência de uma articulação da Astronomia com outras áreas científicas (Nunes, 2017).

Portanto, na perspectiva pedagógica, a aproximação entre a cultura surda e a Astronomia requer a realização de um trabalho diferenciado para estudantes surdos, considerando a Educação Bilíngue durante todo o processo de ensino-aprendizagem (D. P. de Menezes & Cardoso, 2011). Similarmente, deve haver um reconhecimento dos sinais científicos pelos educadores, pelos Intérpretes e pelos estudantes surdos, bem como o investimento profundo na Língua de Sinais, na construção de material didático bilíngue visual, na criação de sinais e na divulgação dos mesmos (Bolzan & Leonel, 2017; Nunes, 2017; Vivian, 2018; Vivian & Leonel, 2019).

1.1 Justificativa

Do ponto de vista pedagógico, aprender Ciência, de modo geral, envolve a apreciação de como esse conhecimento pode ser aplicado em questões sociais, tecnológicas e ambientais, bem como requer uma introdução do indivíduo nos conceitos, convenções, leis, teorias, princípios e formas de trabalho da Ciência (Mortimer & Scott, 2003). Então, é possível questionar: por que é relevante o ensino-aprendizagem de Astronomia na Educação Básica?

As pesquisas sobre a importância e as principais justificativas para a promoção da Educação em Astronomia, partem de quatro tipos de motivações, a saber: i - despertar sentimentos e inquietações, como a curiosidade, o interesse e a fascinação pelas Ciências; ii - relevância sócio-histórico-cultural, devido à importância da Astronomia na evolução das tecnologias e das civilizações na organização do tempo, plantio e viagens; iii - ampliação de visão de mundo e conscientização, devido ao potencial da Educação em Astronomia na promoção da reflexão e de questionamentos; por fim, iv - a interdisciplinaridade, devido à

flexibilidade da Astronomia em se articular com outras áreas do conhecimento (Soler & Leite, 2012).

A Astronomia é uma das áreas científicas que tem o potencial de promover nos sujeitos o interesse, a curiosidade e a apreciação pela Ciência; isso geralmente acontece naturalmente, despertando a curiosidade das pessoas em assuntos como evolução estelar, buracos negros, cosmologia e exploração do sistema solar, sendo que estas características conduzem a uma aproximação com a cultura científica e com a Educação em Astronomia (Langhi & Nardi, 2009a, 2013, 2014). Contudo, a maior parte das motivações para a investigação e o ensino-aprendizagem em/de Astronomia provêm, provavelmente, das experiências dos próprios pesquisadores enquanto Professores ou divulgadores da Educação em Astronomia (Soler & Leite, 2012).

Igualmente, ainda é possível questionar: qual a importância do ensino-aprendizagem de Astronomia na educação de surdos? Além das características supracitadas, a Astronomia favorece a observação do aprendiz pelo contato visual, pois o céu é o seu laboratório natural, estando à disposição de todos (Langhi & Nardi, 2013, 2014). Igualmente, na cultura surda a visualidade é um instrumento de interação entre os sujeitos surdos e de conexão com o mundo (Skliar, 1998a; Strobel, 2016); já na Astronomia, a visualidade é um instrumento de mediação entre o aprendiz surdo e o universo por meio da linguagem científica (Vivian, 2018; Vivian & Leonel, 2019). Esta é uma forte relação entre a Astronomia e a cultura surda.

Outro motivo para o investimento em pesquisas e no ensino-aprendizagem de Astronomia na educação de surdos parte do reconhecimento desta ser uma das áreas que ainda se configura com grande escassez de sinais; além disso, o ensino-aprendizagem de Astronomia é pouco frequente na educação de surdos, mesmo esse conhecimento oferecendo potenciais estímulos para o desenvolvimento da linguagem científica – tanto para estudantes surdos, quanto para estudantes ouvintes (Nunes, 2017; Vivian, 2018).

Como já supracitado, as barreiras linguísticas são as principais limitações sociais e educacionais vivenciadas pelos sujeitos surdos e constituem-se como um grande enfrentamento na educação científica para eles. Com isso, no ensino-aprendizagem científico essas barreiras aumentam quando os sinais para terminologias científicas são escassos ou desconhecidos pelas comunidades surdas e representantes da comunidade científica – os educadores no caso escolar. Neste sentido, a Educação em Astronomia, aliada a metodologias que favoreçam e explorem a visualidade, pode contribuir para uma aproximação entre a Educação Bilíngue e a educação científica na cultura surda.

A Educação Bilíngue para surdos é um dos caminhos para se compreender os aspectos psicológicos, históricos, culturais e institucionais envolvidos no processo de ensino-aprendizagem de Física, rompendo o abismo entre a cultura surda e a cultura científica (Vivian & Leonel, 2021a). Além disso, as aulas de Ciências em um contexto diverso, composto por surdos e ouvintes, se tornam espaços de eventos bilíngues e multimodais, com ênfase na produção de significados visuais.

Assim, nesta pesquisa pretende-se construir, implementar e investigar uma proposta didático-pedagógica de Astronomia Bilíngue. Com isso, reconhecendo os pressupostos da Educação Bilíngue e visual na cultura surda (Quadros, 2008a, 2008b; Quadros & Perlin, 2007; Skliar, 1998a, 1998b; Strobel, 2016), esta pesquisa assume como fundamentação teórico-metodológica uma articulação entre a abordagem semiótica social multimodal (Kress, 2010; Kress, Jewitt, Ogborn, & Tsatsarelis, 2001) e a perspectiva sociocultural (Vygotski, 1991; Vygotsky, 1934; Wertsch, 1991, 2007; Wertsch & Tulviste, 1992). Neste caminho se constituiu o problema desta pesquisa, para relembrar: como se constitui o domínio e apropriação de sinais linguísticos de Astronomia em uma comunidade de aprendizagem considerando a modelagem de um contexto bilíngue e a produção de significados científicos por meio de uma abordagem multimodal visual?

1.2 Objetivo Geral

O objetivo geral da presente é: investigar como se constitui o domínio e apropriação de sinais linguísticos de Astronomia em uma comunidade de aprendizagem considerando a modelagem de um contexto bilíngue e a produção de significados científicos por meio de uma abordagem multimodal visual.

1.2.1 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos podem ser apresentados do seguinte modo:

Apresentar um panorama sobre os principais aspectos que orientam a educação científica bilíngue, considerando aproximações entre o Ensino de Física e a Educação em Astronomia.

Relatar como os recursos semióticos multimodais são retoricamente orquestrados na ação docente durante a modelagem de um contexto bilíngue e a produção de significados científicos de Astronomia.

Caracterizar como se constitui a modelagem de um contexto bilíngue através do conhecimento da Libras e da familiarização com a cultura surda.

Descrever como a mediação e a interação entre docente e estudantes geram possibilidades para a aprendizagem dos signos linguísticos de Astronomia em um contexto bilíngue multimodal de produção de significados científicos.

Demonstrar como a estudante surda e os/as estudantes ouvintes dominam, se apropriam e/ou resistem ao uso de signos linguísticos de Astronomia através de eventos multimodais visuais e bilíngues.

1.2.2 Questões de Pesquisa

As questões de pesquisa que orientam esta pesquisa, são:

Como se constitui as aproximações entre o Ensino de Física e a Educação em Astronomia na educação de surdos nas pesquisas nacionais?

Como os recursos semióticos são retoricamente orquestrados na ação docente para promover a aprendizagem de Astronomia em um contexto bilíngue?

Como as ferramentas culturais são empregadas na ação docente, bem como na leitura e interpretação pelos estudantes dos sinais de Astronomia?

Quais são as possibilidades e restrições fornecidas pelas ferramentas culturais e pelos recursos semióticos multimodais no processo de aprendizagem científica bilíngue e visual?

2 Educação Científica Bilíngue nas pesquisas nacionais de Ensino de Física e Astronomia

Este capítulo tem o objetivo de apresentar um panorama sobre os principais aspectos que norteiam a educação científica na educação de surdos, com vistas para o Ensino de Física e Educação em Astronomia, respondendo a primeira questão de pesquisa: como se constitui as aproximações entre o Ensino de Física e a Educação em Astronomia na educação de surdos nas pesquisas nacionais?

Para isso, foi realizado um levantamento bibliográfico¹³ em revistas nacionais da área, para estabelecer quais são as principais barreiras linguísticas enfrentadas na educação científica para estudantes surdos, bem como, possibilitar um entendimento sobre como as barreiras linguísticas são ultrapassadas e quais são as estratégias, práticas didáticas e recursos visuais utilizados para superar as dificuldades enfrentadas na educação científica para surdos.

Além disso, para estabelecer uma reflexão sobre os tipos de estratégias e recursos propostos(os) nas pesquisas encontradas, foi realizada uma articulação com a abordagem multimodal, enquanto uma potencial ferramenta teórico-metodológica (Kress, 2010; Mortimer et al., 2014); capaz de possibilitar uma compreensão de como essas estratégias e recursos contribuem para a interação e comunicação entre os diferentes sujeitos e entre esses sujeitos e os objetos no processo de aprendizagem científico para estudantes surdos (J. M. Fernandes, Freitas-Reis, & Araújo Neto, 2020).

2.1 Educação Científica na Educação de Surdos: uma visão geral

De maneira sintética, os estudos e pesquisas relacionadas à educação de surdos e/ou Libras, tiveram início em 1994, resultando em 679 pesquisas relacionadas até 2011 (Pagnez & Sofiato, 2014). Dentre estas 679 pesquisas, os principais autores sobre educação de surdos, língua de sinais, cultura surda e bilinguismo, utilizados como referencial teórico e/ou metodológico, foram Quadros e Skliar, e envolvendo a perspectiva sociocultural foi Vygotsky (Pagnez & Sofiato, 2014).

Quanto à abordagem semiótica social multimodal na educação de surdos, dentre os estudos e pesquisas nacionais, muitas se concentraram na área da linguística, direcionadas

¹³ Esta revisão da literatura foi publicada na Revista Investigações em Investigações em Ensino de Ciências (IENCI) em Abril de 2023. Está disponível em: <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2023v28n1p357>.

para a alfabetização de surdos na Língua Portuguesa como L2 (E. dos R. A. Barbosa, 2016). Já no contexto internacional, há um número maior número de pesquisas utilizando semiótica social multimodal na área educação científica para surdos (J. M. Fernandes et al., 2020).

Na educação científica para surdos, em geral, a maioria das pesquisas nacionais envolve estudos sobre o contexto da escola inclusiva (Vivian, 2018; Vivian & Leonel, 2020, 2022a, 2022b), sendo poucos os estudos que abordam a educação científica em escolas de Educação Bilíngue para surdos (Vivian & Leonel, 2022a, 2022b). Isto se deve, provavelmente, porque os maiores desafios na educação científica para surdos se encontram no contexto da escola regular, onde estudantes surdos são uma minoria linguística.

Nas pesquisas e estudos que envolvem as escolas regulares, há uma prevalência de estudos com foco na produção de materiais didáticos bilíngues e visuais para surdos, criação de sinais, a atuação do Intérprete de Libras e formação de Professores. Entretanto, esses estudos reforçam as evidências de que ainda há uma formação de Professores inadequada para o atendimento de estudantes surdos, principalmente, nessas escolas; há também a necessidade da criação de sinais, devido à ausência de termos científicos na Língua de Sinais – gerando barreiras na comunicação dos conceitos científicos (Florentino, Miranda Junior, & Marques, 2015; Vivian & Leonel, 2019, 2020).

As pesquisas também apontam como outro fator que gera barreiras no processo de ensino-aprendizagem científico pelos estudantes surdos, nas escolas regulares, a incoerência entre a atuação do/a Professor(a) e a atuação do/a Intérprete de Libras no contexto educacional. Somado a isto, muitas vezes os Professores desconhecem a cultura surda e os Intérpretes desconhecem os significados dos termos científicos, comprometendo a interpretação, a comunicação e o aprendizado (Florentino et al., 2015; W. D. de Oliveira & Benite, 2015a; Vivian & Leonel, 2019, 2020).

Então, os maiores desafios nas aulas de Física em sala de aula regular envolvem questões linguísticas entre surdos e ouvintes. Contudo, há um esforço por parte dos educadores no investimento de materiais didáticos visuais e bilíngues que respeitem as características culturais e linguísticas dos estudantes surdos (Florentino et al., 2015; W. D. de Oliveira & Benite, 2015a; Vivian & Leonel, 2019, 2020).

Similarmente às escolas regulares, no contexto das escolas bilíngues também podem persistir algumas dificuldades linguísticas, mesmo se tratando de um ambiente com uma proposta pedagógica visual. Essas dificuldades podem envolver questões como o analfabetismo funcional dos estudantes surdos, que surge como consequência do isolamento social, dos seus espaços de convivência – família e escolas anteriores de maioria ouvintes, da

igreja entre outros espaços – que priorizam uma comunicação oral (F. M. Santos & Freitas, 2005). Somado a isto, existem muitas fragilidades com a Língua Portuguesa escrita por parte dos estudantes surdos, dificultando a produção de registros textuais discursivos, a compreensão de conceitos científicos e a percepção sobre a aprendizagem desses estudantes pelos Professores (Botan, Paulo, & Cardoso, 2013; F. M. Santos & Freitas, 2005; J. F. C. Silva & Kawamura, 2013; Vivas & Teixeira, 2015; Vivian, 2018).

Além disso, mesmo em escolas que se constituem como bilíngues, pode prevalecer uma postura oralista¹⁴ por parte dos educadores – que deveriam ser bilíngues – com estratégias de ensino-aprendizagem baseadas em um modelo ouvintista¹⁵ (Quadros, 2008a). No ambiente bilíngue também existem incoerências entre o papel do Intérprete de Libras e do Professor de Física, reforçando as carências na formação destes profissionais (Florentino et al., 2015; W. D. de Oliveira & Benite, 2015a).

Em suma, tanto no contexto da escola bilíngue, quanto no contexto da escola regular inclusiva, as barreiras linguísticas são predominantes; há também uma escassez de sinais científicos ou o desconhecimento desses sinais pelos educadores, pelos Intérpretes e pelos estudantes surdos, fragmentando o processo de comunicação e do ensino-aprendizagem científico (Vivas & Teixeira, 2015; Vivian & Leonel, 2019).

Com base nesse breve contexto sobre a educação científica para surdos, esta revisão da literatura tem o objetivo geral de apresentar um panorama sobre os principais aspectos que norteiam a educação científica na educação de surdos, com vistas para o Ensino de Física Educação em Astronomia. Já os objetivos específicos são: estabelecer quais são as principais barreiras linguísticas enfrentadas na educação científica para estudantes surdos, bem como possibilitar um entendimento sobre como as barreiras linguísticas são ultrapassadas e quais são as estratégias, práticas didáticas e recursos visuais utilizados para superar as dificuldades enfrentadas na educação científica para surdos. Para isso foi realizado um levantamento bibliográfico em revistas nacionais da área da educação científica.

¹⁴ O oralismo é uma prática que parte do princípio de ensinar e inserir o sujeito surdo na língua oral, como se fosse o melhor método comunicativo (Quadros, 2006, 2008a; Skliar, 1998a) e para o seu desenvolvimento social, emocional e cognitivo, dentro de um padrão aceito de normalidade no universo ouvinte. Contudo, essa prática pode reprimir a cultura surda e gerar atrasos no desenvolvimento da pessoa surda (Vivian & Leonel, 2021a).

¹⁵ O ouvintismo é uma estrutura sociocultural baseada na realidade ouvinte de ser e estar no mundo (Skliar, 1997, 1998a), negando e invisibilizando as pessoas surdas, a cultura surda e as línguas sinalizadas (Vivian & Leonel, 2021a).

2.2 Sistematização e Levantamento Bibliográfico

Quanto à natureza, este levantamento bibliográfico possui um perfil qualitativo (Bardin, 2013; Gil, 2002; Lüdke & André, 1986). Considerando o tratamento qualitativo dos dados, a análise deste levantamento bibliográfico foi organizada com base nas técnicas da análise de conteúdo. A análise de conteúdo é uma técnica de investigação que tem como finalidade a descrição objetiva, sistemática e recorrente, bem como a representação de conteúdo manifesto na comunicação; através da transformação dos dados brutos do texto em recortes, classificação e agregação – que são as categorias de análise - para expressão alinhada e inferência qualitativa dos conhecimentos produzidos e apresentados (Bardin, 2013).

Ainda de acordo com Bardin (2013), este tipo de análise pode ser realizada através de três técnicas fundamentais, a saber: i) pré-análise: momento de organização do material a ser pesquisado e utilizado para a coleta dos dados, que podem auxiliar na formulação das hipóteses, compreensão do fenômeno e estabelecer o corpus da investigação; ii) exploração do material: é a administração das técnicas definidas no primeiro momento, com o aprofundamento na investigação do material que compõe o corpus da pesquisa, que se orienta pelas hipóteses e referencial teórico, surgindo dessa análise quadros de referências, a busca por sínteses coincidentes e ideias divergentes; por fim, iii) tratamento dos resultados: consiste na reflexão, intuição, síntese, seleção dos resultados e interpretação dos mesmos, estabelecendo relações com a realidade e conexões das ideias.

Deste modo, a seleção das pesquisas foi realizada em três etapas, considerando uma busca sistemática e manual de artigos por periódicos, listados no estrato Qualis, a avaliação quadrienal, de 2017 - 2020, pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Primeiramente foram selecionados os periódicos da área da Educação em Ciências, posteriormente, foram selecionados os periódicos da área do Ensino de Física e/ou Educação em Astronomia e, por fim, foram selecionados os periódicos da área de Educação de Surdos.

Assim, na seleção de pesquisas da área de Educação em Ciências foram considerados somente os periódicos Qualis A1 à B2 – devido grande número de periódicos na área e para restringir as pesquisas de periódicos com maior impacto – a saber: Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas, Ciência & Educação, Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC), ACTIO: Docência em Ciências, Investigações em Ensino de Ciências (IENCI), Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista, Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática (RBCEM),

Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa), Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista (ENCITEC), Debates em Educação Científica e Tecnológica, Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica, Experiências em Ensino de Ciências (EENCI).

Nos periódicos da área do Ensino de Física e/ou Educação em Astronomia, também foi realizada uma seleção manual, mas, nessa área, foram considerados todos os periódicos, para abranger um maior número de periódicos – em vista de que há um número reduzido dos mesmos – a saber: Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), A Física na Escola, Revista do Professor de Física e Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia (RELEA).

Finalizando as seleções de pesquisas, uma última busca manual por periódicos foi realizada nas revistas da área da Educação de Surdos, a saber: a Revista Sinalizar e a Revista GPES – Estudos Surdos; considerando apenas as pesquisas referentes à Educação Científica para surdos.

Nos periódicos das áreas de Educação em Ciências, Ensino de Física e Educação em Astronomia, a seleção de artigos foi realizada utilizando os seguintes descritores: “surdo”, “deficiência auditiva”, “deficiente auditivo¹⁶”, “surdez”, “cultura surda”, “Libras”, “Língua Brasileira de Sinais”, “Língua de Sinais”, “bilíngue”, “bilinguismo” e “Intérprete de Libras”; no feminino, masculino e plural, para garantir maior abrangência de artigos selecionados. Já nas revistas da área de Educação de Surdos, os descritores utilizados foram “Física”, “Astronomia” e “Ciências”, também com a intenção de filtrar somente artigos sobre Educação Científica para surdos.

Considerando os periódicos e os descritores utilizados em cada etapa de buscas, não foram selecionados artigos sobre Educação Matemática, Ensino de Química, Ensino de Biologia e/ou áreas relacionadas a estas componentes da Educação em Ciências, filtrando apenas as pesquisas sobre Educação Científica para estudantes surdos com ênfase em Ciências, Física e Astronomia.

O recorte temporal estabelecido foi de 2005 até 2022¹⁷. O critério para delimitação deste período teve como base o ano de regulamentação da Libras (Brasil, 2005), por se tratar de um dos mais importantes marcos político, linguístico e educacional do povo surdo brasileiro.

¹⁶A palavra-chave deficiente auditivo foi utilizada para garantir a identificação de estudos que ainda utilizavam essa nomenclatura; pois, o termo já está desatualizado conforme literatura e legislações vigentes. Entretanto, algumas pesquisas ainda podem utilizar tal nomenclatura.

¹⁷A busca foi realizada até julho de 2022, seis meses antes do exame de qualificação, ocorrido em dezembro.

Com isso, nos periódicos da área de Educação em Ciências foram encontrados 3 artigos na revista Ciência & Educação, 4 artigos na EENCI, 1 artigo na RBECM, 4 artigos na RBPEC e 3 artigos na REnCiMa. Enquanto na área do Ensino de Física e/ou Educação em Astronomia foi encontrado, 1 artigo no CBEF, 1 artigo na RBEFe 1 artigo na Revista do Professor de Física. Nas revistas da área da Educação de Surdos não foram encontrados artigos de Educação Científica. Assim, de 13 revistas da área da Educação em Ciências, somente 5 periódicos continham artigos dentro dos requisitos adotados; do mesmo modo, das 4 revistas da área de Ensino de Física e/ou Astronomia, apenas 3 periódicos apresentaram artigos envolvendo Educação Científica para estudantes surdos. Estes resultados podem ser conferidos no Quadro 01, que foi organizado por origem do periódico, área, plataforma ou identificação do periódico que continham artigos e a quantidade de artigos encontrados. Os periódicos foram listados em ordem alfabética, considerando a origem e a área.

Quadro 01 – Número de artigos selecionados por plataforma ou periódico, área e origem

Área ¹⁸	Periódico	Artigos	
Educação em Ciências	Ciência & Educação	3	15
	EENCI	4	
	RBECM	1	
	RBPEC	4	
	REnCiMa	3	
Ensino de Física e/ou Educação em Astronomia	RBEF	1	3
	CBEF	1	
	Revista do Professor de Física	1	
Educação de Surdos	-	-	0
TOTAL		18	

Fonte: Autora (2024).

Então, há 18 artigos publicados, sendo 15 artigos de periódicos da área da Educação em Ciências e 3 artigos de periódicos da área do Ensino de Física e/ou Educação em Astronomia. Contudo, nos periódicos da área da Educação de Surdos não foram encontrados artigos sobre Educação Científica para estudantes surdos. Deste modo, para melhor organizar, as pesquisas selecionadas foram organizadas por ano de publicação, seguindo a ordem alfabética das revistas e área, atribuindo um código¹⁹ para identificação no texto (Quadro 02).

¹⁸As áreas aqui descritas correspondem à nomenclatura e abrangência do grupo de periódicos, mas em qualquer um dos periódicos selecionados pode conter artigos sobre Educação em Ciências, Ensino de Física e/ou Educação em Astronomia para surdos.

¹⁹ A atribuição dos códigos consistiu no uso das letras iniciais da área do periódico e numeração conforme posição do artigo no Quadro 02

Quadro 02 – Pesquisas selecionadas e organizadas por área, periódico, título, autor e ano

Área	Periódico	Título	Autores (Ano)	Código
Educação em Ciências	Ciência & Educação	Um estudo de possíveis correlações entre representações docentes e o Ensino de Ciências e Matemática para surdos.	Borges & Costa (2010)	EC01
		Aulas de Ciências para surdos: estudos sobre a produção do discurso de Intérpretes de Libras e Professores de Ciências.	W. D. de Oliveira & Benite (2015a)	EC02
		O compartilhamento de significado na aula de Física e a atuação do interlocutor de Língua Brasileira de Sinais	Pessanha et al. (2015)	EC03
	EENCI	Ensino de Física para surdos: três estudos de casos da implementação de uma ferramenta didática para o ensino de cinemática.	Botan & Paulo (2014)	EC04
		Articulação do conhecimento em museus de Ciências na busca por incluir estudantes surdos: analisando as possibilidades para se contemplar a diversidade em espaços não formais de educação.	Gomes et al. (2015)	EC05
		Uma unidade de ensino de óptica geométrica para surdos e ouvintes.	Picanço & Cabaral Neto (2017)	EC06
		Ensino de conceitos científicos no contexto da surdez: uma leitura segundo a perspectiva sócio-histórica.	Santos, et al. (2018)	EC07
	ReBECCEM	Foguetes, satélites artificiais e telescópios através da Libras: uma abordagem histórica para o ensino-aprendizagem de astronomia na cultura surda.	Vivian & Leonel (2021b)	EC08
	RBPEC	Utilizar as TIC para ensinar Física a alunos surdos – estudo de caso sobre o tema “a luz e a visão”.	Paiva (2011)	EC09
		Estudos sobre a relação entre o Intérprete de Libras e o Professor: implicações para o ensino de Ciências.	W. D. de Oliveira & Benite (2015b)	EC10
		Ensino de Ciências ao Aluno Surdo: Um Estudo de Caso sobre a Sala Regular, o Atendimento Educacional Especializado e o Intérprete Educacional.	Oliveira e Ferraz (2021)	EC11
		Ensino-Aprendizagem de Física nas Escolas de Educação Bilíngues para Surdos.	Vivian & Leonel (2022a)	EC12
	REnCiMa	Voices that come from the hands: the teaching of Astronomy for the deaf. ²⁰	Xavier, et al. (2019)	EC13
		O papel do tradutor/Intérprete de Língua de Sinais como mediador em aulas de física no Ensino Médio.	Darroz, et al. (2020)	EC14
		Ensino de Ciências e estudantes surdos: discussões e reflexões.	Dias, et al. (2020)	EC15
Ensino de Física	CBEF	Ensino de Física para surdos: um experimento mecânico e um eletrônico para o ensino de ondas sonoras.	Vivas, et al. (2017)	EF01
	RBEF	Vídeos didáticos bilíngues no ensino de leis de Newton.	Cozendey, et al. (2013)	EF02
	Revista do Professor de Física	Ensino de Física através da Libras: O Desafio Docente em Escolas Estaduais de São Luís-MA.	Freitas et al. (2021)	EF03
TOTAL		18		

Fonte: Autora (2024).

²⁰O título “Voices that come from the hands: the teaching of Astronomy for the deaf” foi inspirado na expressão utilizada pelo neurologista, químico e escritor Oliver Sacks, na obra Surdos “vêm as mãos como vozes”(Xavier et al., 2019).

Sabendo que as principais barreiras enfrentadas na educação científica para surdos são as barreiras linguísticas e que as principais estratégias e recursos para a superação das mesmas envolvem práticas didático-pedagógicas visuais (Vivian, 2018) e, partindo dos objetivos específicos dessa revisão, para lembrar: estabelecer quais são as principais barreiras linguísticas enfrentadas na educação científica para estudantes surdos; bem como, possibilitar um entendimento sobre como as barreiras linguísticas são ultrapassadas e quais são as estratégias, práticas didáticas e recursos visuais utilizados para superar as dificuldades enfrentadas na educação científica para surdos; foram determinadas *a priori* duas categorias de tratamento e análise: i - Barreiras linguísticas: desafios; ii - Estratégias didáticas e recursos visuais: possibilidades.

Já a análise de cada artigo partiu de uma sondagem com um olhar sobre os três sujeitos fundamentais envolvidos na educação científica de surdos, a saber: os estudantes surdos, os docentes e os Intérpretes de Libras. Neste sentido, a leitura dos artigos envolveu uma análise sobre as barreiras e dificuldades enfrentadas por esses sujeitos, bem como as estratégias e recursos de superação dessas dificuldades vivenciadas por esses sujeitos no contexto da educação científica.

Para estabelecer uma reflexão sobre os tipos de estratégias e recursos propostas(os) nas pesquisas encontradas, foi realizada uma articulação com a abordagem multimodal, enquanto uma potencial ferramenta teórico-metodológica (Kress, 2010; Mortimer et al., 2014), capaz de possibilitar uma compreensão de como essas estratégias e recursos contribuem para a interação e comunicação entre os diferentes sujeitos e entre esses sujeitos e os objetos no processo de ensino-aprendizagem científico para estudantes surdos (J. M. Fernandes et al., 2020).

2.3 Educação Científica Bilíngue e Multimodal: o que apontam as pesquisas

A maioria das pesquisas encontradas nos periódicos selecionados sobre educação científica para estudantes surdos se refere a investigações no/do contexto da escola inclusiva (Botan & Paulo, 2014; Cozendey, Pessanha, et al., 2013; Darroz, Tyburski, & Rosa, 2020; Dias et al., 2020; Freitas et al., 2021; J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021; W. D. de Oliveira & Benite, 2015b, 2015a; M. Pessanha et al., 2015; Picanço & Cabral Neto, 2017; Vivas et al., 2017; Vivian & Leonel, 2021b; Xavier et al., 2019) e uma em um laboratório de Ciências em uma universidade (R. M. Santos et al., 2018). Além disso, o principal foco das pesquisas

desenvolvidas no contexto regular é a atuação do Intérprete de Libras e as relações entre esses profissionais, docentes e estudantes.

Existem poucas investigações produzidas ou baseadas no contexto de escola especial ou escola bilíngue para surdos (Borges & Costa, 2010; Vivian & Leonel, 2022a) e/ou em espaços não formais de educação científica (Gomes et al., 2015). Há também uma pesquisa que não deixou explícito o tipo de contexto investigado (Paiva, 2011).

Em geral, essas pesquisas apontam que, somado às barreiras linguísticas, o bilinguismo ainda não permeia as salas de aulas regulares inclusivas, configurando uma das maiores dificuldades encontradas no aprendizado dos conhecimentos científicos pelos estudantes surdos, pois as diferenças linguísticas e culturais entre ouvintes e surdos tornam o ensino-aprendizagem científico um desafio político-educacional (W. D. de Oliveira & Benite, 2015a). A Libras não está inserida nas aulas de Ciências e há dificuldades em fazer sua inserção neste ambiente (Dias et al., 2020) por parte dos docentes, dos Intérpretes e dos estudantes surdos e ouvintes. Deste modo, a Libras não circula pela sala de aula como a Língua Portuguesa oral e escrita, tornando-se como recurso linguístico secundário (W. D. de Oliveira & Benite, 2015a).

Com isso, a sala de aula regular, que deveria ser inclusiva, muitas vezes não assume tal propósito. Então, as escolas regulares inclusivas nem sempre se constituem como espaços mais eficientes para promoção da educação de estudantes surdos – em especial a educação científica – pois, em muitos casos, os direitos educacionais, linguísticos e culturais desses estudantes são negligenciados nesses espaços (Vivian, 2018; Vivian & Leonel, 2022a, 2022b). Neste sentido, a primeira categoria tem o objetivo de estabelecer quais são as principais barreiras linguísticas enfrentadas na educação científica para estudantes surdos.

2.3.1 Barreiras Linguísticas: desafios

As aulas de Ciências são desenvolvidas a partir de diálogos repletos de signos e significados complexos. Em ambiente constituído por sujeitos que compartilham de uma mesma língua, pode surgir diferentes dificuldades e/ou compreensões por parte desses sujeitos sobre os significados apresentados. Por outro lado, em um ambiente onde os sujeitos utilizam diferentes recursos linguísticos e de comunicação, maiores serão as dificuldades de compreensão, pois as pessoas envolvidas possuem diferentes formas de representar e perceber esses signos (M. Pessanha et al., 2015).

Este último ambiente é o caso da sala de aula inclusiva e/ ou bilíngue, onde há diferentes agentes de interlocução, a saber: Docentes, Intérpretes de Libras e estudantes, surdos e/ou ouvintes. O Intérprete de Libras na educação científica é um novo agente que se insere no contexto inclusivo educacional e, com isso, novas relações surgem no contexto de sala de aula entre esses agentes interlocutores (W. D. de Oliveira & Benite, 2015b) EC10. Possivelmente por se tratar de uma política ainda recente (Brasil, 2010), a atenção da maioria das pesquisas em educação científica para surdos está voltada para a atuação do Intérprete de Libras no contexto educacional.

Quanto à presença e a atuação do Intérprete de Libras, por vezes, surgem algumas críticas por parte dos Professores voltadas a este profissional, a partir de uma perceptível falta de entendimento do Intérprete de Libras sobre os conceitos científicos (W. D. de Oliveira & Benite, 2015a) EC02. Os Professores notam que, em determinados momentos, a interpretação diverge da informação elaborada pelo docente e sentem que o Intérprete de Libras não consegue garantir a compreensão dos estudantes surdos sobre os conceitos científicos (Borges & Costa, 2010) EC01.

Assim, pela falta de apropriação o Intérprete de Libras desconhece os conceitos científicos e os sinais correspondentes à linguagem científica; então, esses profissionais enfrentam, muitas vezes, dificuldades em lidar com os conceitos científicos (Darroz et al., 2020; J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021) EC14, EC11. Por outro lado, também há um reconhecimento por parte dos Intérpretes de Libras sobre a falta de preparo dos Professores para atuarem na educação científica para estudantes surdos (W. D. de Oliveira & Benite, 2015b) EC10.

Pesquisas sobre o compartilhamento de significados dos conceitos fundamentais da mecânica, como: velocidade, aceleração, deslocamento, posição, equilíbrio, corpo, massa e peso (Botan & Paulo, 2014; Darroz et al., 2020; M. Pessanha et al., 2015) EC04, EC14 e EC03 evidenciaram um uso variado de sinais para tais conceitos durante a interpretação, que por vezes, assumem um sinal com significado equivocado ou divergente do conceito científico em questão (Darroz et al., 2020) EC14. Isso pode ocorrer porque um Intérprete de Libras que desconhece os sinais para as terminologias científicas faz o uso desses sinais como sinônimos aos conceitos no contexto do cotidiano – que é distinto do contexto científico (Botan & Paulo, 2014; M. Pessanha et al., 2015) EC04 e EC03 – comprometendo a interpretação e conseqüentemente a compreensão pelo estudante surdo.

Não é somente a falta ou pouco conhecimento sobre os conceitos científicos que interferem a prática do Intérprete de Libras; há outras situações, de cunho técnico que podem

influenciar negativamente. Essas situações que prejudicam o ato interpretativo podem ser geradas pelo uso inadequado das tecnologias durante as aulas, como, por exemplo, o uso de vídeos com imagem e som de má qualidade (Botan & Paulo, 2014) EC04, Professores que fazem uso exagerado de uma linguagem não literal, com fala pouco objetiva ou descontextualizada, entre outras questões. Em tempo, mesmo no caso em que os Professores tentam utilizar uma linguagem que consideram mais simples e percebe-se o interesse dos estudantes surdos pelas Ciências, ainda prevalecem as dificuldades de compreensão; pois utilizar uma linguagem simples não é necessariamente uma estratégia de acessibilidade (W. D. de Oliveira & Benite, 2015a) EC02.

Já interpretação e a escolha/seleção de sinais são tarefas que dependem inteiramente do Intérprete de Libras (M. Pessanha et al., 2015) EC03. O Intérprete precisa ponderar, durante sua atuação, a compreensão da palavra apresentada, o conceito lexical e escolher um sinal adequado que o represente (Darroz et al., 2020) EC14. Assim, o uso de sinais equivocados sobre os conceitos científicos pode induzir o estudante surdo a erros conceituais, ao entendimento fragmentado dos conceitos e, até mesmo, à incompreensão desses conceitos (M. Pessanha et al., 2015) EC03.

Do mesmo modo, dependendo das escolhas adotadas pelo Intérprete, alguns trechos da fala do Professor podem ser omitidos, logo alguns conceitos fundamentais para a aprendizagem de Física ficam suprimidos na interpretação (Darroz et al., 2020) EC14. Então, é evidente a complexidade da ação de um Intérprete de Libras no contexto da educação científica para surdos.

Contudo, mesmo com as dificuldades atreladas ao ato interpretativo, nota-se que há um comprometimento por parte do Intérprete de Libras, mas, por mais que seja notável o esforço dos Intérpretes de Libras em proporcionar acessibilidade linguística aos conceitos científicos, persiste uma dificuldade em compreender esses conceitos e falta uma proximidade com a argumentação conceitual da Física por parte do profissional (Botan & Paulo, 2014; Darroz et al., 2020) EC04 e EC14.

Outro fator que interfere na atuação do Intérprete de Libras é a formação desses profissionais, que pode ser insuficiente ou inadequada. Deste modo, quando há pouca formação acadêmica, a formação não contempla os conhecimentos da área de atuação e/ou pouco tempo de atuação do profissional Intérprete de Libras no contexto da sala de aula, o vocabulário desse profissional pode ser reduzido e por falta de experiência, torna-se difícil a seleção e escolha pelos sinais mais apropriados (Botan & Paulo, 2014; M. Pessanha et al., 2015) EC04 e EC03. Existe uma grande confusão por parte da sociedade que pensa estar

formando Intérpretes de Libras, enquanto na verdade o que se tem são, em sua maioria, cursos para a formação de Professores de Libras (W. D. de Oliveira & Benite, 2015a) EC02. Na maioria das vezes, Intérpretes de Libras não são formados por área e/ou destinados para atuarem por áreas de ensino no contexto escolar, respeitando seus conhecimentos e sua formação específica.

Referente à prática docente, há Professores que reconhecem a prevalência das diferenças linguísticas entre surdos e ouvintes em sala de aula, mas denunciam a ausência de reflexões mais sistemáticas sobre questões norteadoras da surdez – como sobre identidades surdas e bilinguismo – bem como um sentimento de uma formação inicial insuficiente para o entendimento das especificidades e possibilidades no ensino científico para estudantes surdos (Borges & Costa, 2010) EC01. Prevalece ainda, entre a maior parte do corpo docente, o desconhecimento, despreparo, falta de experiência ou formação de muitos Professores ouvintes sobre cultura surda e Libras (J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021; W. D. de Oliveira & Benite, 2015a, 2015b; Paiva, 2011) EC11, EC02, EC10 e EC09, embora tenham a presença de um Intérprete de Libras (Paiva, 2011) EC09. O desconhecimento da Língua de Sinais pelos docentes impede uma comunicação com estudantes surdos (J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021) EC11.

Contudo, após o ano de 2005 a disciplina de Libras passou a ser obrigatória nos cursos de formação docentes (Brasil, 2005); assim, aos poucos os cursos de Licenciatura foram se readequando para contemplar a política vigente, mas os próprios docentes reconhecem que apenas uma disciplina de Libras é insuficiente na formação profissional (Freitas et al., 2021) EF 03. Com isso, alguns professores recorrem a busca por estudos e/ou pesquisas por interesse próprio, como alternativas de sanar as lacunas da formação inicial. Os Professores de Ciências também sabem o seu papel diante do aluno surdo, dominam os conhecimentos da área que ministram e percebem qual o papel do Intérprete de Libras no processo de ensino-aprendizagem e admitem seu despreparo docente para atuar na educação de surdos (W. D. de Oliveira & Benite, 2015a, 2015b) EC02 e EC10.

Além disso, percebem esse despreparo como um dos principais desafios na prática docente, destacando possuírem dificuldades em articular teorias em recursos ou atividades concretas na educação científica de surdos; há uma formação insuficiente (J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021) EC11. Então, deve haver uma revisão no processo de formação inicial de educadores, bem como, maiores articulações entre as práticas pedagógicas e a práxis política (Borges & Costa, 2010) EC01.

Em contrapartida, há também entre o corpo docente aqueles Professores com uma visão ingênua de que a interpretação mantém constante o significado dos conceitos, independente das variações linguísticas envolvidas no meio; além disso, consideram que a interpretação já é o suficiente para que a aprendizagem dos estudantes seja contemplada (M. Pessanha et al., 2015) EC03. Entretanto, a presença de um Intérprete não é a única condição para garantir a inclusão de estudantes surdos no ensino regular (Darroz et al., 2020) EC14, mas sem esse profissional pode não haver inclusão.

Muitos Professores apontam que atuar na educação de surdos é uma tarefa difícil, por vezes, gerando receios e angústias sobre a prática docente com a presença de estudantes surdos em suas salas de aula (Borges & Costa, 2010; Vivas et al., 2017) EC01 e EF01. Há também, aqueles Professores que ainda persistem na ideia de aprendizagem por memorização de conceitos (W. D. de Oliveira & Benite, 2015a) EC02. Sobretudo, há uma escassa disponibilidade de cursos específicos sobre educação de surdos na área das ciências, tornando a formação continuada fragmentada e impactando negativamente na prática docente.

Somado a isso, alguns Professores recorrem a práticas baseadas no método de ensino oralista para surdos, por considerarem como método mais eficiente – já que comunicação oral é a mais utilizada e pessoas surdas são uma minoria - bem como com um olhar pautado na percepção de que estudantes surdos só podem ou devem aprender a se comunicar oralmente (Borges & Costa, 2010) EC01. Esta ideia oralista permanece como uma memória remanescente de normalização da deficiência, muitas vezes, envolvendo uma ideia equivocada que todo surdo sabe fazer leitura labial, deve aprender Português através de métodos orofaciais, bem como, de que o treino da oralidade é o alicerce para a boa ou fluente comunicação no mundo de ouvintes e que o único modo de fala efetivo é a fala oral, desconsiderando o modo de fala sinalizada.

Do ponto de vista de alguns docentes, também surge um sentimento de revolta como a aprovação induzida de estudantes surdos, pois entendem que este mecanismo empregado nas escolas inclusivas esconde as verdadeiras dificuldades enfrentadas nesses contextos (Botan & Paulo, 2014) EC04. Contudo, os problemas no processo de ensino-aprendizagem científico para estudantes surdos surgem desde o planejamento das aulas pelos docentes, pois na maioria das vezes, as aulas são planejadas e desenvolvidas pensando nos estudantes ouvintes (Dias et al., 2020) EC15.

Com isso, muitas vezes os métodos avaliativos utilizados pelos Professores são inadequados e sem adaptações; contudo, há Professores que reconhecem a importância do uso de uma variedade de materiais que privilegiem a visualidade. Além disso, a avaliação da

aprendizagem não deve se limitar a um documento escrito – mesmo este sendo importante – outros modos de avaliação devem ser utilizados, tais como a elaboração de diferentes atividades e a observação contínua sobre os estudantes no decorrer das aulas (Borges & Costa, 2010) EC01. Há também docentes que questionam a configuração de inclusão adotada pelas escolas regulares e consideram que estudantes surdos aprenderiam mais se estivessem em contato com outros surdos (W. D. de Oliveira & Benite, 2015b) EC10.

Além disso, constata-se que muitos Professores não estimulam a participação de estudantes surdos nas atividades, pois raramente se dirigem a esses estudantes ou aos Intérpretes de Libras (Botan & Paulo, 2014) EC04. Isto se dá, possivelmente pelo pouco conhecimento de Libras e cultura surda por parte de muitos docentes. A falta de compreensão sobre as especificidades da surdez revela uma prática escolar excludente, pois o uso didático de linguagens e as expectativas normalistas são elementos presentes no imaginário de muitos Professores. Entretanto, há aqueles preocupados no entendimento sobre as peculiaridades da surdez e na busca por melhores recursos e modos de ensinar Ciências na educação de surdos (Borges & Costa, 2010) EC01.

Mesmo assim, há muitos Professores que afirmam desconhecer teorias de aprendizagem para o trabalho pedagógico com estudantes surdos (W. D. de Oliveira & Benite, 2015a) EC02. Enquanto outros enfrentam dificuldade em procurar metodologias que possam usar em sala de aula regular com estudantes surdos e ouvintes; pois mesmo apoiados no uso de recursos visuais, esses Professores não conseguem atingir o objetivo da aprendizagem (Dias et al., 2020) EC15.

Complementa as críticas na educação científica para estudantes surdos por parte de alguns docentes a falta de laboratórios de Ciências, que também implica em barreiras na educação científica para surdos (J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021) EC11, a falta de adaptações dos conteúdos, a ausência de materiais didáticos bilíngues (Picanço & Cabral Neto, 2017; Vivas et al., 2017) EC06 e EF01 e a prevalência de materiais didáticos exclusivamente escritos (Darroz et al., 2020) EC14.

Quanto à prática docente e do Intérprete de Libras, na maioria dos casos, não há um trabalho conjunto entre esses profissionais (M. Pessanha et al., 2015) EC03, devido à falta de oportunidades, espaço e/ou tempo para planejamento conjunto (Vivian, 2018); bem como a falta de uma articulação entre docentes e Intérprete de Libras (J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021) EC11. Os Intérpretes de Libras que atuam em sala de aula regular precisam de maiores aproximações com os Professores, pois o estudo prévio e um planejamento possibilitam alternativas para uma atuação mais eficaz de ambos (Darroz et al., 2020) EC14.

Além disso, existe uma confusão entre os papéis dos Professores e Intérpretes em sala de aula regular, que confundem também o estudante surdo (J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021; W. D. de Oliveira & Benite, 2015a, 2015b) EC11, EC02 e EC10. Essa confusão é um dos problemas que desestabiliza as relações entre estudante surdo, docente, Intérprete e conhecimento científico. Do mesmo modo, esse problema denuncia as possíveis lacunas na formação desses profissionais; pois na sala de aula regular, a comunicação é prioritariamente oral, as aulas são planejadas e implementadas em Português, recaindo no/a Intérprete de Libras o dever com o ensino-aprendizagem dos estudantes surdos, assumindo papel de ensinar os estudantes surdos - papel que seria do Professor (W. D. de Oliveira & Benite, 2015a) EC02. Assim, muitas vezes os Intérpretes de Libras assumem funções de outros profissionais da escola e a relação entre o docente e Intérprete de Libras é de contradição (W. D. de Oliveira & Benite, 2015b) EC10.

O Professor deve assumir a responsabilidade do ensino, que é - na maior parte - atribuída ao Intérprete de Libras, assumindo um papel docente (Dias et al., 2020) EC15. O Professor de Ciências é o principal representante da comunidade científica em sala de aula, logo, é sua função, responsabilidade e papel proporcionar aos estudantes o ensino-aprendizagem científico (W. D. de Oliveira & Benite, 2015a) EC02.

Neste sentido, provavelmente pela maior proximidade com a cultura surda, comunidade surda e com a Libras, há uma tendência de o contato do estudante surdo ser mais voltado ao Intérprete de Libras e, também, devido ao afastamento que os Professores têm com a língua e cultura surda (W. D. de Oliveira & Benite, 2015a) EC02. Com isso, o Intérprete assume a função docente, explicando conceitos e corrigindo exercícios, por exemplo (Botan & Paulo, 2014) EC04; logo, muitos docentes usam disso para não tentarem se aproximar desses estudantes.

Quando o Intérprete de Libras assume a responsabilidade de ensinar para os estudantes surdos, esse estudante se afasta do Professor, o Professor também não tenta se aproximar desse estudante e o Intérprete de Libras é o profissional que fica entre esses dois sujeitos, se tornando o Professor daquele estudante. O Intérprete de Libras é, geralmente, o sujeito mais próximo da cultura e comunidade surda, assim, surge uma tendência de o estudante surdo se sentir mais confortável em interagir com esse profissional.

No caso dos estudantes surdos, somada às deficiências no atendimento às suas demandas culturais e linguísticas, também é evidente a falta de domínio linguístico sobre o Português escrito pela generalidade destes (Botan & Paulo, 2014; Paiva, 2011) EC04 e EC09. Isso se constitui – muitas vezes – uma grande barreira na aprendizagem de Física (Botan &

Paulo, 2014) EC04. Similarmente, há uma grande dificuldade de estabelecer um processo de ensino-aprendizagem devido o desconhecimento ou falta de domínio da Libras pelos estudantes surdos – na maioria dos casos (Darroz et al., 2020; Dias et al., 2020) EC14 e EC15, restringindo a escolha dos sinais na interpretação (Darroz et al., 2020) EC14.

Além disso, muitos desses estudantes podem possuir pouca ou nenhuma fluência em Libras e/ou conhecimento da Língua Portuguesa escrita; implicando em rupturas no compartilhamento de significados entre estudante surdo e Intérprete de Libras, pois estudantes com este perfil linguístico podem não compreender a maioria dos sinais utilizados pelo Intérprete (W. D. de Oliveira & Benite, 2015a) EC02. As carências linguísticas com a Libras, a Língua Portuguesa escrita e a língua oral, bem como o entendimento da linguagem Matemática, são desafios que estão presentes na escola regular inclusiva e na escola de Educação Bilíngue para surdos (Vivian & Leonel, 2022a) EC12.

No caso da produção de textos em Português, pode haver certa resistência por parte dos estudantes surdos em utilizar à escrita, mas quando ocorre o processo de escrita, muitas vezes os estudantes surdos elaboram frases apenas com palavras soltas, sem um sentido ou relação gramatical da Língua Portuguesa escrita. Por vezes, a escrita parece com a descrição de uma sequência de imagens, sugerindo que a produção textual escrita de estudantes surdos é uma composição espacial dos significados, que não possuem relação com os conceitos físicos (Botan & Paulo, 2014) EC04. Estas situações comprometem a percepção do Professor sobre a aprendizagem desses estudantes.

Assim como os estudantes surdos podem apresentar dificuldades com a leitura e compreensão de textos, outra dificuldade que se encontra relacionada ao entendimento da linguagem Matemática e suas aplicações lógicas, pois mesmo em cálculos simples, o tempo para realização pode ser mais elevado do que para estudantes ouvintes (Freitas et al., 2021) EF03. Em uma das pesquisas, autores apontam que as dificuldades na interpretação de exercícios matemáticos não é uma característica particular da educação de surdos, pois ouvintes também apresentam dificuldades correlatas (Borges & Costa, 2010) EC01.

É importante destacar que a Matemática adotada na análise de modelos Físicos também é uma linguagem desenvolvida de forma escrita (Picanço & Cabral Neto, 2017) EC06 e, por este motivo, ela é simbólica, podendo sim interferir no entendimento dos estudantes surdos que ainda não possuem fluência linguística, tanto da Língua Portuguesa escrita, quanto da Libras. Deste modo, mesmo com o uso de diferentes estratégias e recursos, a resolução de exercícios com cálculos ainda pode ser a atividade mais complexa para

estudantes surdos - com exceção daqueles mais engajados e interessados na área (Paiva, 2011) EC09.

Ainda decorrente da carência linguística, estudantes surdos podem não possuir conhecimentos espontâneos (M. Pessanha et al., 2015) EC03, devido à maioria de suas vivências acontecer em contexto sociocultural ouvintista. Essas rupturas linguísticas podem tornar muito mais complicadas e desafiadoras a introdução de sinais para os conceitos científicos (Vivian, 2018). No ensino-aprendizagem de Ciências, a dificuldade de entender Português por parte dos estudantes surdos, aumenta as dificuldades de compreender os conceitos científicos (Borges & Costa, 2010) EC01.

As rupturas linguísticas decorrentes do desconhecimento da Libras pelo estudante surdo, também impossibilita o resgate de conhecimentos prévios ou espontâneos que estudantes surdos possam ter constituído (W. D. de Oliveira & Benite, 2015a) EC02, em algum momento de suas experiências socioculturais. O comprometimento na linguagem impossibilita a transição dos conceitos espontâneos para os conceitos científicos, pois é através da linguagem e das relações com o mundo exterior que essa transição acontece (Vygotsky, 1934). Além disso, o atraso da linguagem pode acarretar em problemas emocionais e sociais (Goldfeld, 1997; W. D. de Oliveira & Benite, 2015a) EC02, que também interferem negativamente no processo de ensino-aprendizagem da criança surda.

Então, a falta de noções básicas sobre as coisas em geral pode ser atribuída também por falta de noções construídas no círculo familiar (Borges & Costa, 2010) EC01, pois a maioria das crianças surdas nasce em famílias ouvintes, podendo ser um fator no atraso da linguagem e, posteriormente, dificuldades na escolarização dessas crianças (W. D. de Oliveira & Benite, 2015a) EC02, que não possuem uma língua formal internalizada

Quando a Libras não faz parte da rotina familiar, o relacionamento entre filhos(as) surdos e pais/mães ouvintes fica prejudicado, impactando negativamente a inclusão de estudantes surdos em sala de aula (Borges & Costa, 2010) EC01. Muitas vezes, é na escola que estudantes surdos presenciam a Libras pela primeira vez (Dias et al., 2020) EC15. Porém, o apoio da família é primordial para o desenvolvimento emocional, social e educacional da criança surda.

Em sala de aula, a falta de uma comunicação ideal entre Professores e estudantes surdos, por vezes, gera um clima hostil em sala de aula, acarretando em um comportamento agressivo por parte do estudante surdo; pois alguns estudantes não gostam e, até mesmo, rejeitam as pessoas que não sabem ou não usam Libras (Borges & Costa, 2010) EC01.

Além disso, algumas situações que geram mais barreiras linguísticas parte da pouca interação entre os sujeitos e falta de negociação de significados entre estudantes surdos e ouvintes, por vezes é perceptível um sentimento de piedade por parte dos colegas ouvintes em relação aos colegas surdos – um sentimento insatisfatório dentro de uma perspectiva inclusiva – pois, por mais que colegas ouvintes demonstrem respeito e a aceitação de colegas surdos, o diálogo não flui com igualdade e se limita a conversas banais – por exemplo, sobre troca ou empréstimo de materiais (Botan & Paulo, 2014) EC04. Então, apenas respeito e aceitação dos sujeitos surdos não garantem a inclusão educacional, embora importante e necessário, incluir vai além de respeitar e aceitar, requerendo possibilitar a participação e a interação em um mesmo nível de humanidade.

Quanto ao uso de aparelho auditivo, há uma quantia significativa de estudantes surdos que fazem o uso deste (Freitas et al., 2021; Paiva, 2011) EF03 e EC09 – e outros que usaram por um período de tempo e desistiram. Porém, maioria desses estudantes que usa ou usou aparelho auditivo, considera que o aparelho atrapalha e aumenta a percepção de ruídos ou barulhos que são incômodos - como o som das classes arrastando no piso da sala (Freitas et al., 2021) EF03.

Então, poucos ganhos na aprendizagem de Física podem se atribuir com o uso desses aparelhos pelos estudantes surdos (Paiva, 2011) EC09. Muitos Professores também relatam que estudantes surdos perdem o foco em aula facilmente (Darroz et al., 2020; Freitas et al., 2021) EC14 e EF03; por serem muito visuais, até o movimento de algum colega pode ser motivo para distração (Freitas et al., 2021) EF03, o que também interfere a atuação eficaz da interpretação (Darroz et al., 2020). Similarmente, em vários momentos durante a aula os estudantes acabam interrompendo o Intérprete de Libras para tirar dúvidas ou apenas conversar, o que impede a conclusão da interpretação sobre a fala do Professor (Darroz et al., 2020) EC14.

Com relação ao ensino científico ou de Física, a maioria dos estudantes revela não entender, não possuir afinidade nem apreço pela Física, por considerar de difícil compreensão (Freitas et al., 2021; Paiva, 2011) EF03 e EC09, demonstrando um baixo nível de motivação pela aprendizagem de Física (Paiva, 2011) EC09, diferente de uma pequena parcela de estudantes que demonstraram engajamento com a Física e maiores aptidões na área e com cálculos (Freitas et al., 2021) EF03. A maior parte dos estudantes surdos gostaria que as aulas de Física fossem mais práticas e dinâmicas, pois sentem grande dificuldade em relacionar teoria e prática, mesmo com representações em desenhos pelo Professor. Além disso, os estudantes consideram que a maior dificuldade na compreensão dos conceitos científicos se

deve pela inexistência de muitos sinais para as terminologias de Física (Freitas et al., 2021) EF03.

Na área da Física é recorrente a carência e/ou inexistência de sinais ou traduções para os conceitos científicos (Borges & Costa, 2010; Botan & Paulo, 2014; Freitas et al., 2021; M. Pessanha et al., 2015; Picanço & Cabral Neto, 2017) EC01, EC04, EF03, EC03 e EC06, tanto nos contextos da escola regular, quanto no contexto da escola de Educação Bilíngue para surdos (Vivian & Leonel, 2022a) EC12. Além disso, alguns sinais apresentados nos dicionários convencionais de Libras podem apresentar divergência dos sinais apresentados nos dicionários específicos de Física, como no caso dos conceitos peso e calor (M. Pessanha et al., 2015) EC03.

Assim como ocorre na Língua Portuguesa. Semelhantemente, na área da Astronomia, existem poucos sinais disponibilizados em dicionários de Libras (Acessibilidade Brasil, 2011; Capovilla & Raphael, 2006, 2008), dificultando a caracterização, definição e reflexões sobre fenômenos do Universo (Xavier et al., 2019) EC13. Além disso, a maioria dos sinais existentes para terminologias astronômicas apresentam equívocos (Alves, Peixoto, & Lippe, 2012; Xavier et al., 2019) EC13. Este é o caso dos sinais de Terra, Universo, Mundo e Planeta (Acessibilidade Brasil, 2011; Capovilla & Raphael, 2006, 2008), que possuem o mesmo sinal - mas se tratam de objetos astronômicos distintos - necessitam de reconfiguração lexical (Vivian, 2018). A carência de sinais em Astronomia também pode estar relacionada ao fato de o ensino-aprendizagem de Astronomia para estudantes surdos ainda ser uma possibilidade remota no Brasil, que praticamente não ocorre ou, quando acontece é muito limitado (Xavier et al., 2019) EC13.

Há muitos acontecimentos que levam ao insucesso da compreensão dos conceitos científicos em sala de aula regular (Darroz et al., 2020) EC14. Em síntese, Professores e Intérpretes atribuem o não-aprendizado dos estudantes surdos à barreira linguística, reconhecem fragilidades na alfabetização desses estudantes e percebem ausência da família no processo de escolarização (W. D. de Oliveira & Benite, 2015a) EC02; salientam também que palavras abstratas são de difícil compreensão por estes estudantes (J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021) EC11, que é o caso da abstração dos conceitos científicos (Mortimer & Scott, 2002, 2003; Souza & Sasseron, 2012).

Com isso, forma-se um cenário onde há Professores que não conhecem Libras e cultura surda, Intérpretes de Libras que não compreendem os conceitos científicos e estudantes surdos não são/estão alfabetizados (W. D. de Oliveira & Benite, 2015a) EC02, tornando inacessível o conhecimento científico.

Uma das pesquisas encontradas sugere de maneira infeliz que, em termos léxicos e semânticos, a Libras está aquém da Língua Portuguesa, em decorrência da sua estrutura apresentar menos recursos para explicar a realidade física e as ações humanas - inclusive do conhecimento científico (Xavier et al., 2019) EC13.

Entretanto, essa afirmação é contrária aos estudos surdos e estudos linguísticos da área, que se esforçam na desmistificação de inferioridades linguísticas e no fortalecimento das investigações sobre cultura surda e Libras (Brasil, 2005; Müller & Karnopp, 2015; Quadros, 2008a, 2008b; Quadros & Perlin, 2007; Quadros, Pizzio, & Rezende, 2009). O próprio Vygotski (1983) em seus estudos sobre a *defectologia*²¹ apontou, inicialmente o uso da oralização como sendo mais eficiente, mas posteriormente destacou a importância da Língua de Sinais para as crianças surdas, principalmente no que tange o seu aprendizado e desenvolvimento cognitivo. Então, não é porque faltam sinais para terminologias científicas que a Libras se torna inferior às línguas orais ou escritas. A escassez de sinais científicos está relacionada com questões de acessibilidade linguística.

Acessibilidade não significa apenas utilizar a Libras e esperar que as carências linguísticas e de comunicação sejam superadas, pois somente com a língua, sem o complemento visual articulado aos conceitos que se pretende anunciar, a acessibilidade não estará garantida aos estudantes surdos (Gomes et al., 2015) EC05. Percebe-se que mesmo com uma perspectiva bilíngue, às vezes, é difícil para docentes e Intérpretes reconhecerem a aprendizagem de alguns conceitos pelos estudantes surdos (Botan & Paulo, 2014) EC04. Assim, a maior barreira linguística na educação de surdos é a forma como se tenta uma comunicação, sendo a comunicação o principal caminho para a garantia de um ensino-aprendizagem efetivo (Borges & Costa, 2010) EC01. Então, o acesso ao conhecimento científico na educação de surdos fica comprometido ou inexistente se não houver um conjunto de estratégias e de modos articulados para comunicar (Gomes et al., 2015) EC05.

Com isso, algumas perguntas ainda podem ser levantadas para fins de reflexão e que se pretende discutir na próxima categoria, a saber: como esperar o sucesso na aprendizagem de estudantes surdos se o planejamento inicial não incluiu este estudante no desenvolvimento de uma proposta didática e os materiais utilizados não contemplam suas demandas linguísticas e culturais? Como ensinar conceitos científicos se não há sinais para representá-los? Como incluir o estudante surdo na educação científica se o educador desconhece Libras e

²¹ *Defectologia* foi um termo utilizado na época, para denominar o estudo das crianças com deficiências. Porém, a obra apresenta terminologias desatualizadas, tais como surdo-mudo. Neste sentido, recomenda-se ao leitor(a) uma interpretação convergente aos conceitos atuais sobre as deficiências.

cultura surda, o Intérprete não compreende as terminologias científicas e o estudante não é alfabetizado em Português ou sinalizante? É possível um ensino-aprendizagem científico em meio a um contexto onde é quase impossível se comunicar?

As pesquisas que abordam a educação científica para surdos ainda são poucas e insuficientes para responder as demandas que a área requer (Borges & Costa, 2010; Dias et al., 2020) EC01 e EC15; principalmente, investigações que apontem além dos problemas e as barreiras, evidenciando potenciais soluções e estratégias para ultrapassar essas barreiras. Neste caminho, na seguinte categoria serão apresentadas as reflexões que têm se construído em busca de soluções e possibilidades para potencializar a educação científica para surdos.

2.3.2 Estratégias Didáticas e Recursos Visuais: possibilidades

É preciso olhar para as pesquisas que investigam sobre a educação científica para surdos sob uma perspectiva que vá além do reconhecimento das problemáticas, mas incluindo um olhar sobre como essas problemáticas podem ser solucionadas. Então, esta categoria tem o objetivo de possibilitar um entendimento sobre como as barreiras linguísticas são ultrapassadas e quais são as estratégias, práticas didáticas e recursos visuais utilizados para superar as dificuldades enfrentadas na educação científica para surdos.

Conforme apresentado até o momento, há muito mais pesquisas relacionadas ao contexto formal de educação, principalmente da escola regular inclusiva; pois é justamente nesses contextos onde se encontram as maiores problemáticas enfrentadas pelos envolvidos na educação científica para surdos. Assim, compreender e estabelecer a inclusão de estudantes surdos requer a intensificação de pesquisas que abordem sobre a diversidade linguística dentro da perspectiva de salas de aulas bilíngues (M. Pessanha et al., 2015) EC03. Entretanto, isso não descarta a importância de investir em pesquisas que investiguem os processos de inclusão em espaços não formais de educação, como as que acontecem nos Museus e Centros de Ciências (Gomes et al., 2015) EC05.

Ainda com todos os obstáculos, barreiras e dificuldades que se atravessam na educação científica para estudantes surdos na escola regular, isso não reflete no índice de reprovação desses estudantes, possivelmente decorrente dos novos critérios e políticas educacionais que vigoram, para minimizar a reprovação de estudantes em geral. Além disso, esses estudantes conseguem ainda demonstrarem-se entusiasmados para aprender e para buscar atingir seus objetivos através de seus próprios potenciais (Freitas et al., 2021) EF03.

Esse entusiasmo dos estudantes deve ser aproveitado ao máximo, pois é um dos sentimentos que dá sentido à luta por melhorias na educação científica inclusiva para todos e todas.

Então, para o docente entender como realmente acontece o ensino-aprendizagem científico de estudantes surdos, esse docente deve vivenciar a experiência direta na educação científica para surdos; logo, não basta fazer cursos de formação em Libras na expectativa de somente aprimorar a fluência linguística – a formação continuada é importante – mas, é necessário o contato contínuo com pessoas surdas e sua cultura, para atingir uma relação mais profunda (Borges & Costa, 2010) EC01. Neste caminho, antes de se iniciar um trabalho pedagógico no Ensino de Física em uma turma inclusiva é preciso conhecer os estudantes surdos, principalmente, sobre sua língua e cultura (Picanço & Cabral Neto, 2017) EC06.

Assim, as reflexões sobre o contexto da educação científica para estudantes surdos devem considerar possíveis maneiras para romper as barreiras atitudinais, organizacionais e formativas ainda existentes nesse contexto (J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021) EC11. Deste modo, para identificar as problemáticas e necessidades dos envolvidos na educação científica para surdos, bem como para ponderar a formulação de estratégias e ações sobre os contextos escolares inclusivo, a formação continuada e a aproximação entre escolas e universidades se torna uma possibilidade indispensável na identificação e resolução dessas problemáticas (W. D. de Oliveira & Benite, 2015b) EC10. Reconhecer as dificuldades e tentar superá-las /estimula um desejo de desenvolver novas estratégias de ensino e objetos de aprendizagem (Picanço & Cabral Neto, 2017) EC06.

Na prática docente, uma das problemáticas relatadas por docentes no trabalho pedagógico com estudantes surdos é o desconhecimento sobre teorias de aprendizagem (W. D. de Oliveira & Benite, 2015b) EC10 e/ou as dificuldades em procurar metodologias eficientes para usar em sala de aula regular (Dias et al., 2020) EC15. Por outro lado, há Professores preocupados em rever suas práticas, compreender a distinta realidade da cultura surda e em repensar os caminhos a serem adotados na educação científica para surdos (Borges & Costa, 2010) EC01.

Com isso, algumas pesquisas propõem possíveis metodologias de ensino e teorias de aprendizagem como estratégias de articulação entre teoria e prática na atuação docente no contexto da Educação Científica para surdos, tais como: a Teoria da Aprendizagem Significativa e a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (Botan & Paulo, 2014) EC04, perspectiva sócio-histórica (R. M. Santos et al., 2018) EC07, Teoria da Aprendizagem

Significativa e da taxonomia SOLO²² (Picanço & Cabral Neto, 2017) EC06, investigação com base no Modelo do Processamento da Informação de Robert Gagné²³ (Paiva, 2011) EC09, metodologias ativas e investigativas (J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021) EC11, teoria da compensação²⁴ (Vivas et al., 2017) EF01.

Contudo, independente da metodologia ou teoria de aprendizagem, a prática docente é o fator principal no cumprimento dos objetivos didáticos (Botan & Paulo, 2014) EC04. Por esse motivo, o conhecimento sobre Libras e cultura surda aliado ao planejamento do Professor é fundamental para proporcionar espaços de aprendizagens científicos inclusivos (Cozendey, Pessanha, et al., 2013) EF02. Além disso, não somente o planejamento deve ser estruturado a partir dos pilares teóricos e práticos sobre Libras e cultura surda, mas todo o processo de desenvolvimento da proposta didática e do processo avaliativo. Além disso, o processo de avaliação dos estudantes deve ser contínuo e ponderar a respeito de cada atividade desenvolvida (Picanço & Cabral Neto, 2017) EC06, onde as estratégias e atividades avaliativas com/para estudantes surdos devem ser diferentes das estratégias e atividades avaliativas utilizadas com/para estudantes ouvintes (Botan & Paulo, 2014) EC04. Então, é importante pensar em estratégias de ensino capazes de contemplar a todos(as), de forma indistinta, garantindo o direito legítimo de acesso ao conhecimento científico (Gomes et al., 2015) EC05.

Neste sentido, a maioria das metodologias e teorias de aprendizagem supracitadas foram desempenhadas a partir de recursos e materiais que versam os pressupostos sobre Libras, cultura surda e visualidade. É preciso entender esses pressupostos para superar as dificuldades na educação científica para surdos e, deste modo, elaborar uma articulação teórica e prática que permita compreender como o conhecimento científico pode contribuir nesse contexto e como construir um trabalho pedagógico bilíngue capaz de promover o ensino-aprendizagem científico inclusivo (Vivian & Leonel, 2021b) EC08.

²² Taxinomia SOLO é um acrônimo de *Structure of the Observed Learning Outcomes*, em síntese, é uma metodologia que auxilia na compreensão e sistematização da aprendizagem dos estudantes através de categorias (Picanço & Cabral Neto, 2017).

²³ O Modelo do Processamento da Informação de Robert Gagné tem ampla aplicação nas situações de aprendizagem mediadas pelo computador, podendo facilitar a transmissão e recepção das mensagens educativas, a articulação das novas aprendizagens com aprendizagens anteriores, a contextualização dos conteúdos curriculares, a representação e concretização da realidade abstrata, a abstração a partir da realidade concreta, a sistematização de regras e procedimentos, a progressão na aprendizagem com respeito pelo ritmo e pelas características individuais dos estudantes (Paiva, 2011).

²⁴ Teoria da compensação é uma teoria de aprendizagem baseada nos estudos de Vygotsky, que não enfatiza o aspecto negativo que a deficiência pode apresentar, mas a eficiência das estratégias pedagógicas para que o problema seja superado (Vivas et al., 2017).

A visualidade torna mais íntima a relação entre as Ciências e a Libras; assim, a Libras precisa ganhar protagonismo na sala de aula regular, bem como fazer parte do planejamento, ser inserida nas estratégias de ensino, atividades e processo de avaliação, para oportunizar ao estudante surdo a inclusão científica e o sentimento de pertencimento ao ambiente escolar, que deve permitir aos estudantes surdos a produção de conhecimentos em Libras (Dias et al., 2020) EC15. Por isso, é necessário o investimento na construção de materiais didáticos bilíngues e visuais para a educação científica de estudantes surdos, bem como uma busca de metodologias por parte dos Professores, considerando uma contextualização com base na cultura surda e no modo visual do surdo perceber o mundo (Vivas et al., 2017) EF01.

Então, tentar ensinar conceitos abstratos desprovido do modo visual e utilizando somente palavras – escritas e/ou sinalizadas – pode ser insuficiente para que esse estudante compreenda o conceito. Como já foi dito, a comunicação não se dá somente através de um modo ou somente da língua, outros modos de linguagem podem ser utilizados para elaborar uma comunicação e interação que viabilize o processo de ensino-aprendizagem científico, pois é possível simbolizar os conceitos através de recursos instrumentais e visuais aliados às palavras e/ou sinais. Por isso, o Ensino de Física para estudantes surdos deve ser desenvolvido através de uma pedagogia visual²⁵, que contemple as especificidades culturais e linguísticas desses estudantes (Picanço & Cabral Neto, 2017) EC06 e um conjunto de modos que se relacionam para dar sentido à comunicação.

Felizmente, na maioria dos casos, os profissionais envolvidos na educação científica para surdos – Professor de Ciências ou Física e Intérprete de Libras – recorrem ou estabelecem tentativas de inserir na ação docente práticas pedagógicas baseadas em um conjunto variado de estratégias, recursos visuais e instrumentais, como modo de aproximar estudantes surdos e ouvintes dos significados abstratos associados à visualidade (J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021; W. D. de Oliveira & Benite, 2015a) EC11 e EC02. Além disso, Professores salientam que não é coerente – tanto da parte docente quanto do Intérprete de Libras – elaborar e/ou tornar os conteúdos científicos mais fáceis para os estudantes surdos, frente às dificuldades que apresentam (Borges & Costa, 2010) EC01. Há também Professores de Ciências e Intérpretes de Libras que tentam como estratégia estabelecer relações entre os conhecimentos científicos e os conceitos espontâneos que os estudantes apresentam nas aulas de Ciências (W. D. de Oliveira & Benite, 2015a) EC02.

²⁵ A pedagogia visual, é um campo da educação de surdos que leva em consideração a realidade do ensino com base na Libras – como meio de comunicação na educação - e na cultura surda, bem como os processos referentes à aquisição da linguagem, dos recursos didáticos das problemáticas e práticas didático-pedagógicas visuais no âmbito escolar, contemplando toda a organização do currículo (Campello, 2007).

Então, as estratégias, recursos visuais e/ou instrumentais devem ter o objetivo de tornar o conhecimento acessível ou facilitar o seu acesso, sem perder a complexidade do conteúdo científico. A aula e/ou os materiais de Física para estudantes surdos deve(m) manter uma linguagem simples e próxima às especificidades linguísticas dos estudantes surdos, sem abdicar do rigor científico e do vocabulário específico da Física (Paiva, 2011) EC09. Utilizar de uma linguagem considerada simples ou facilitar a aprendizagem não deve ser entendido aqui como tornar o conteúdo reduzido de seu valor técnico, mas sim acessível ao indivíduo e considerando suas especificidades. Então, o que pode acessibilizar os conceitos abstratos a esses estudantes é uma prática didático-pedagógica baseada em estratégias e recursos visuais com potencial de ser incorporada no ato interpretativo.

Neste caminho, diversas estratégias, recursos e materiais visuais podem acessibilizar o processo de ensino-aprendizagem científico para estudantes surdos. Essas estratégias e recursos podem ser classificados com base nos princípios teóricos e práticos da multimodalidade em três modos, a saber, o linguístico, o visual, o acional ou atitudinal (Kress, 2010; Kress, Jewitt, et al., 2001) e inclui-se também o instrumental e o digital (Kress, 2005). A tecnologia surge na educação científica para surdos como um novo tipo de alfabetização dentro do campo da semiótica (Czubek, 2006; J. M. Fernandes et al., 2020). Já o uso de recursos instrumentais é mais significativo e lembrado pelos aprendizes surdos do que conceitos abstratos (J. M. Fernandes et al., 2020; Lang & Pagliaro, 2007). Observa-se que se tratando de cultura surda (Skliar, 1998a, 1998b; Strobel, 2009, 2016), todas as estratégias e recursos aqui apresentadas partem do modo visual. Para pessoas surdas, todos os signos são visuais - mesmo os linguísticos – ou sensoriais não auditivos e corporais (J. M. Fernandes et al., 2020).

Assim, as pesquisas selecionadas apresentaram como principais recursos linguísticos a Libras, a escrita (Dias et al., 2020; Vivian & Leonel, 2021b) EC15 e EC08, datilologias (Dias et al., 2020) EC15, legendas²⁶(Cozendey, Pessanha, et al., 2013) EF02, esquemas (Dias et al., 2020; Paiva, 2011) EC15 e 09, desenhos (Dias et al., 2020; Freitas et al., 2021) EC15 e EF03, recursos humorísticos (Paiva, 2011) EC09, bem como, criação e produção de sinais e de vocabulários em Libras para os conceitos de Física (J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021; Picanço & Cabral Neto, 2017) EC11 e EC06 e de Astronomia (Vivian & Leonel, 2021b; Xavier et al., 2019) EC08 e EC13.

²⁶O uso de legendas em vídeos pode ser útil quando a fala é predominantemente oral (Cozendey, Pessanha, et al., 2013), mas somente no caso de estudantes surdos que já possuem domínio da língua escrita.

Já os recursos visuais que integram as tecnologias digitais, foram imagens (Dias et al., 2020; Vivian & Leonel, 2021b) EC15 E EC08, vídeos (Dias et al., 2020; J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021; Paiva, 2011; Picanço & Cabral Neto, 2017; Vivian & Leonel, 2021b) EC15, EC11, EC09, EC06 e EC08, vídeos bilíngues audiovisuais (Cozendey, Pessanha, et al., 2013) EF02, fotos (J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021; Paiva, 2011; Vivian & Leonel, 2021b) EC11, EC09 e EC08, banners (J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021) EC11, animações (Paiva, 2011) EC09, projetor de imagem (*datashow*) (Picanço & Cabral Neto, 2017) EC06, apresentação de slides, *software* de Astronomia *Stelarium*, simulações (Paiva, 2011; Vivian & Leonel, 2021b) EC09 e EC08, apresentações ilustradas, laboratório virtual (Darroz et al., 2020) EC15, dispositivo visualizador óptico da voz humana (Vivas et al., 2017) EF01, programas interativos (Picanço & Cabral Neto, 2017) EC06, *tablets* (Gomes et al., 2015) EC05, computador, documentos multimídia, Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), *software* educacional *HotPotatoes*, ambiente de navegador *Microsoft Internet Explorer* (Paiva, 2011) EC09 e Tecnologia Assistiva (Vivas et al., 2017) EF01.

Os recursos instrumentais envolveram a elaboração de materiais com os estudantes (Dias et al., 2020) EC15, construção de maquetes (J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021; Xavier et al., 2019) EC11 e EC13, criação de jogos (J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021) EC11, realização de experimentos (Picanço & Cabral Neto, 2017; Vivas et al., 2017) EC06 e EF01, uso do globo terrestre (Vivian & Leonel, 2021b) EC08 e kits do laboratório da escola (Picanço & Cabral Neto, 2017) EC06.

É importante destacar que a produção de um material didático não visa suprir todos os problemas na educação de surdos, mas tem um objetivo complementar a prática docente no contexto da educação científica para estudantes surdos (Botan & Paulo, 2014) EC04. De modo geral, as estratégias e os recursos bilíngues podem tornar a aula mais inclusiva (Cozendey, Pessanha, et al., 2013) EF02, e articulados às estratégias e recursos visuais potencializam a interpretação e a percepção dos conceitos pelos estudantes surdos (Darroz et al., 2020) EC14.

Quanto às estratégias e/ou recursos linguísticos, a Libras se constitui como principal ferramenta cultural no processo de interação entre surdos e entre surdos e ouvintes, sendo um dos principais modos de desenvolvimento das funções mentais superiores dos sujeitos surdos (R. M. Santos et al., 2018) EC07. No caso de um surdo oralizado, a leitura labial também pode ser útil, enquanto para um surdo com proficiência na Língua Portuguesa, a datilologia pode possibilitar um entendimento sobre os conceitos científicos (Dias et al., 2020) EC15.

Entretanto, para lembrar, a oralidade não é a primeira língua do surdo, mas sim a Língua de Sinais (Brasil, 2005, 2021; Quadros, 2008a); com isso, não é possível esperar que a maioria dos estudantes surdos em sala de aula regular domine a oralidade como modo de comunicação. Similarmente, Libras não é o Português sinalizado, se tratam de línguas e culturas diferentes. A datilologia é uma estratégia importante, mas talvez não seja o caminho mais propício para possibilitar a compreensão de um conceito científico pelo estudante surdo – se esse estudante não conhece a escrita e se a palavra for apresentada desprovida do recurso visual.

Então, deve haver maiores reflexões quanto à ampliação lexical em Libras para conceitos científicos (J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021) EC11, repensando a criação de sinais e vocabulários para os conceitos de Física em Libras (Picanço & Cabral Neto, 2017) EC06. Similarmente, na área da Astronomia, a carência ou inexistência de sinais sugere a necessidade de um estudo cooperativo entre a comunidade surda e a comunidade científica, para criação de sinais que contemplem essa área (Xavier et al., 2019) EC13; como já vem acontecendo em trabalhos e pesquisas mais recentes na área de Educação em Astronomia na cultura surda (Bolzan & Leonel, 2017; D. P. de Menezes & Cardoso, 2011; Nunes, 2017; E. M. Santos, Andrade, Santos, & Viana-Barbosa, 2013; Vivian, 2018; Vivian & Leonel, 2019), na área de Ensino de Física para estudantes surdos (Vargas & Gobara, 2012, 2013, 2015a, 2015b, 2015c) em projetos como o Sinalizando a Física²⁷(Cardoso, Botan, & Ferreira, 2010; Cardoso & Cicotte, 2010; Cardoso & Passero, 2010; Passero, Botan, & Cardoso, 2011) e o *spread the sign Brasil*²⁸(Cruz, Goettert, & Nogueira, 2017) – que dispõem de sinais nacionais e internacionais para diversas áreas.

No Ensino de Física, o principal recurso comumente utilizado pela maioria dos Professores é a representação em desenhos (Freitas et al., 2021) EF03. Os desenhos também podem ser utilizados como modo de avaliação da aprendizagem dos estudantes, principalmente no caso daqueles estudantes que ainda não dominam a escrita, pois é possível apresentar as noções construídas em aula através da realização de desenhos relativos aos conceitos científicos estudados (Vivian & Leonel, 2021b) EC08.

Já os recursos mais apontados nas pesquisas foram os tecnológicos, como o uso de fotos, imagens e, principalmente, vídeos – enfatizando o uso das tecnologias no processo de

²⁷Os vocabulários do projeto Sinalizando a Física estão disponíveis na página: <https://sites.google.com/site/sinalizandoafisica/>.

²⁸ O *spread the sign* consiste em um vocabulário, em línguas de sinais, internacional e nacional colaborativo(Cruz et al., 2017), disponível em: <https://www.spreadthesign.com/pt.br/search/>, incluindo sinas para terminologias astronômicas, disponível em: <https://www.spreadthesign.com/pt.br/search/by-category/257/astrologia/>.

ensino-aprendizagem científico. A apresentação de vídeos bilíngues pode contribuir substancialmente no entendimento visual dos fenômenos físicos para surdos e ouvintes; esse recurso deve ser elaborado através de roteiros prévios contendo Libras, Português escrito e oral, bem como imagens dinâmicas, contextuais e a partindo de situações problemas (Cozendey, Pessanha, et al., 2013) EF02.

Sobre o uso das imagens, estudantes surdos são favorecidos pelos recursos imagéticos, desde que de modo apropriado, indo além da mera ilustração, mas considerando uma problematização sobre os diferentes graus de iconicidade que as imagens e figuras visuais das Ciências podem representar (R. M. Santos et al., 2018) EC07. É fundamental o docente possuir a consciência de que as imagens, figuras ou fotos são ferramentas essenciais para facilitar a aprendizagem dos surdos, mas é preciso possuir atenção e cautela na adoção de imagens que representem com maior fidelidade o conceito científico (Bolzan & Leonel, 2017; Vivian, 2018; Xavier et al., 2019) EC13. Particularmente na área da Astronomia, existem bancos de imagens e vídeos de acesso livre e confiável para se usar como recurso didático visual, a saber: a galeria da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), do *Hubble Space Telescope* (HST) e do *European Southern Observatory* (ESO) (Xavier et al., 2019) EC13.

Dentre outros recursos tecnológicos, os Professores reconhecem o computador como um recurso facilitador da aprendizagem de Física, pois o uso de um *software* aumenta a motivação²⁹ dos estudantes surdos (Paiva, 2011) EC09. A informática permite estratégias que favorecem a visualização e a correlação entre conceito e objeto de estudo (Borges & Costa, 2010) EC01. A TIC pode não produzir melhorias quantitativas nas competências em Física - por parte dos estudantes surdos - mas gera mudanças profundas no contexto, promovendo o entusiasmo, a autonomia, a comunicação, a participação ativa e a interação, através de um contexto educativo rico em tecnologia. Além disso, o ganho na autonomia dos estudantes surdos viabilizado pelo uso da TIC pode dispensar, em certos momentos, a relação direta com um Intérprete ou com um Professor (Paiva, 2011) EC09.

Neste caminho, as tecnologias também estão dentre as possibilidades para se contrapor às consequências sociais associadas às ineficiências orgânicas, por meio das Tecnologias Assistivas, que tratam de recursos e serviços para a solução de problemas de acessibilidade permitindo conhecer e criar alternativas para a comunicação, escrita, mobilidade e leitura;

²⁹ A pesquisa de Paiva (2011) não apontou um estudo empírico com objetivo de determinar o nível de motivação, mas foram realizados e analisados questionários iniciais e finais, bem como relatos dos registros ao longo de intervenções de ensino.

substituindo a função de espectador pela função de ator pelo estudante durante interação social na escola (Vivas et al., 2017) EF01. No caso da educação científica, a Tecnologia Assistiva pode ser apresentada em forma de um experimento tecnológico com a função pedagógica de possibilitar aos estudantes surdos e ouvintes a visualização de um fenômeno; a experimentação é fundamentalmente importante na promoção da interação social, na compreensão dos conceitos científicos e na modificação da performance dos estudantes (Vivas et al., 2017) EF01.

Similarmente, o uso de materiais didáticos instrumentais e as práticas no laboratório de Ciências podem ser potencialmente favoráveis para a interação entre estudantes e na mediação entre os estudantes e os objetos de estudo científico (Botan & Paulo, 2014) EC04, através da experimentação. A experimentação também pode ser aliada ao uso de questionários, testes³⁰ e roteiros de atividades, envolvendo os estudantes surdos e ouvintes em situações que demandam maiores esforços cognitivos na resolução de problemas, bem como possibilitando o reconhecimento sobre os conhecimentos prévios dos estudantes e a evolução da aprendizagem pelos mesmos (Picanço & Cabral Neto, 2017) EC06.

O envolvimento com o conteúdo e entusiasmo dos estudantes surdos nas abordagens com materiais concretos e experimentais é evidente e satisfatório na prática docente (W. D. de Oliveira & Benite, 2015a; Paiva, 2011) EC02 e EC09. Recursos tecnológicos visuais complementam os recursos linguísticos e ambos articulados a atividades experimentais interativas se tornam promotores de motivação (Paiva, 2011) EC09. Além disso, sabendo das dificuldades de compreensão - por parte dos estudantes surdos e ouvintes - sobre a linguagem Matemática envolvida nos fenômenos Físicos, o uso da experimentação pode contribuir substancialmente na superação no entendimento dessa linguagem (Picanço & Cabral Neto, 2017) EC06.

Especificamente na área da Educação em Astronomia, é possível destacar estratégias e ações didáticas mais abrangentes, como a realização de seminários, *workshops*, oficinas, cursos, visitas em espaços não formais de ensino – como Observatórios, Planetários, Museus de Ciências e/ou de Astronomia – a prática de observação em telescópios, onde observar não significa simplesmente ver ou olhar, mas analisar os corpos celestes detalhadamente (Xavier et al., 2019) EC07, favorecendo a aprendizagem através da visualidade.

³⁰ Nesta pesquisa, um dos testes utilizados partiu do que os/as autores(as) (Picanço & Cabral Neto, 2017) denominaram de resolução de problemas, que eram recorrentes em avaliações exteriores e nos vestibulares. Contudo, não ficou explícita a relevância desse método avaliativo na educação científica de estudantes surdos ou ouvintes, nem se de fato há um entendimento teórico e prático sobre os aspectos da resolução de problemas para seu uso enquanto metodologia de ensino.

Os espaços não formais de educação científica buscam articular os conhecimentos e contemplar a diversidade da escola básica, logo esses espaços devem ser acessíveis; para isso, possíveis alternativas para promover maior acessibilidade seria a utilização de *Tablets*, monitores com as filmagens das explicações em Libras de todos os materiais expostos, a convocação prévia de Intérpretes de Libras sempre que houver a visitação agendada para pessoas surdas. Ainda nesses espaços, também é desejável que haja palestras, oficinas, bem como, cursos de extensão e formação continuada que proporcionem o conhecimento de cultura surda na formação docente (Gomes et al., 2015) EC05.

A Educação em Astronomia também permite abordagens que resgatem o caráter histórico das Ciências, permitindo apresentar e discutir com os estudantes surdos assuntos como a evolução dos instrumentos astronômicos e seu impacto na vida social, tecnológica e científica, através de problematizações da realidade, da caracterização e de reflexões, promovendo o ensino-aprendizagem (Vivian & Leonel, 2021b) EC08. Porém, a Educação em Astronomia precisa ser melhor estruturada no Brasil; para isso, é necessário fortalecer a preparação de Professores, ampliar os recursos em Libras, desenvolver materiais didáticos mais alinhados com a experiência sensorial dos surdos e repensar aspectos de organização nos ambientes de aula (Xavier et al., 2019) EC13.

De modo geral, a educação científica bilíngue para estudantes surdos exige uma readequação da escola regular, para oferecer estratégias e recursos capazes de viabilizar a inclusão e a interação entre estudantes surdos e ouvintes (Botan & Paulo, 2014; J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021) EC04 e EC11, bem como possibilitar um trabalho colaborativo (J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021). Parte dessa readequação também envolve – além das estratégias e recursos - as práticas, os esforços humanos acionais e atitudinais a serem desempenhados por docentes e Intérprete de Libras.

Quanto à prática docente, é recomendável que os Professores evitem escrever no quadro falando ou explicando simultaneamente de costas e enquanto os estudantes surdos ainda copiam; também não se deve ditar, é importante reconhecer e avaliar a escrita dos estudantes surdos de maneira diferenciada da escrita de ouvintes e, é pertinente posicionar os estudantes surdos em local confortável, oferecendo boa visualização para o Intérprete, Professor e quadro (Darroz et al., 2020) EC14; a dedicação de um tempo exclusivo aos estudantes surdos também contribui para amenizar as dificuldades (Freitas et al., 2021) EF03. Quando há estudantes surdos em sala de aula regular, a presença mais reduzida de estudantes por turma pode flexibilizar a atuação do Professor, colaborando para o processo de ensino-aprendizagem mais direcionado (Borges & Costa, 2010) EC01.

No que tange a atuação do Intérprete de Libras, a realização de atividades extra-classe com os estudantes surdos também permite o engajamento das discussões produzidas inicialmente em aula, uma análise sobre os sinais a serem utilizados e a reorganização das ideias (Darroz et al., 2020) EC14. Muitos Intérpretes também adotam em sua atuação com o estudante surdo a criação de sinais provisórios para conceitos que ainda não estão presentes na Libras (J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021) EC11.

No contexto escolar, assim como o docente, o Intérprete de Libras também é um agente ativo na educação de surdos (Vivian, 2018). Quanto a esse profissional, muitos estudantes surdos reconhecem a presença de Intérpretes de Libras como fundamental na compreensão das aulas de Física e veem esse profissional como a pessoa que auxilia na transmissão dos conceitos apresentados pelos Professores (Freitas et al., 2021) EF03. A participação de um Intérprete é fundamental para estabelecer a comunicação, entre Professor ouvinte, estudantes surdos e estudantes ouvintes; sem esse profissional seria praticamente impossível uma comunicação acessível no contexto educacional (Paiva, 2011) EC09. Semelhantemente, é indispensável à presença do Intérprete de Libras para possibilitar um espaço de ensino-aprendizagem bilíngue, em sala de aula regular (Picanço & Cabral Neto, 2017) EC06.

Então, o Intérprete de Libras no contexto da educação científica deve assumir seu papel de Intérprete e de responsável pela escolha/seleção dos sinais mais apropriados no ato interpretativo (M. Pessanha et al., 2015) EC03. Para isso, os Intérpretes de Libras devem possuir um mínimo de fluência científica para estabelecer uma tradução e interpretação mais fiel possível ao conceito científico (Vivian, 2018), pois uma escolha/seleção de sinais mais consciente na perspectiva científica só será possível se os Intérpretes de Libras possuírem conhecimentos sobre os conteúdos que interpretam (M. Pessanha et al., 2015; Vivian, 2018) EC03.

Assim, como alternativa para possibilitar um entendimento sobre os conceitos científicos, sugere-se que os Intérpretes de Libras adotem como base de estudos os dicionários elaborados especificamente para a sinalização Física e, no caso do Intérprete de Libras para o contexto escolar, uma formação superior em Tradução e Interpretação em Libras que contemple estágios em sala de aula regular, pode ser uma forma de atender as demandas e carências na formação e atuação desses profissionais (M. Pessanha et al., 2015) EC03. Complementarmente, em uma situação ideal, Intérpretes de Libras deveriam atuar conforme sua formação acadêmica e respeitando suas áreas de conhecimentos, para amenizar as

dificuldades de compreensão deste profissional sobre os sinais mais apropriados para cada conceito (Vivian, 2018).

Já os Professores devem possuir noções sobre a Libras e, principalmente, cultura surda (Quadros, 2008a; Strobel, 2016; Vivian, 2018; Vivian & Leonel, 2019, 2020), bem como assumir a função docente de proporcionar metodologias de ensino-aprendizagem que permitam acesso dos estudantes aos conteúdos científicos (W. D. de Oliveira & Benite, 2015a) EC02. Para isso, sugere-se, como alternativa, uma aproximação entre docentes e Intérpretes de Libras, para flexibilizar a troca de conhecimentos entre esses profissionais, bem como permitir um espaço para que haja a manifestação dos estudantes surdos sobre suas dúvidas ou reflexões (M. Pessanha et al., 2015) EC03.

Diferentemente do contexto da escola regular, no contexto da escola de Educação Bilíngue para estudantes surdos a maioria do corpo docente é surda ou ouvinte sinalizante, familiarizada com a Libras e a cultura surda, havendo também um maior engajamento entre docentes e Intérpretes de Libras no trabalho pedagógico visual (Vivian, 2018).

Contudo, tanto no contexto da escola regular quanto no contexto da escola bilíngue a atuação conjunta (W. D. de Oliveira & Benite, 2015a; M. Pessanha et al., 2015; Vivian, 2018) EC02 e EC03 ou trabalho colaborativo (J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021) EC11 – desde o planejamento, durante a implementação das atividades pedagógicas e no processo de avaliação – entre Professores e Intérpretes são caminhos ricos para tornar os docentes mais familiarizados com a Libras e com a cultura surda, assim como aproximar o Intérprete de Libras dos conceitos científicos (J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021; W. D. de Oliveira & Benite, 2015a; M. Pessanha et al., 2015; Vivian, 2018; Vivian & Leonel, 2020) EC11, EC02 e EC03.

A atuação conjunta ou colaborativa permite a antecipação dos conteúdos escolares aos Intérpretes, o diálogo prévio entre docentes e Intérpretes (J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021; M. Pessanha et al., 2015) EC11 e EC03, a disponibilização de um glossário conceitual de Física ao Intérprete (Darroz et al., 2020) EC14, a reflexão e a diferenciação entre conceitos do cotidiano e conceitos científicos por parte do Intérprete (M. Pessanha et al., 2015) EC03. Do mesmo modo, permite que o Professor reconheça os estudantes surdos não apenas como usuários de uma língua diferente, mas como pessoas com características linguísticas, sociais e culturais distintas.

A atuação conjunta ou colaborativa prevê uma parceria entre docente e Intérprete de Libras para o desenvolvimento de uma unidade de ensino que valorize a identidade cultural do surdo (Picanço & Cabral Neto, 2017) EC06 e que atenda aos modos como os estudantes surdos produzem e compreendem os conceitos científicos (M. Pessanha et al., 2015; Vivian,

2018) EC03. Assim, se caracterizando como um método de trabalho pedagógico eficiente para a concretização de um ambiente bilíngue (M. Pessanha et al., 2015) EC03.

Além disso, a relação do estudante surdo não pode estar restrita ao Intérprete de Libras (W. D. de Oliveira & Benite, 2015a) EC02, deve haver uma aproximação entre os estudantes surdos, docentes, Intérpretes de Libras e colegas de classe, para que também haja uma aproximação entre esses estudantes, a Libras, a cultura surda e a linguagem científica. A criança compreende os conceitos de acordo com as relações entre membros da comunidade em que vive (Vygotski, 1991; Vygotsky, 1934); por esse motivo, os estudantes surdos devem estar próximos dos representantes da comunidade científica e da comunidade surda – docentes e Intérpretes.

Positivamente, há Professores que reconhecem seus estudantes surdos como pessoas inteligentes e que se sobressaem na percepção de muitos detalhes em relação aos ouvintes, acreditando que esses estudantes possuem uma experiência sensorial melhor elaborada; sendo fundamental que os surdos devem se autoconhecer e se autovalorizar, para que qualquer sentimento de inferioridade perante ouvintes seja minimizada (Borges & Costa, 2010) EC01. A apropriação da língua materna – da Libras – é o principal caminho para o autoconhecimento, para a valorização e construção da identidade surda.

Contudo, como já foi apresentado na categoria anterior, muitas vezes, é na escola que essas crianças presenciam a Libras pela primeira vez; assim, usar metodologias que articulem diferentes estratégias, recursos, materiais e linguagens contribui para que a apropriação dessa língua aconteça (Dias et al., 2020) EC15, juntamente com a apropriação da linguagem científica. É preciso investir em práticas didáticas multissensoriais que permitam aos estudantes vivenciar os conceitos através de diferentes modos (J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021) EC11, bem como, estratégias mais eficientes na alfabetização de estudantes surdos – que diminuam o abismo existente entre a Língua de Sinais, a língua escrita (Botan & Paulo, 2014) EC04 e a linguagem científica. Além disso, estudantes surdos com maior domínio da Libras conseguem contribuir e auxiliar seus colegas surdos com maiores limitações na aprendizagem (Xavier et al., 2019) EC13.

O envolvimento dos estudantes em diferentes atividades e a transição entre os diferentes modos na participação dessas atividades possibilita aos estudantes surdos a superação de parte das dificuldades e caminhos para a aprendizagem dos conceitos científicos (Picanço & Cabral Neto, 2017) EC06. No decorrer das diferentes propostas e abordagens, é possível notar um clima de cooperação na realização das propostas, assim como, o aumento do nível de autonomia e de interesse por Física de alguns estudantes surdos – mesmo que em

um ritmo mais lento (Paiva, 2011) EC09. Portanto, deve-se proporcionar aos estudantes surdos possibilidades para desenvolver a autonomia, a participação e a interação (Xavier et al., 2019) EC13. Envolver os estudantes surdos em atividades variadas pode permitir que esses estudantes assumam um papel de protagonismo da cultura surda e o envolvimento com os conceitos científicos.

Neste sentido, é necessário fazer dos espaços educacionais ambientes de vivências sociais, multimodais e sensoriais que favorecem o entendimento dos estudantes sobre os conhecimentos científicos (Gomes et al., 2015; Kress, 2010; Kress, Jewitt, et al., 2001) EC05 tanto por estudantes surdos, quanto por estudantes ouvintes; organizando uma proposta didático-pedagógica que proporcione metodologias de ensino baseadas na exploração sensorial – principalmente partindo da visão no caso de estudantes surdos (Xavier et al., 2019) EC13. A cultura surda estabelece que as pessoas surdas percebem o mundo ao seu entorno através das experiências corporais e visuais (Strobel; 2016); mas essas experiências são pouco exploradas pelas pessoas ouvintes, embora sejam potencialmente úteis no processo de ensino-aprendizagem científico – tanto para surdos, quanto para ouvintes.

Os problemas enfrentados pela maioria dos sujeitos com deficiência não são oriundos de fatores exclusivamente orgânicos ou biológicos, mas principalmente sociais (Vygotski, 1983). Então é preciso construir elos entre surdez, língua, linguagem, ensino de Ciências, inclusão, acessibilidade, direito linguístico, política linguística, planejamento, adaptações metodológicas, avaliações, justiça social, entre outras, pois está se falando de Educação (Dias et al., 2020). Então, às ações humanas sociais e educacionais devem se somar os esforços na difusão da Libras em toda a escola, o envolvimento da gestão com os princípios e políticas de inclusão, as parcerias com as universidades e um aprofundamento nas discussões acerca da formação desses profissionais – docentes e Intérpretes – para os contextos escolares (J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021) EC11.

2.4 Um breve desfecho

A educação científica para surdos acontece em dois contextos formais de ensino, um é na escola regular inclusiva e o outro é na escola de Educação Bilíngue. Na sala de aula regular, o estudante surdo é exposto a diferentes sujeitos e situações, que são os docentes ouvintes, Intérpretes de Libras, língua escrita, língua oral e colegas ouvintes; onde, muitas vezes, o processo de ensino-aprendizagem científico é prejudicado. Já na sala de aula bilíngue, na maioria dos casos, docentes e colegas são surdos e/ou sinalizantes, possibilitando

que os estudantes surdos acompanhem com mais facilidade as discussões. Por último, há também o contexto não formal de educação de surdos, que é reservado aos centros ou museus de Ciências, Tecnologias e Astronomia.

Entretanto, as maiores problemáticas se encontram no contexto da escola regular e, com isso, há um número maior de pesquisas que abordam sobre esse contexto. Isto destaca a importância do papel desempenhado pelas escolas de Educação Bilíngue para estudantes surdos, onde há maiores investimento em práticas bilíngues e visuais, viabilizando com mais sucesso o acesso desses estudantes ao conhecimento científico. Vale ressaltar, que a linguagem científica é de mesma complexidade - tanto na escola regular, quanto na escola bilíngue – mas o que muda nesses contextos são os modos como o processo de ensino-aprendizagem flui, sendo o contexto de Educação Bilíngue para estudantes surdos o mais próximo das vivências linguísticas e culturais desses estudantes.

No contexto da escola regular, a maioria das problemáticas está relacionada com questões linguísticas, de comunicação e de acessibilidade. Em geral, há carência de uma estrutura adequada e de garantia de uma formação para preparar docentes e Intérpretes para atender as demandas da educação científica para surdos. Com isso, docentes desconhecem a Libras e cultura surda, não se aproximam dos estudantes surdos e planejam suas aulas considerando metodologias baseadas na modalidade oral e com foco nos estudantes ouvintes; delegando a função do ensino-aprendizagem ao Intérprete de Libras. Por parte dos Intérpretes de Libras há um desconhecimento sobre as terminologias científicas e sinais mais apropriados.

Desta maneira, há uma confusão entre os papéis docente e do Intérprete em sala de aula, evidenciando também a falta de uma atuação conjunta e colaborativa entre os pares. Contudo, não são os docentes e/ou os Intérpretes os únicos responsáveis pelos insucessos no ensino-aprendizagem científico para surdos, faltam investimentos em políticas públicas que fomentem o contexto educacional.

Quanto ao estudante surdo, muitos desconhecem a Libras e a língua escrita ou oral, apresentando também dificuldades com a linguagem Matemática, a falta de apreciação pelo estudo de Física e poucos conhecimentos prévios. Além disso, estudantes ficam confusos sobre as funções do docente e do Intérprete, restringindo o contato em sala de aula a esse profissional. Ainda do ponto de vista dos estudantes surdos, a falta de sinais para os conceitos científicos também dificulta substancialmente o acesso a linguagem científica.

Neste caminho surgem alguns questionamentos. É possível considerar então que são as pessoas surdas que possuem dificuldades linguísticas, falta de noções prévias ou pouco

entendimento sobre as coisas? Ou é o meio social que as pessoas surdas convivem que não favorece seu desenvolvimento e não proporciona possibilidades para tal? Com isso, é substancial reconhecer que as dificuldades de qualquer nível não são pertencentes às pessoas surdas pelo fato de serem surdas. A maioria das problemáticas e dificuldades enfrentadas por esses sujeitos não estão contidas no sujeito, mas é gerada no contexto em que vivem – seja o familiar ou o escolar – que não dispõem dos recursos linguísticos e culturais para o desenvolvimento satisfatório da pessoa surda.

Contudo, no contexto escolar, muitas pesquisas vêm apontando metodologias, estratégias, recursos e práticas mais eficientes na solução dessas problemáticas, embora nem todas as pesquisas envolvessem estudos empíricos. Em síntese, tanto docentes quanto Intérpretes de Libras têm recorrido na tentativa ou no uso de estratégias e recursos didático-pedagógicos visuais e bilíngues, considerando modos variados de promover o ensino-aprendizagem científico. Esses modos são os linguísticos, como uso de Libras, da escrita, datilologias, desenhos, entre outros; tecnológicos, como uso de vídeos, fotos, imagens, computador, *softwares*; e materiais instrumentais/concretos, como experimentação e produção de jogos e maquetes pelos próprios estudantes.

Aliada sobre essas estratégias e recursos, deve haver uma prática docente que permita a transição entre os diferentes modos de comunicação, através de ambientes multimodais, que promovam experiências sensoriais, corporais e visuais, estimulando a interação, a linguagem, a autonomia e o protagonismo surdo. Essas estratégias e recursos devem possibilitar a circulação da linguagem científica nas vivências diárias desses estudantes surdos em sala de aula; assim como acontece para a maioria dos estudantes ouvintes.

Somado a isso, devem ser incorporadas às práticas didático-pedagógicas às estratégias acionais/atitudinais, em que Professores devem assumir a função docente de elaborar e escolher as melhores metodologias e recursos para atender seus estudantes surdos. Já os Intérpretes de Libras devem assumir a função de traduzir e interpretar, para isso, devem possuir noções sobre os conceitos científicos. Neste sentido, a atuação conjunta e colaborativa entre docentes e Intérpretes de Libras, desde o planejamento, durante o desenvolvimento da proposta-didática e processo de avaliação é fundamental; devendo haver também a intensificação na formação continuada desses profissionais na perspectiva do contexto educacional escolar.

Este é o panorama geral sobre os aspectos que perpassam a Educação em Ciências, o Ensino de Física e a Educação em Astronomia na educação científica bilíngue e visual para estudantes surdos. Em suma, uma educação científica bilíngue e visual requer a constituição

de um ambiente multimodal, considerando as práticas didático-pedagógicas e os fatores corporais e sensoriais durante todo o processo de ensino-aprendizagem, com atividades que exijam interação e comunicação entre os pares e a compreensão do conhecimento científico, bem como a transição entre os modos e os sentidos humanos. Então, para que o conhecimento científico seja possível e acessível aos estudantes surdos, todos e todas necessitam estar comprometidos com a Libras, a cultura surda, a linguagem científica e, principalmente, com a inclusão social, educacional e científica.

3 Aproximações entre a Perspectiva Sociocultural e a Abordagem Semiótica Social Multimodal

A partir das noções apresentadas acerca da educação científica e bilíngue, esta pesquisa assume como fundamentação teórico-metodológica uma articulação entre a perspectiva sociocultural e a semiótica social da multimodalidade, com a finalidade de propor um olhar sob a ótica teórica e prática destes pressupostos na educação científica bilíngue para pessoas surdas e ouvintes no contexto escolar inclusivo.

Neste capítulo serão apresentados os conceitos centrais da perspectiva sociocultural e da multimodalidade, bem como suas relações, destacando pontos de divergências e convergências conceituais e como os conceitos contribuem para um melhor entendimento sobre a educação científica bilíngue e sobre o processo de aprendizagem. Com isso, primeiramente, são explorados os conceitos fundamentais da perspectiva sociocultural, posteriormente, da abordagem semiótica multimodal.

Na sequência, é apresentado um diálogo entre esses dois campos teóricos, considerando alguns pontos de referência com a educação científica bilíngue para surdos e ouvintes. Por fim, exploramos didaticamente uma triangulação teórico-metodológica e delineamos os encaminhamentos metodológicos desta pesquisa.

3.1 Perspectiva Sociocultural e contribuições para uma Educação Científica Bilíngue

O percurso teórico adotado sobre a perspectiva sociocultural desta pesquisa segue os caminhos conceituais propostos por Vygotsky (Vigotsky, 1931; Vygotski, 1991; Vygotsky, 1934, 1978; Wertsch, 1979), a partir da releitura e aprofundamentos realizados por Wertsch (Wertsch, 1985, 1991, 1998; Wertsch & Tulviste, 1992), que expandiu os estudos socioculturais ao considerar o conceito de ação mediada como a unidade de análise da pesquisa sociocultural (Wertsch, 2007).

O conceito vygotskyano propõe que toda a ação humana é mediada por meio de ferramentas culturais, empregadas na resolução de problemas e na comunicação, através de meios mediacionais, como no desenvolvimento e uso da linguagem (Vygotsky, 1934; Wertsch, 1991, 1998, 2007). O arcabouço teórico da perspectiva sociocultural está fortemente fundamentado no papel da interação entre as pessoas e da ação mediada entre as pessoas o contexto cultural, histórico e institucional (Wertsch, 1991); desta forma, impactando

diretamente todo o desenvolvimento e aprendizagem humana, bem como destacando a importância das interações sociais, da linguagem e das práticas culturais na formação do pensamento (Vygotski, 1991), pois a mente humana não opera isoladamente, ela depende da interação com os outros, do contexto sociocultural e das ferramentas culturais mediacionais (Wertsch, 1998).

O conceito de ação mediada está intimamente relacionado às ferramentas culturais e na maneira que as ferramentas culturais influenciam, moldam e/ou orientam o pensamento, o comportamento humano, a forma como os seres humanos percebem, interpretam e interagem na sociedade, principalmente através da linguagem; essas ferramentas podem ser instrumentos (ferramentas técnicas) e signos ou sistemas de signos (ferramentas psicológicas) (Wertsch, 1991, 1998, 2007) e são indispensáveis na ação mediada e na interação humana (Wertsch, 1998).

Então, as ferramentas culturais ou os meios mediacionais possibilitam a interação social, que é uma forma de ação mediada, com função de transformar as interações sociais em funções psicológicas superiores (Vygotsky, 1934), pois os processos psicológicos individuais e os processos psicológicos interpessoais (sociais) envolvem mediação. A ação mediada tende a explicar o motivo pelos quais os artefatos culturais são utilizados pelos indivíduos na realização de tarefas e na resolução de problemas para alcançar objetivos específicos, como aprender, transformando as relações com o ambiente e ampliando as capacidades psicológicas e fisiológicas³¹.

Assim, as ferramentas culturais de ação mediada desempenham um importante papel no desenvolvimento humano e no processo de aprendizagem. As ferramentas psicológicas compreendem aos sistemas de signos, os significados e os símbolos, como a linguagem e outras possíveis formas de representação culturalmente e socialmente construídas; já as ferramentas técnicas abrangem os artefatos materiais utilizados na realização de tarefas práticas com objetos manuais, concretos, técnicos e/ou digitais (Wertsch, 1991, 1998, 2007). As ferramentas psicológicas medeiam à interação entre os indivíduos, por meio da linguagem; já as ferramentas técnicas viabilizam as experiências entre os indivíduos e o ambiente na realização de atividades que poderiam ser impossíveis com os recursos naturalmente

³¹ Para contextualizar: aprender uma nova língua, uma nova cultura e/ou uma nova área de conhecimento amplia nossas capacidades psicológicas; já, o desenvolvimento de instrumentos materiais ou tecnológicos, como tradutores online, calculadoras, computadores e as tecnologias assistivas, como a cadeira de rodas, próteses, leitores de tela, entre outros, ampliam nossas capacidades fisiológicas.

existentes; logo, as ferramentas culturais têm o objetivo de facilitar e/ou promover a ação humana e o desenvolvimento de habilidades mais sofisticadas.

Neste caminho, os conceitos de signo e linguagem e aprendizagem possuem origem nas ferramentas culturais e possibilitam a ação humana. Os signos não são meros elementos de comunicação, pois compreendem um conjunto de elementos culturalmente construídos e reconhecidos, carregados de representações e significados compartilhados dentro de uma determinada cultura e entre os membros de uma comunidade. Os signos são estímulos artificiais autogerados, que se tornam a causa imediata do comportamento (Vygotski, 1991; Wertsch, 1991, 2007) e “o uso de signos conduz os seres humanos a uma estrutura específica de comportamento que se destaca no desenvolvimento biológico e cria novas formas de processos psicológicos enraizados na cultura” (Vygotski, 1991, p. 28).

Com isso, os signos têm o potencial de moldar a forma como os seres humanos percebem, interpretam e interagem com o ambiente, interferindo no desenvolvimento das habilidades humanas e, conseqüentemente, no processo de aprendizagem (Vygotski, Luria, & Leontiev, 2010). Em termos gerais, os signos podem ser palavras, gestos, símbolos e até mesmos objetos, capazes de possibilitar aos indivíduos a operação e a representação de conceitos, de ideias abstratas, expressando e compartilhando os pensamentos.

Já a linguagem é formada por sistemas articulados de signos e se constitui a principal ferramenta psicológica de ação mediada para influenciar o próprio comportamento e o comportamento de outros, através das interações sociais, enquanto que as ferramentas técnicas são meios auxiliares para modificar a natureza (Vygotsky, 1934; Wertsch, 1991, 1998, 2007). Neste sentido, a linguagem é essencial na interação entre as pessoas, funcionando como principal meio mediacional, de abstração, comunicação e organização do pensamento (Vygotsky, 1934; Wertsch, 1998, 2007). Então, a linguagem é uma forma de mediação e possibilita a interação social (Vygotski, 1991; Vygotsky, 1934; Wertsch, 2007), que são dois fenômenos socioculturais necessários para a sofisticação do pensamento, formação de processos psicológicos superiores e, conseqüentemente, para a internalização (Vygotsky, 1931; Vygotski, 1991; Vygotsky, 1978) ou para a aprendizagem (Vygotski et al., 2010).

A internalização é a reconstrução interna de uma operação externa (Vygotski, 1991), através do uso de ferramentas culturais do plano social para o plano individual. Então, as funções mentais superiores – que envolvem mediação – surgem, primeiramente, no plano social ou interpsicológico e, mais tarde, passa a compor o plano individual ou intrapsicológico (Vygotsky, 1931), quando as operações externas são realizadas coletivamente e se tornam parte do repertório de operações internas do indivíduo (Vygotsky, 1931; Vygotski, 1991).

Durante o processo de internalização os signos são incorporados pelos indivíduos e transformados em elementos mais complexos, que passam a ser essenciais nas suas práticas sociais, bem como aprimoram as habilidades de memória, atenção, pensamento e linguagem (Vigotsky, 1931; Vygotski, 1991; Vygotsky, 1978; Wertsch, 1979). A internalização permite mecanismos psicológicos e técnicos mais sofisticados e automatizados de pensar, agir, fazer e criar em sociedade, ampliando as capacidades humanas.

Portanto, é por meio da internalização que os indivíduos aprendem (Vygotski et al., 2010), através na transformação das ferramentas psicológicas e técnicas em artefatos indispensáveis para o seu repertório cultural, social e individual. A internalização é o conceito central na Lei genética geral do desenvolvimento cultural (Vygotski, 1991) e estabelece que as formas superiores das funções psicológicas são as relações sociais internalizadas (Pereira & Lima Junior, 2014). Assim, as mudanças de ordem social levam à mudanças na organização do funcionamento psicológico individual (Pereira & Lima Junior, 2014). Com isso, os conceitos de ação mediada, ferramentas psicológicas e internalização estão intrinsecamente relacionados enquanto fenômenos socioculturais que sustentam a natureza da aprendizagem humana. Na perspectiva sociocultural, a aprendizagem pode ser entendida como um processo culturalmente situado, que tem origem em interações sociais mediadas.

Entretanto, o conceito de internalização não deve ser entendido como um processo situado apenas no plano interno/mental, enquanto sofisticação do sistema neural, mas sim em termos de domínio e apropriação de ferramentas culturais (Wertsch, 1998, 2002). O termo internalização sugere, como supracitado, aqueles processos que antes eram realizados em um plano externo e passam a ser executados em algum tipo de plano interno, psicológico. Porém, muitas formas de ação mediada são realizadas externamente com o uso de ferramentas técnicas (Wertsch, 1991, 1998), mas isso não significa que não haja também mudanças nas funções psicológicas do indivíduo; a questão é como as mudanças nas funções psicológicas geram mudanças e influenciam a ação humana (Wertsch, 1993, 1998).

Neste sentido, pretendesse evitar o uso do conceito de internalização para não recair no dualismo entre interno e externo (Wertsch, 1993), preferindo substituir internalização pela diferenciação entre o processo de domínio e apropriação, pois fornecem uma perspectiva mais abrangente para explicar as formas de ação mediada (Wertsch, 1998) e o processo de aprendizagem. Além disso, esses processos não implicam na transferência de uma atividade externa para um plano interno preexistente, pois é o processo no qual esse plano interno é constituído (Leontiev, 1979). O domínio e a apropriação são fenômenos distintos, mas estão fortemente relacionados na explicação de como os indivíduos desenvolvem uma relação mais

profunda com as ferramentas culturais. O domínio implica em um avanço psicológico de competências, habilidades, capacidades e proficiência em uma área específica de conhecimento ou prática para um nível mais elevado de compreensão e execução de atividades particulares; já a apropriação requer que os indivíduos incorporem e assumam, para suas próprias necessidades, de forma ativa e funcional as ferramentas, os artefatos culturais e as práticas sociais (Wertsch, 1998, 2002), adaptando, transformando e adotando esses artefatos culturais como partes constituintes de sua identidade.

Então, dominar envolve compreender como usar novas ferramentas culturais; enquanto que se apropriar envolve aceitar, adotar, se identificar, tornar uma ferramenta cultural própria ou criar um meio mediacional próprio seguindo as próprias intenções constituídas nas experiências sociais (Wertsch, 1998). Sinteticamente, o domínio implica em saber como usar as ferramentas culturais e a apropriação em uma motivação para usá-las ou criá-las (Wertsch, 2002). O domínio é um processo em que o indivíduo, agindo sozinho ou em colaboração com outros, se desenvolve através do emprego ativo de ferramentas culturais e o uso dessas ferramentas (estratégias ou gêneros de discurso) gera estímulos ou desafios que incentivam o indivíduo a buscar ou construir níveis cada vez mais elevados de ação, configurando um processo de apropriação (Wertsch, 1993).

Neste sentido, o domínio pode servir como uma base para a apropriação; além disso, os dois fenômenos podem ocorrer simultaneamente ou em momentos distintos, mas um processo não é requisito para que o outro aconteça (Wertsch, 1998, 2002); o domínio não garante a apropriação (Wertsch, 2002).

É possível que uma pessoa domine uma determinada ferramenta e se aproprie dela, através da identificação ou não se aproprie dela, gerando resistência (Wertsch, 1998, 2002). Em alguns casos, domínio e apropriação estão correlacionados em níveis altos ou baixos, mas em outros o uso de ferramentas culturais é caracterizado por um alto nível de domínio e um baixo nível de apropriação; já os níveis mais altos de domínio estão positivamente correlacionados com a apropriação (Wertsch, 1998).

Além disso, para o indivíduo atingir níveis mais elevados de domínio e a apropriação pode ser necessário um tempo considerável de escolarização, principalmente para a etapa de apropriação, que tende a ser mais complexa na formação de identidade. Por este motivo, a apropriação de ferramentas culturais pode envolver muita resistência por parte dos indivíduos. Então, o domínio e a apropriação dizem mais sobre processos que ocorrem à medida que os indivíduos se envolvem de maneira progressiva na sofisticação de técnicas, estratégias e

abstrações, bem como quando os indivíduos adotam uma postura autêntica para pensar a sua cultura e reproduzir suas narrativas (Wertsch, 1998, 2002).

Portanto, é mais coerente associar domínio e apropriação com processos de aprendizagem, do que com o conceito de internalização. A aprendizagem não é uma aquisição ou concessão, mas envolve uma série de transformações psicológicas, técnicas e comportamentais complexas que ocorrem ao longo do desenvolvimento humano. Do ponto de vista pedagógico e de acordo com o método genético histórico, “a aprendizagem escolar nunca parte do zero, toda a aprendizagem da criança na escola tem uma pré-história” (Vigotski et al., 2010, p. 109). Assim, o processo de aprendizagem não é uma substituição das velhas concepções, que o indivíduo já possui antes do processo de ensino, pelos novos conceitos científicos, mas uma negociação de significados em um espaço comunicativo – no qual há o encontro entre diferentes perspectivas culturais, sob um processo de crescimento mútuo (Mortimer & Scott, 2002).

Em síntese, as ferramentas culturais são moldadas pelo contexto social, cultural e histórico e, por sua vez, moldam nossa ação mediada (Wertsch, 1993, 1998). Domínio e apropriação são processos de transformações que geram mudanças no funcionamento mental e comportamental (Mortimer & Scott, 2003; Wertsch, 1993, 1998, 2002) e descrevem como os indivíduos operam com as ferramentas culturais/meios mediacionais (Wertsch, 1991, 1993, 1998). Portanto, na perspectiva sociocultural, a aprendizagem pode ser descrita como um processo de transformação e modelagem.

Neste caminho, a perspectiva sociocultural dispõe de conceitos fundamentais para a compreensão do processo de aprendizagem, bem como uma estrutura conceitual sólida para orientar práticas educacionais que versam diferentes intersecções culturais. Na perspectiva sociocultural, a aprendizagem tem origem em interações sociais mediadas, principalmente, através da fala, pois são as interações discursivas que constituem a produção de significados (Mortimer & Scott, 2002, 2003; Vigotski et al., 2010). Contudo, Vygotsky analisava em seus laboratórios de psicologia, não apenas a fala, mas os gestos e os olhares (atenção voluntária) das crianças durante processos de aprendizagem (Vygotski, 1991; Vygotsky, 1934; Wertsch, 1991, 1998).

Por esses motivos, a perspectiva sociocultural permite estabelecer um olhar mais enriquecedor para esta pesquisa, que perpassa um contexto cultural e linguístico diversificado e indispensável para a promoção de uma educação científica e bilíngue para pessoas surdas e ouvintes. Assim, a perspectiva sociocultural fornece o suporte teórico necessário para sustentar as noções sobre cultura e comunidade surda, internalização e aprendizagem.

Contudo, a perspectiva sociocultural centraliza seus estudos na compreensão dos signos para estabelecer a mediação e na interação social, podendo não ser suficiente para abordar como esses signos se comportam nos diferentes modos comunicativos que atravessam a Língua de Sinais e a língua oral em um contexto bilíngue. Um contexto bilíngue envolve duas culturas e duas línguas distintas e independentes, logo, os modos de pensar, de falar e de interpretar os signos são diferentes e merecem a atenção e contribuição dos estudos linguísticos para compor um raciocínio mais contundente e explicativo. Com isso, os estudos linguísticos podem ser mais potentes e complementares aos estudos socioculturais sobre a surdez no entendimento semiótico das interações sociais entre surdos e ouvintes.

3.2 Abordagem Semiótica Multimodal e suas relações com a Perspectiva Sociocultural: possibilidades para uma Educação Científica Bilíngue

A abordagem multimodal é uma área da linguística que permite enfatizar o papel da comunicação na produção de significados e pode ser potencialmente articulada na investigação dos significados produzidos em um ambiente de aprendizagem bilíngue. Além disso, a abordagem multimodal parte da crítica de que a maioria das pesquisas em educação propõe o processo de aprendizagem como uma conquista puramente linguística (Kress, Jewitt, et al., 2001), pois o modo linguístico tende a ser modo dominante de comunicação (Jewitt, Kress, Ogborn, & Tsatsarelis, 2000; Kress, Jewitt, et al., 2001; Kress & Leeuwen, 2001). Porém, ensinar e aprender são mais do que realizações linguísticas (Jewitt et al., 2000).

Em um ambiente multimodal, tanto a produção de significados, quanto o processo de aprendizagem não reside somente na língua, mas nas interações entre os diferentes recursos semióticos, trabalhando conjuntamente durante a comunicação (Bezemer & Kress, 2015; Jewitt et al., 2000; Kress, Jewitt, et al., 2001). No contexto educacional, os acontecimentos em sala de aula se tornam um evento multilíngue e multimodal, no qual coexistem a fala, os gestos, os sinais, as expressões e outros modos de linguagem (J. M. Fernandes et al., 2020; Poveda, Pulido, Morgade, Messina, & Hédlová, 2008).

Quanto aos conceitos de comunicação e de linguagem, na semiótica social multimodal, ambos não possuem uma definição unitária. Comunicar envolve um processo complexo de negociação de significados situados em um contexto cultural, histórico e social específico; enquanto a linguagem correspondendo aos diferentes recursos semióticos que se formam durante a organização de um complexo sistema de representações para compor a comunicação (Kress, 2010). Com isso, a linguagem pode ser verbal, simbólica, corporal, visual,

instrumental, acional, entre outras formas que se articulam para comunicar e produzir significados.

Assim, um dos principais conceitos que a multimodalidade sustenta é o conceito de semiótica social, pois na abordagem multimodal, a comunicação é influenciada pelos padrões sociais e práticas culturais de uma comunidade. A abordagem semiótica social multimodal engloba uma série de estudos em linguística aplicada, comunicação visual, design educacional e análise de mídia digitais – para além dos estudos linguísticos mais tradicionais – disponibilizando argumentos e instrumentos úteis na investigação dos elementos da comunicação, signo e linguagem, enquanto produtos de um contexto cultural, social e histórico (Kress, Jewitt, et al., 2001).

A semiótica, dentro da perspectiva sociocultural, é compreendida como o estudo dos signos empregados, criados, compartilhados e interpretados durante as comunicações humanas de um contexto sociocultural e entre os membros de uma comunidade específica. Nos estudos socioculturais, a semiótica enfatiza estudar o signo e sua influência a partir do seu contexto cultural, social e histórico; já na linguística o mais importante são as estruturas da linguagem, com ênfase na ordem etimológica e nos modos de comunicação. Contudo, a linguagem também carrega importante papel na mediação e nas interações humanas.

Neste caminho, a abordagem semiótica social multimodal e a perspectiva sociocultural reconhecem as relações, a importância e o papel dos signos e da linguagem na produção de significados e no processo de aprendizagem e, por esta razão, podem oferecer diálogos interdisciplinares na análise sobre o processo de aprendizagem científico e bilíngue em uma comunidade surda.

Na abordagem semiótica social multimodal o conceito de signo (Kress, 2010; Kress, Jewitt, et al., 2001) se assemelha às definições propostas nos estudos linguísticos mais tradicionais. Nestes estudos, o signo é uma união entre significado e significante, o significado é o sentido ou o conceito – enquanto representação mental de um objeto ou da realidade social – que reside no plano das ideias; já o significante é a imagem acústica, não de modo físico, mas enquanto impressão psíquica do som e reside no plano da expressão (Saussure, 2006).

Portanto, signo consiste na unidade básica do significado e é uma forma escolhida para portar um significado (Bezemer & Kress, 2015; Kress, 2010; Kress, Jewitt, et al., 2001). Os signos são modelados pelas tradições culturais, sociais e históricas, bem como são motivados pelos interesses dos indivíduos, conforme a percepção social sobre o mundo (Bezemer & Kress, 2015; Kress, 2010; Kress, Jewitt, et al., 2001). Com isso, os signos não são elementos

isolados, mas compõem uma parte de um sistema dinâmico mais amplo e complexo de comunicação baseados no contexto cultural, social e histórico em que são produzidos, interpretados, moldados e influenciados. Portanto, na linguística tradicional o conceito de signo tem maior ênfase no modo de comunicação linguístico, já nos estudos em linguística contemporânea, os multimodos de comunicação importam, principalmente, os recursos semióticos visuais (Bezemer & Kress, 2015; Kress & Leeuwen, 2001, 2006).

Assim, durante a comunicação há um processo de seleção e mudança entre os diferentes recursos semióticos, que é realizado a partir da articulação, escolha e/ou seleção pelos atores sociais; essas seleções e mudanças se caracterizam pelas funções retóricas (Bezemer & Kress, 2015; Jewitt et al., 2000; Kress, 2010; Kress, Jewitt, et al., 2001). As funções retóricas são percebidas como um produto de decisões sociais, intrínsecas à comunicação (Kress, 2010), bem como são sistemas semióticos instáveis e em transformação dos seus meios e modos de comunicar (Bezemer & Kress, 2015; Jewitt et al., 2000; Kress, 2010; Kress, Jewitt, et al., 2001). No processo de aprendizagem, os recursos semióticos escolhidos têm o papel de modelar os significados, através das funções retóricas (Kress, Jewitt, et al., 2001).

Os recursos semióticos correspondem aos diferentes meios e modos de comunicação e estão carregados de valor cultural e histórico, pois são moldados ao longo do tempo e pelo contexto cultural, constituindo uma semiose humana (Kress, 2010; Kress, Jewitt, et al., 2001). Os meios e modos de comunicação se desenvolvem ou mudam em resposta às necessidades comunicativas da sociedade (Bezemer & Kress, 2015; Jewitt et al., 2000; Kress, 2005, 2010; Kress, Jewitt, et al., 2001). Assim, os recursos semióticos são elementos culturais de modelagem do conhecimento (Jewitt et al., 2000; Kress, 2010; Kress, Jewitt, et al., 2001) e, assim como os signos e os recursos semióticos, a linguagem e a comunicação também são ferramentas culturais e meios mediacionais utilizadas para pensar (Mortimer & Scott, 2003).

A modelagem dos significados ocorre durante a comunicação, conforme os diferentes meios e modos se articulam entre si, conduzindo a criação de signos através de diferentes possibilidades (Bezemer & Kress, 2015; Jewitt et al., 2000; Kress, Jewitt, et al., 2001). A modelagem é uma forma textual de ferramenta analítica (Kress, 2010; Kress, Jewitt, et al., 2001). Além disso, cada recurso semiótico de comunicação pode exigir trabalhos cognitivos diferentes e ter consequências distintas na criação de signos e na modelagem do conhecimento para cada indivíduo ou leitor (Kress, 2010). Assim, os diferentes modos oferecem diferentes potenciais ou restrições e suas especialidades funcionais exigem públicos diferentes, pois os signos criados pelos diferentes recursos semióticos nem sempre são igualmente acessíveis ou compreendidos pelos leitores (Kress, 2010; Kress, Jewitt, et al., 2001).

Os recursos semióticos são os diferentes modos linguísticos de comunicação, esses modos podem ser visuais, auditivos, acionais, digitais, entre outros, que possuem importância equivalente na criação de signos (Kress, 2010), sendo o papel principal da abordagem multimodal evidenciar o significado conjunto produzido por esses recursos semióticos (Jewitt et al., 2000; Kress, 2010; Kress, Jewitt, et al., 2001). Já os meios de comunicação podem ser os canais materiais fisiológicos de leitura dos diferentes modos como os ouvidos, os olhos, as mãos, o corpo em si; e/ou os canais materiais tecnológicos como o computador, o celular e a própria sala de aula (Kress, 2005, 2010; Kress, Jewitt, et al., 2001).

O modo linguístico é constituído pela língua escrita e falada – seja ela verbalizada de modo oral ou sinalizada. Esse modo é o resultado da modelagem de uma cultura por meio de um material, o som ou a luz (Kress, 2010; Kress, Jewitt, et al., 2001). Nas línguas orais o meio material é o som, enquanto nas línguas sinalizadas e gráficas³² – língua escrita – o meio material é a luz.

No caso da cultura surda, um dos modos linguísticos predominantemente utilizado é Língua de Sinais. Consequentemente, o processo de aprendizagem de estudantes surdos exige a fluência de signos visuais; logo, o modo linguístico deve ser o recurso de comunicação dominante (J. M. Fernandes et al., 2020); seja pelo uso de estratégias, recursos imagéticos ou da Língua de Sinais. A Língua de Sinais é uma língua visual, articulada através das mãos, bem como das expressões faciais e corporais, sendo constituída por elementos semânticos e gramaticais igualmente complexos aos elementos das línguas orais (Quadros, 2008a, 2008b; Quadros & Karnopp, 2004; Quadros & Perlin, 2007; Quadros et al., 2009; Skliar, 1998b).

Assim, a Língua de Sinais é um modo linguístico visual e acional. Ela é visual porque o meio de percepção são os olhos³³ e a materialização acontece através da luz; ao contrário da fala oral, que é percebida pelo canal auditivo e materializada pelo som. Do mesmo modo, é uma língua acional, pois sua articulação acontece através dos movimentos corpóreos do ator. Então, na cultura surda o processo de verbalização acontece através do entrelaçamento entre os modos linguísticos, visuais e acionais³⁴, simultaneamente. Por isso, nesta pesquisa, denominou-se a Língua de Sinais de visual-acional e a língua oral de auditivo-oral.

Já o modo visual pode proporcionar um recurso para imaginação, como uma visualização mental do objeto conceitual abordado. Na educação científica, as imagens se

³² No caso de pessoas cegas ou surdo-cegas, a língua escrita é interpretada através do tato.

³³ No caso de pessoas surdo-cegas a língua de sinais pode ser percebida pelo tato, pois maior parte da comunicação é tátil.

³⁴ Salientamos que na língua de sinais o modo acional - através dos movimentos corporais, faciais e manuais - não tem o sentido de gestos intencionais ou emocionais, não devendo ser confundido com o mesmo.

baseiam em códigos científicos de representação, são abstrações visuais dos conceitos (Kress, Jewitt, et al., 2001). Contudo, o modo visual geralmente é percebido com pouca credibilidade conceitual, mas, ultimamente, tem ganhado um enfoque de igualdade ao modo escrito, pois os estudantes precisam aprender a ler e interpretar o visual (Kress, 2010; Kress, Jewitt, et al., 2001). O visual exige um compromisso que o verbal não necessita, pois as representações bidimensionais e tridimensionais abrem diferentes possibilidades. Com base na cultura surda, a visualidade é fundamental (Quadros, 2008a; Skliar, 1998a; Strobel, 2016).

Quanto ao modo acional, a ação é um recurso semiótico que pode acontecer através dos gestos, movimentos corporais ou manuais e das expressões faciais. Estas ações estão associadas às mensagens verbais como, por exemplo, as emoções pessoais, pois a ação é um comportamento baseado em um significado de um determinado contexto social (Kress, Jewitt, et al., 2001). Assim, a ação pode ser o material do significado e a fala pode fornecer a descrição verbal sobre aspectos envolvidos na ação (Kress, 2010; Kress, Jewitt, et al., 2001). No âmbito social a ação é um modo que comunica um significado, bem como molda as formas de interação humana.

Então, a etimologia da terminologia multimodalidade diz respeito à articulação, escolha e/ou seleção dos múltiplos recursos semióticos para transmitir e interpretar os significados produzidos durante as comunicações estabelecidas em um contexto sociocultural específico. Na abordagem multimodal essa articulação, escolha e/ou seleção dos recursos semióticos envolve um *design* multimodal, que é a associação consciente ou inconsciente dos diferentes modos para organizar e sofisticar os significados, provocando maior eficiência comunicativa, objetivo e alcance de reações e de respostas entre o locutor e interlocutor (Bezemer & Kress, 2015; Kress, 2010).

A comunicação também envolve uma gramática multimodal que se detém aos padrões e convenções que governam como os diferentes modos se articulam, se organizam e/ou variam de acordo com as práticas comunicativas de uma comunidade. A gramática multimodal diz respeito aos elementos que já são esperados pelos locutores e interlocutores dentro de uma comunicação, pois ela é aprendida de forma implícita e natural pelos membros de uma comunidade específica (Bezemer & Kress, 2015; Kress, 2010). Além disso, a gramática multimodal também está implicada em produzir significados com maior eficiência comunicativa. Por último, a abordagem multimodal também envolve a leitura multimodal, que consiste no processo de interpretação e compreensão das comunicações a partir de uma decodificação de signos isolados e/ou em interação durante a composição das narrativas nos

conjuntos de recursos semióticos articulados (Bezemer & Kress, 2015; Kress, 2010; Kress, Jewitt, et al., 2001).

Então, enquanto o *design* multimodal se concentra no processo realizado durante combinações, escolhas e/ou seleções entre os modos, a gramática multimodal explica o motivo de adotarmos modos específicos de comunicação com base nas práticas culturais do contexto e da comunidade em que a comunicação se constitui. Já a leitura multimodal se preocupa em analisar o processo de interpretação dos signos, da linguagem e dos significados produzidos pelos diferentes recursos semióticos em práticas comunicativas sociais e culturais.

Como foi possível observar, o signo é substancial nos estudos socioculturais e nos estudos multimodais, pois se constitui o núcleo teórico da mediação, da interação e da comunicação humana. Contudo, o signo apresenta algumas nuances conceituais que se distinguem entre os estudos socioculturais e multimodais. Na abordagem semiótica social multimodal, os signos representam os elementos linguísticos, podendo ser verbais ou não verbais – como as palavras, os sons, as imagens – que carregam significados independentes, mas também em conjunto na composição de conceitos, pensamentos e/ou sentimentos, conforme são compartilhados e influenciados por uma comunidade (Bezemer & Kress, 2015; Kress, 2010; Kress, Jewitt, et al., 2001). Os signos têm o objetivo de comunicar e produzir significados por meio da transição e da leitura entre diferentes recursos semióticos (Jewitt, 2009; Jewitt et al., 2000; Kress, 2010; Mortimer et al., 2014).

Já na perspectiva sociocultural, os signos correspondem às ferramentas culturais linguísticas de mediação empregadas na interação entre os indivíduos; esses signos são considerados ferramentas psicológicas capazes de modificar a ação humana. O signo é parte constituinte da linguagem e tem função de mediar a ação mental (Vygotski, 1991; Vygotsky, 1934; Wertsch, 1991, 2007). Então, na perspectiva sociocultural os signos e a linguagem fazem referência à mediação, enquanto que, na abordagem multimodal os signos se referem à comunicação.

Portanto, mesmo que na perspectiva sociocultural o conceito de signo esteja mais inclinado ao processo de mediação e na abordagem multimodal esteja vinculado ao processo de comunicação, nos dois campos teóricos a produção e o uso de signos têm origem na cultura humana. Similarmente, nos estudos socioculturais o conceito de signo está alinhado ao conceito de ferramenta psicológica e, nos estudos multimodais, ao conceito de recursos semióticos. Em ambos os estudos, os conceitos de ferramentas psicológicas e de recursos semióticos se constituem ferramentas culturais internas para pensar e aprender, bem como externos para mediar, interagir, comunicar; porém, esses dois conceitos não são totalmente

equivalentes nas funções que empregam, embora estejam relacionados em termos de ação mediada.

A distinção é muito sutil, pois os recursos semióticos dizem mais respeito sobre como os modos são articulados e empregados pelos indivíduos no uso das ferramentas psicológicas – signo e linguagem; já as ferramentas psicológicas correspondem aos meios mediacionais necessários para leitura e interpretação desses diferentes recursos semióticos. Os meios mediacionais possuem o compromisso de realizar qualquer ação (Wertsch, 1993, 1998) em diferentes perspectivas. Neste sentido, os recursos semióticos poderiam ser tratados como um terceiro conjunto de ferramenta cultural, denominado hipoteticamente de ferramentas semióticas multimodais. Esta denominação é apenas uma estratégia para destacar a diferença entre ferramentas psicológicas e ferramentas técnicas, mas ainda guardando a relação enquanto ferramenta cultural mediacional. Para exemplificar a presente distinção e relação, considera-se que um mesmo signo (ferramenta psicológica) pode ser representado sob diferentes modos: escrito, fonético, imagético, sinalizado, texturizado, entre outros modos (ferramentas semióticas multimodais).

Hipoteticamente, para melhor contextualizar, considerando uma pessoa cega lendo um livro, ela pode usar a leitura em *braille* ou áudio descrição; em ambas as possibilidades, as ferramentas psicológicas envolvem o uso da linguagem e de signos, referente ao conteúdo do livro, já os modos para leitura são táteis e/ou auditivo. Em outra hipótese, considerando uma pessoa surda lendo o mesmo livro, ela pode ler em Português escrito, em *signwriting* ou tradução visual em Libras. Portanto, o conteúdo do livro era o mesmo da pessoa anterior, mas os modos para realizar a tarefa (leitura) foram diferentes. Uma terceira e última hipótese, considerando uma pessoa surdo-cega que pretende ler o mesmo livro, ela pode fazer isso através do uso do Braille ou da Libras tátil. Novamente, a ferramenta psicológica dominante é a linguagem, mas os modos foram distintos nas três situações. Então, diferentes recursos semióticos podem expressar uma mesma ferramenta (signo) sem alterar o seu caráter mediacional, permitindo também que diferentes funções psicológicas sejam empregadas na leitura e interpretação desses recursos.

Então, as transições entre os modos representam mudanças nas possibilidades afetivas e psicológicas, moldando os signos (Kress, 2010; Kress, Jewitt, et al., 2001). Essas possibilidades de aprendizado são fortemente influenciadas pelos modos como os docentes orientam os estudantes e como os conteúdos são retoricamente apresentados (Jewitt et al., 2000). Desta forma, na semiótica social multimodal, a aprendizagem é uma ação multimodal transformadora de criação de signos e se caracteriza por um processo interno de produção e

leitura desses signos, por meio de reformulações conceituais – modelagem – afetiva e psicológica que acontece nas transições entre diferentes recursos semióticos (Jewitt, 2009; Jewitt et al., 2000; Kress, 2010; Kress, Jewitt, et al., 2001; Mortimer et al., 2014).

Então, os recursos semióticos moldam as ferramentas psicológicas por meio do processo de aprendizagem. Assim, na perspectiva sociocultural a aprendizagem se constitui em termos da interação e da ação mediada, já na abordagem multimodal a aprendizagem se constitui em termos da comunicação, retórica e leitura multimodal. A aprendizagem envolve a seleção, a alteração do foco, a adaptação, a introdução e a reconstrução de novos signos, que foram disponibilizados pelo docente aos estudantes, através de recursos motivados pelo contexto da aula, no qual os pares estão envolvidos ativamente (Jewitt et al., 2000; Kress, Jewitt, et al., 2001).

Por estas razões, um olhar sobre a educação científica bilíngue a partir da abordagem semiótica social multimodal potencializa a análise da comunicação visual e acional, permitindo repensar e reproduzir – por meio dos entendimentos sobre aprendizagem multimodal – novas estratégias pedagógicas e centradas na diversidade cultural, linguística e sensorial de estudantes surdos e ouvintes em contextos sociais escolares inclusivos.

A abordagem multimodal destaca as tarefas pedagógicas na articulação entre os diferentes recursos semióticos nas aulas de Ciências, pois em uma aula de Ciências há o discurso via modo linguístico, através da explicação verbal e escrita; o modo visual, através de imagens ou desenhos; e o acional, através dos movimentos corporais ou gestuais e expressões faciais (Kress, Jewitt, et al., 2001).

É de extrema importância, na ação docente, o uso de práticas didático-pedagógicas multimodais no desenvolvimento educacional científico de aprendizes surdos, articulando à linguagem científica e seus signos ao modo visual (J. M. Fernandes et al., 2020), principalmente pelas experiências culturais das pessoas surdas serem marcadas pela visualidade, na qual a multimodalidade permitiu uma prática pedagógica que põe em evidência o modo visual (J. M. Fernandes & Freitas-Reis, 2022), dialogando profundamente com a pedagogia visual (Campello, 2007) e bilíngue (Müller & Karnopp, 2015; Quadros, 2008a; Skliar, 1998b, 1998a).

No contexto pedagógico, a multimodalidade parte do princípio da valorização dos diferentes recursos semióticos na representação eficiente dos significados produzidos na comunicação humana, sendo função dos educadores incentivarem a constituição de ambientes de aprendizagem multimodais que permitam uma experiência e compreensão mais ampla, próxima e profunda dos conteúdos pelos estudantes. No contexto da educação científica, a

tarefa de modelar os conhecimentos e produzir os significados acontece ao longo do tempo e é motivada pelos interesses do Professor (Kress, Jewitt, et al., 2001; Mortimer et al., 2014; Mortimer & Scott, 2003).

Então, cabe a análise multimodal investigar como os signos são produzidos e interpretados por surdos e ouvintes em situações de aprendizagens bilíngues. A multimodalidade permite reconhecer as estratégias didático-pedagógicas que valorizam os multimodos da sala de aula de Ciências (Araujo-Neto, 2009; J. M. Fernandes et al., 2020; Mortimer et al., 2014), bem como o emprego dos diferentes recursos semióticos e signos no processo de aprendizagem científica para estudantes surdos e ouvintes (J. M. Fernandes et al., 2020). Com a abordagem multimodal é possível proporcionar condições para o desenvolvimento de práticas, estratégias e recursos semióticos inovadores na educação científica para surdos (J. M. Fernandes et al., 2020; Tapio, 2016).

Contudo, somente basear-se na abordagem semiótica multimodal também pode ser pouco satisfatório para compor um plano argumentativo e analítico sólido sobre a Educação Científica Bilíngue para estudantes surdos e ouvintes, pois, além da comunicação, os aspectos culturais, históricos e institucionais são recorrentes do contexto pesquisado. Em vista disso, a articulação com os conceitos centrais da perspectiva sociocultural é importante e necessária.

Em suma, o quadro teórico gerado com as intersecções entre a perspectiva sociocultural e a abordagem semiótica social multimodal dispõe dos argumentos fundamentais para estruturar uma proposta didática sensível à diversidade linguística e cultural dos surdos, bem como instrumentos úteis para estabelecer uma investigação sobre práticas educacionais científicas bilíngues. Esse quadro teórico adotado também contribui para a investigação sobre a educação científica bilíngue, pois a abordagem semiótica social parte do pressuposto de que toda a interação e comunicação estabelecida entre docentes e estudantes é multimodal (Kress, Jewitt, et al., 2001) e na perspectiva sociocultural todas as ferramentas de mediação utilizadas e formas de interação entre as pessoas importam (Vygotski, 1991; Vygotsky, 1934; Wertsch, 1991, 1998). Aprender e fazer Ciência são processos sociais e interativos (J. M. Fernandes et al., 2020).

Neste caminho, considerando os estudos socioculturais e abordagens multimodais espera-se desenvolver novos olhares e entendimentos sobre o processo de aprendizagem de Astronomia na educação científica bilíngue ou multilíngue de estudantes surdos e ouvintes em espaços de inclusão escolar.

3.3 A perspectiva sociocultural e a abordagem multimodal na educação científica bilíngue através de uma triangulação teórico-metodológica

Nesta seção será apresentada uma analogia entre os conceitos Matemáticos de Álgebra para estruturar um esquema teórico-metodológico baseado na figura geométrica de um triângulo³⁵ equilátero, como ferramenta para articular os principais aspectos conceituais que sustentam esta pesquisa. Essa estrutura foi adotada devido ao fato de o triângulo ser a forma geométrica mais resistente. Em síntese, do ponto de vista geométrico, um triângulo é formado a partir da combinação de um conjunto de três segmentos de retas ou vetores, três vértices e três ângulos, resultando em um único plano rígido; no caso de um triângulo equilátero há a intersecção de três segmentos de reta e três ângulos congruentes, onde os vértices são os pontos de origem e encontro de cada segmento de reta e a abertura formada por esses encontros são os ângulos internos do triângulo (Dolce & Pompeo, 1993; Iezzi & Murakami, 1977).

Contudo, a ênfase deste esquema não são as definições algébricas ou geométricas do triângulo enquanto um objeto Matemático, mas sim a contribuição deste objeto como uma ferramenta para compreender como as dimensões do perfil teórico-metodológico adotado se relacionam. Além disso, esses elementos possuem a mesma proporcionalidade teórico-metodológica, por isso se assumiu um triângulo equilátero para representá-los.

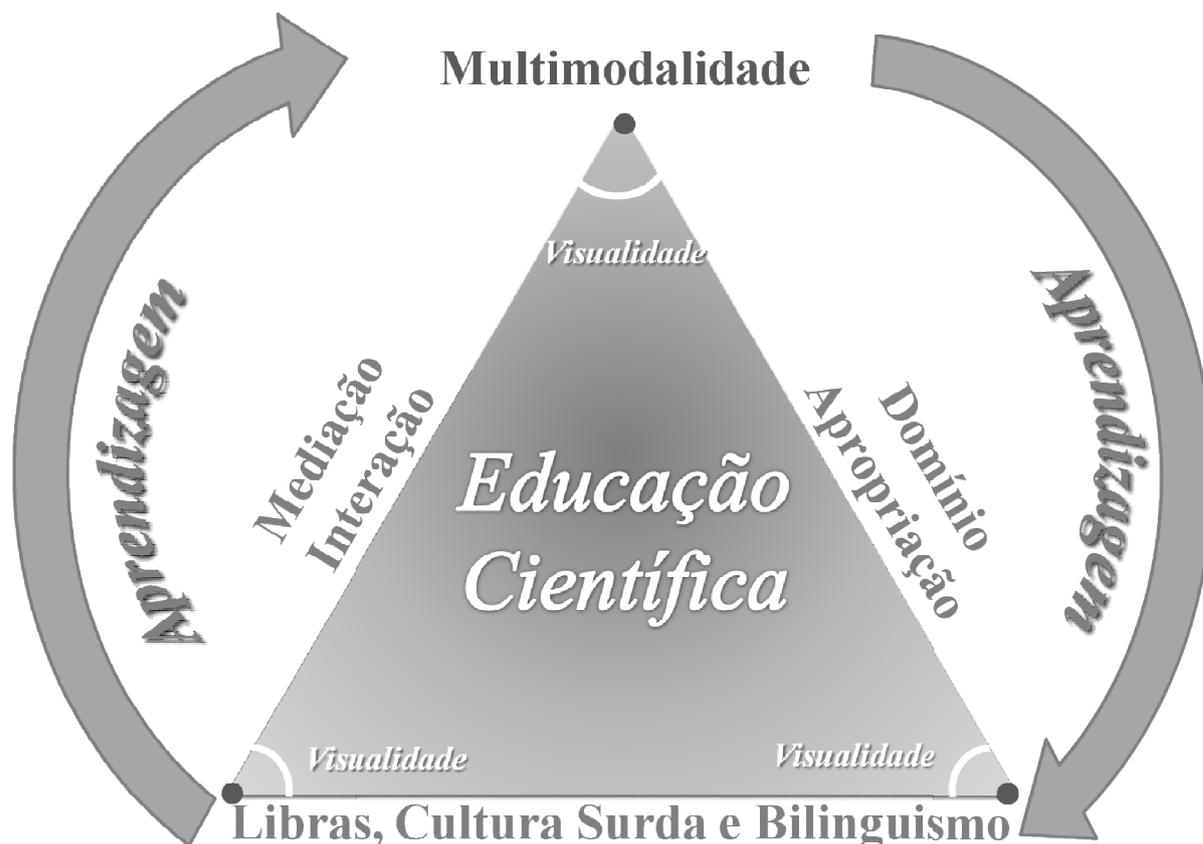
Neste caminho, para lembrar, os principais elementos teórico-metodológicos que balizam esta pesquisa envolvem os princípios da Educação Bilíngue e visual na cultura surda (Quadros, 2008a, 2008b; Quadros & Karnopp, 2004; Quadros & Perlin, 2007; Skliar, 1998a, 1998b; Strobel, 2016), da semiótica social multimodal (Kress, 2010; Kress, Jewitt, et al., 2001), bem como nos conceitos de mediação e interação (Vygotski, 1991; Vygotsky, 1934; Wertsch, 2007), domínio e apropriação de novos signos (Wertsch, 1991, 1998).

Com isso, na base do triângulo tem-se o bilinguismo, Libras e cultura surda, nas laterais a mediação e a interação, o domínio e apropriação, nos vértices a multimodalidade e nos ângulos internos a visualidade. Por último, no plano central do triângulo está a Educação Científica e o conceito cíclico que movimenta os conceitos do triângulo é o processo de

³⁵ Esquemas em forma de triângulo são utilizados em outros estudos e pesquisas para representar ou esquematizar os conceitos centrais e suas relações, como, por exemplo, o modelo básico de mediação ou triângulo mediacional proposto por Vygotsky(1978). Esse modelo foi aprimorado por Leontiev e expandido por Engeström nos estudos sobre Teoria da Atividade (TA) e aprendizagem expansiva (Astudillo & Martín-García, 2020; Engeström, 2001; Leontiev, 1979; Medeiros, 2021). Entretanto, não é o caso da analogia aqui proposta, a qual consiste apenas em uma ferramenta teórico-metodológica para expor de maneira didática uma reflexão sobre os conceitos que orientam esta pesquisa.

aprendizagem e/ou pode-se dizer que são os conceitos em articulação que promovem a aprendizagem. O esquema pode ser compreendido através da Figura 01.

Figura 01 – Representação teórico-metodológica em triângulo



Fonte: Autora (2024).

O bilinguismo foi situado na base do triângulo justamente por se tratar do elemento fundamental que estrutura toda a proposta pedagógica da educação de surdos a partir da Libras, e da cultura surda (Müller & Karnopp, 2015; Quadros, 2008a; Skliar, 1998a, 1998b). Já os conceitos de mediação e interação, domínio e apropriação (Wertsch, 1991, 1998) correspondem ao processo de aprendizagem (Vigotski et al., 2010) e foram situados nas laterais para representar os elementos que se relacionam em um processo cíclico que perpassa o bilinguismo, as relações socioculturais e interrelações com os multimodos.

Por esta razão, os vértices são representados pela multimodalidade, porém posicionou-o conceito no vértice superior por considerar como um ponto inicial deste triângulo, contudo, o esquema triangular se constitui uma abordagem teórico-metodológica capaz de sustentar a pesquisa e uma proposta pedagógica bilíngue de todos os seus ângulos. Além disso, sendo a

visualidade o recurso semiótico potencial na comunicação multimodal (Kress & Leeuwen, 2006) fundamental na educação de surdos (Campello, 2007), os ângulos internos correspondem ao modo visual.

A posição do triângulo e dos conceitos é estática, mas o propósito prático deve ser dinâmico. Esta dinâmica sugerida no triângulo – representada por flechas – ilustra o papel da mediação, da interação, do domínio e da apropriação como um movimento cíclico da aprendizagem, que perpassa as dimensões do bilinguismo por meio de diferentes modos e em um ritmo fluido e contínuo, bem como a multimodalidade permite um movimento cíclico na pesquisa.

Assim, o bilinguismo, Libras, a cultura surda (a base), a mediação, a interação, o domínio e a apropriação (laterais), a multimodalidade (vértices) e a visualidade (ângulos internos) compõem um plano consistente para a Educação Científica. Então, esta analogia foi pensada, didaticamente, como uma ferramenta esquemática que evidencie uma possibilidade consistente de sustentar – em termos teóricos e metodológicos.

A perspectiva sociocultural é um potente instrumento pedagógico, metodológico e analítico em pesquisas educacionais. Como instrumento pedagógico, os estudos socioculturais incentivam o uso de ferramentas (psicológicas/técnicas), estratégias didáticas e práticas que favoreçam a ação mediada e estimulem a interação social entre estudantes e docentes, através da criação de ambientes colaborativos, da valorização da Língua de Sinais, das questões culturais e da visualidade.

Enquanto instrumento metodológico e analítico, a tarefa da análise sociocultural é entender como o funcionamento mental e a ação humana estão relacionados ao contexto cultural, social e histórico (Wertsch, 1998). Portanto, a perspectiva sociocultural oferece um quadro teórico consistente para investigar como a interação social e a ação mediada se constitui e influencia a aprendizagem científica em um contexto de Educação Bilíngue para surdos e ouvintes, bem como entender como esses contextos educacionais, sociais e culturais impactam/afetam a interpretação e produção de significados científicos pelos estudantes. Para isso, é preciso uma análise sobre as práticas pedagógicas, sobre os recursos culturais e linguísticos utilizados e sobre as ações dos estudantes envolvidos na aprendizagem científica.

Similarmente, a abordagem semiótica social multimodal também serve como instrumento pedagógico, metodológico e analítico sobre pesquisas educacionais. Enquanto instrumento pedagógico, na educação científica bilíngue para surdos e ouvintes, a abordagem semiótica social multimodal permite enfatizar o papel dos diferentes recursos semióticos com o objetivo de tornar a comunicação dos conceitos científicos mais acessíveis aos aspectos

culturais, linguísticos e sensoriais dos estudantes, integrando no processo de aprendizagem a Língua de Sinais, a língua escrita, as imagens, os vídeos, materiais concretos e tecnológicos.

Assim, os recursos semióticos são retoricamente empregados pelos Professores como uma condição pedagógica na tentativa de reformular, afetar ou moldar as visões de mundo dos estudantes. Essas visões são moldadas por meio de uma comunicação ativa na produção de significados (Kress, Jewitt, et al., 2001). No processo de aprendizagem científico, as funções retóricas têm o objetivo de ensinar os estudantes a usar a linguagem das Ciências (J. M. Fernandes et al., 2020; Kress, Jewitt, et al., 2001; Mortimer & Scott, 2003), isso também ocorre quando entidades do cotidiano são pedagogicamente transformadas em entidades científicas, durante processos retóricos (Jewitt et al., 2000; Kress, Jewitt, et al., 2001; Mortimer & Scott, 2003). Nesses processos, os significados dos objetos ou entidades que medeiam à aprendizagem são materializados em nossas interações humanas e históricas com eles; logo, ao experimentar um dado objeto através de um determinado modo, o objeto assume um significado além da sua materialidade (Kress, Jewitt, et al., 2001).

Com isso, a aprendizagem científica necessita de uma articulação entre fenômenos, símbolos e modelos, onde a prática e a ação docente são fundamentais na produção de signos (J. M. Fernandes et al., 2020). Portanto, os recursos semióticos servem para modelar o conhecimento do cotidiano, baixo conhecimento especializado, em conhecimento científico – conhecimento altamente socializado (Kress, Jewitt, et al., 2001).

A aprendizagem de Ciências envolve um processo comunicativo que acontece nas interações sociais da sala de aula, logo, é central considerar as falas produzidas entre docente e estudantes (Mortimer & Scott, 2002, 2003), bem como as retóricas orquestradas na transição entre os diferentes recursos semióticos (Bezemer & Kress, 2015; Jewitt, 2009; Jewitt et al., 2000; Kress, 2010; Kress, Carey, Ogborn, & Charalampos, 2001). Nas aulas de Ciências, docentes e estudantes realizam muitas conversas; o educador representa o ponto de vista científico e pode envolver os estudantes com as visões das Ciências, utilizando vários recursos comunicativos disponíveis para apoiar o processo de produção de significado (Mortimer & Scott, 2003). Neste sentido, a multimodalidade permite aos educadores proporcionar experiências pedagogicamente relacionadas com as diversidades dos estudantes.

A multimodalidade também favorece uma reflexão sobre o que os docentes fazem, como e por que em cada momento da aula. Então, enquanto instrumento metodológico de análise em pesquisas educacionais, a multimodalidade permite investigar o potencial das comunicações dispostas nos materiais didáticos utilizados, nos recursos semióticos empregados pelos docentes e pelos estudantes durante situações de aprendizagem de Ciências.

Assim, é possível observar, descrever e explicar como os recursos semióticos são retoricamente orquestrados (escolhidos, articulados e empregados) na apresentação dos materiais didáticos (livros, figuras, objetos e tecnologias digitais) a ação dos educadores durante representação dos significados em cada momento da comunicação e nas ações dos estudantes durante as interações comunicativas entre eles.

Além disso, a multimodalidade permite um olhar mais vigoroso aos modos como os estudantes reagem, usam e interpretam os diferentes recursos semióticos e signos apresentados. Com isso, a abordagem multimodal também possibilita uma investigação descritiva e explicativa sobre a produção e utilização dos materiais didáticos, estratégias e práticas pedagógicas adotadas em situações de aprendizagem científica. Então, tanto a multimodalidade, quanto os estudos socioculturais se preocupam tornar as ações docentes e as práticas pedagógicas mais acessíveis aos aspectos educacionais, culturais, sociais e sensoriais dos estudantes; ambas as teorias se preocupam com os fatores sociais, culturais e comunicativos que informam a aprendizagem científica.

Desta maneira, combinando a perspectiva sociocultural e à abordagem multimodal, a análise pode ser realizada sobre os materiais educacionais utilizados nas aulas de Astronomia, considerando como os diferentes modos de representação linguística, visual, acional, instrumental e digital se articulam e se organizam para produzir significados científicos bilíngues. Além disso, deve analisar como os recursos semióticos são orquestrados pelo educador, bem como analisar a interação entre os estudantes ouvintes e surdos.

Em suma, sendo o triângulo a forma geométrica mais consistente, a Educação Científica pode ser sustentada pelas intersecções que perpassam as dimensões da Educação Bilíngue, da Perspectiva Sociocultural e da Abordagem Multimodal, constituindo um plano sólido para efetivação de uma Educação Científica Bilíngue e Multimodal. É com base nessa triangulação que se pretende responder aos objetivos desta pesquisa e produzir um novo caminho para a aprendizagem científica de estudantes surdos. À vista disso, a triangulação se constituiu tanto como um instrumento analítico de pesquisa, quanto um instrumento didático-pedagógico.

4 Astronomia Bilíngue e Multimodal: metodologia e contexto da pesquisa

Este capítulo apresenta os encaminhamentos metodológicos e o contexto da pesquisa para depois introduzir uma proposta didático-pedagógica para o ensino-aprendizagem de Astronomia Bilíngue, como uma possibilidade para a inclusão social, educacional e científica em uma comunidade de aprendizagem.

4.1 Encaminhamentos metodológicos: organizando a pesquisa

A presente pesquisa envolveu três etapas investigativas, a saber: i – familiarização com uma comunidade de aprendizagem, ii – construção e implementação de uma proposta didática e iii – descrição, análise e discussão dos resultados. Com base na triangulação metodológica (Figura 01), tanto a primeira quanto a segunda e a terceira etapa foram estruturadas sob a ótica da multimodalidade e dos estudos socioculturais, enfatizando os aspectos qualitativos de cada etapa com um caráter descritivo.

A primeira etapa investigativa serviu para se familiarizar com o contexto a ser investigado, com a imersão em uma comunidade de aprendizagem, observação dos integrantes, conversas informais e formais (Quadro 03), participação de reuniões e escrita de uma proposta didático-pedagógica. Na segunda etapa foi elaborada e implementada uma proposta didático-pedagógica para aprendizagem de Astronomia de crianças surdas e ouvintes, como uma possibilidade para a inclusão social, educacional e científica, através da exploração predominante de recursos visuais.

A primeira e a segunda etapa se complementam para orientar e compor a terceira etapa. A terceira etapa consistiu em um intensivo detalhamento descritivo e analítico, perpassando por algumas discussões teóricas sobre a produção dos significados científicos em uma comunidade de aprendizagem, durante as intervenções de Astronomia. Portanto, a triangulação teórico-metodológica compôs tanto a estruturação da proposta didática quanto à organização e descrição dos resultados, análises e discussões da pesquisa. O principal conceito que a triangulação estabelecida forneceu para a estruturação da proposta didático-pedagógica multimodal bilíngue de Astronomia foi o conceito de visualidade (os ângulos internos). Portanto, para sustentar uma prática pedagógica multimodal na Educação Científica

para estudantes surdos, principalmente envolvendo a disponibilização de sinais para terminologias científicas, a visualidade é indispensável, pois orienta todo o aprendizado da pessoa surda (J. M. Fernandes & Freitas-Reis, 2022).

Complementando, por esta pesquisa envolver fenômenos socioculturais e eventos multimodais de aprendizagem de Astronomia, na terceira etapa foram realizadas gravações audiovisuais³⁶ das intervenções; essas intervenções foram ministradas em Libras e Português pela Pesquisadora. Assim, para assegurar maior precisão possível no registro dos recursos semióticos empregados entre os sujeitos envolvidos, foram posicionadas duas câmeras na sala; uma direcionada para a Pesquisadora e outra para os estudantes. Desta forma, cada uma das filmagens passou por duas sondagens analíticas; logo, a primeira sondagem teve foco nas ações da Pesquisadora e da Intérprete de Libras (na intervenção que esteve presente) e a segunda nas ações dos estudantes. Com isso, foi possível observar e analisar como ocorreram as articulações e as transições entre os recursos semióticos multimodais.

Em uma análise multimodal e considerando a triangulação proposta, é necessário examinar como a docente bilíngue utilizou os recursos semióticos linguísticos, visuais, acionais, instrumentais e digitais para produzir os significados científicos de Astronomia. Em seguida, analisar a participação dos estudantes destacando como a estudante surda utiliza a Libras para se comunicar e interagir com seus colegas ouvintes e a docente, bem como, os estudantes ouvintes se identificam com a Libras e à cultura surda, como se engajam com a estudante surda e como participam na produção de significados em um ambiente bilíngue.

Assim, a análise dos recursos semióticos foi retoricamente estruturada através da triangulação estabelecida com a aproximação entre a perspectiva sociocultural e a abordagem multimodal na composição de uma Educação Científica Bilíngue e Multimodal. Na utilização do triângulo (Figura 01) enquanto ferramenta metodológica é necessário o conhecimento da Libras e da cultura surda (Quadros, 2008a; Quadros & Karnopp, 2004; Skliar, 1998a, 1998b; Strobel, 2016), que compõem a Educação Bilíngue; se tratando de um contexto de aprendizado que envolve a mediação, a interação (Vygotsky, 1931; Vygotsky, 1934, 1978; Wertsch, 1985, 1991, 1998, 2007) o domínio e apropriação (Wertsch, 1991, 1998) dos significados científicos estes fenômenos socioculturais devem ser enfatizados durante o aprendizado bilíngue e científico.

³⁶ Todos os/as participantes foram informados sobre as câmeras e receberam um termo de consentimento que foi devidamente assinado, concordando com a participação na pesquisa e uso de imagem. Além disso, por questões éticas também foi mantido o anonimato das crianças.

Por fim, para compor a base sólida e consistente para a Educação Científica é preciso considerar a produção da linguagem e como ela é empregada pela comunidade científica (Kress, Jewitt, et al., 2001; Mortimer & Scott, 2003), ou seja, é necessário situar o emprego dos diferentes recursos semióticos multimodais – linguísticos, visuais, acionais, instrumentais e digitas – as funções retóricas desempenhadas e a orquestra dos modos trabalhando juntos na produção dos significados científicos bilíngues; não necessariamente nesta ordem.

Desta forma, usando os conceitos da triangulação teórico-metodológica emergiram duas dimensões de análise, a saber: i - modelagem de um contexto bilíngue e ii - produção dos significados científicos. Com isso, cada dimensão foi subdividida em duas outras dimensões. Assim, o processo de modelagem de um contexto bilíngue foi subdividido em dois fenômenos socioculturais que sustentam o bilinguismo e são indispensáveis na constituição de uma comunidade surda, a saber: conhecendo a Libras e familiarização com a cultura surda. Já a produção dos significados científicos foi subdividida em dois fenômenos socioculturais fundamentais na constituição de uma comunidade científica e para a aprendizagem de Ciências, a saber: mediação e interação, domínio e apropriação. Então, em cada dimensão é realizado um detalhamento retórico descritivo, uma análise sobre os multimodos e algumas discussões³⁷, reflexões e relações entre os resultados obtidos e pesquisas já desenvolvidas na área da educação de surdos.

Portanto, em cada uma dessas dimensões, são descritas, analisadas e discutidas as estratégias pedagógicas adotadas na atuação da Pesquisadora, da Intérprete de Libras nos materiais didático-pedagógicos utilizados em todo o processo, nas falas entre Pesquisadora e estudantes, os movimentos corporais, as expressões faciais, o protagonismo, a identificação e/ou a resistência dos estudantes durante o conhecimento de Libras, a familiarização com a cultura surda, a mediação, a interação e a aprendizagem dos significados científicos.

Para isso, devem ser considerados os recursos semióticos que informam como acontece a aprendizagem (Jewitt et al., 2000; Kress, Jewitt, et al., 2001). Em síntese, considera-se que a perspectiva sociocultural e a abordagem semiótica social multimodal se complementam para estruturar a parte pedagógica, metodológica e analítica de uma pesquisa descritiva em Educação Científica Bilíngue e Multimodal para surdos e ouvintes.

³⁷ As discussões não foram realizadas em um tópico separado para não distanciar os assuntos e reflexões dos fatos em questão

4.2 Perfil metodológico: pesquisa etnográfica

Por adotar um rigor descritivo em cada dimensão desta pesquisa que aborda sobre um contexto cultural específico envolvendo a imersão da pesquisadora em uma comunidade de aprendizagem, a manifestação da cultura surda e a promoção da linguagem científica escolar, esta pesquisa assumiu caráter etnográfico. A etimologia da palavra etnográfica implica na descrição cultural, classicamente, pesquisas etnográficas educacionais se configuram em uma monografia descritiva de um grupo social (Chizzotti, 2006; Rockwell, 1986).

As pesquisas do tipo etnográfico partem da antropologia descritiva sobre as vivências de um determinado grupo social e depois uma análise sobre os processos sociais envolvidos, caracterizando os padrões culturais que permeiam e transformam o grupo específico (Chizzotti, 2006). No caso do cotidiano escolar, a pesquisa do tipo etnográfica pode contribuir substancialmente para repensar as práticas pedagógicas, além disso, tendem a ser qualitativos e descritivos, devido à preocupação no entendimento detalhado do contexto (André, 2009; Rockwell, 1986).

Assim, é papel do/a pesquisador(a) permanecer em campo, imerso na comunidade e envolvido(a) com os membros, compartilhando suas práticas, costumes e língua, procurando aculturar-se e se introduzir enquanto um membro que também pertence aquele grupo (Chizzotti, 2006). Neste caminho, a coleta de dados envolve principalmente observações, estudo de documentos e registro audiovisual, já a descrição deve ser refinada, detalhada e extensiva com objetivo de validar os saberes e as formas de representação dos sujeitos pesquisados.

Por tanto, o perfil etnográfico desta pesquisa é indispensável para que educadores e pesquisadores da área do ensino de Ciências, Física e/ou Astronomia compreendam como se constitui um contexto bilíngue; por outro lado, também é importante para um(a) educadores e pesquisadores da área da educação de surdos compreendam como ocorre a produção dos significados científicos em uma escola regular inclusiva.

Desta forma, pretende-se descrever as relações entre as duas áreas dentro do contexto da comunidade surda e de uma comunidade de aprendizagem. Então, a pesquisa não apenas mapeia os processos sociais envolvidos, mas também registra e avalia as influências culturais no modo como estudantes surdos e ouvintes experimentam e produzem práticas e conhecimentos científicos bilíngues.

Ao mapear e analisar as práticas pedagógicas, as interações bilíngues a produção dos significados científicos e as influências culturais dentro da escola regular, espera-se que a

pesquisa forneça uma descrição detalhada do processo de aprendizagem científico e bilíngue resultante da produção de novos materiais didáticos bilíngues e das estratégias pedagógicas multimodais, contribuindo para um desenvolvimento educacional inclusivo.

4.3 Situando a pesquisa: descrição do contexto

O local escolhido para o desenvolvimento da parte prática da pesquisa foi o município de Caçapava do Sul - RS, onde a Professora-Pesquisadora reside e atua profissionalmente na rede municipal de ensino. A rede municipal de ensino oferta as modalidades de Educação Infantil, Ensino Fundamental (anos iniciais e anos finais) e Educação de Jovens e Adultos.

Neste caminho, para entender o cenário e as demandas da educação de surdos na rede municipal, foi realizado um levantamento através de um questionário diagnóstico entregue à coordenadora de educação especial da Secretaria Municipal de Educação. O questionário possui 10 perguntas dissertativas (Quadro 03) e tem o objetivo de possibilitar a identificação de estudantes com deficiência auditiva e estudantes surdos(as), matriculados na rede municipal, bem como reconhecer como a Educação Bilíngue é ou tem sido desenvolvida nas escolas regulares da cidade. Essa identificação e reconhecimento serão fundamentais para delimitação do contexto desta fase da pesquisa.

Quadro 03 – Questionário diagnóstico para identificação do cenário da educação de surdos na rede de ensino municipal de Caçapava do Sul – RS

- 1 – Quantos estudantes com deficiência auditiva ou surdos(as) estão matriculados na rede de ensino municipal? Destes, quantos são sinalizantes (aprendendo ou usuários(as) de Língua de Sinais)?
- 2 – Quando esses estudantes ingressaram na rede de ensino municipal? Qual a idade, as escolas, o ano letivo e modalidade de ensino que estão matriculados estes estudantes no momento?
- 3 – O município possui Professores(as) de Libras, Intérpretes de Libras, Professores(as) Bilíngues e Educadores(as) Especiais? Qual seria o papel, a necessidade e importância de cada um desses profissionais na educação de surdos?
- 4 – Quantos Professores(as) de Libras, Intérpretes de Libras, Professores(es) Bilíngues e Educadores(as) Especiais contemplam o quadro municipal? Além disso, qual o enquadramento funcional (efetivos, contratos, convocações) e regime de trabalho desses profissionais na educação de surdos da rede de ensino municipal?
- 5 – Os/as estudantes com deficiência auditiva e surdos(as) frequentam a classe regular de ensino e recebem Atendimento Educacional Especializado (AEE), fonoaudiológico, bilíngue ou similar? Especifique como cada um dos/das estudantes mencionados é atendido na rede de ensino municipal, bem como, quais profissionais atuam com esses estudantes e de que modo desempenham suas funções?
- 6 – Onde, como e que profissionais realizam o ensino e o atendimento em Libras para os/as estudantes surdos sinalizantes (por exemplo: em centro especializado, na escola regular, em sala de aula regular inclusiva e bilíngue, com Professores bilíngues, em classe especial, no AEE pelo(a) Educador(a) Especial, com ensino de Libras pelo(a) Professor de Libras, com atendimento em Libras pelo(a) Intérprete de Libras...)?

7 – Como é realizado o trabalho pedagógico e de ensino-aprendizagem pelos(as) Professores(as) regentes nas salas de aula que possuem estudantes com deficiência auditiva e/ou estudantes surdos(as)? Há um trabalho colaborativo (conjunto) entre os/as Professores(a) regentes, Professores(as) de Libras, Intérpretes de Libras e/ou Educadores(as) Especiais?

8 – Há um entendimento das especificidades dos/das estudantes com deficiência auditiva e surdez por parte da coordenação de Educação Especial e dos/das educadores(as) que trabalham com esse público? Qual é esse entendimento? São realizadas formações continuadas para os educadores com ênfase na educação de surdos, que tipo?

9 – Como é percebido e efetivado o processo de ensino-aprendizagem, de inclusão e de interação entre estudantes com deficiência auditiva, estudantes surdos(as) e ouvintes, bem como educadores e estudantes com deficiência auditiva ou surdos(as) na rede de ensino municipal?

10 – Há uma Educação Bilíngue no município? Quando teve início? Como a Educação Bilíngue é entendida, reconhecida e desenvolvida na rede de ensino municipal?

Fonte: Autora(2024).

Em resposta ao questionário, a coordenadora informou que há sete estudantes surdos e três com deficiência auditiva matriculados na rede regular de ensino do município, com a primeira matrícula registrada no ano de 2017. Os sete estudantes surdos frequentam a sala regular e o AEE, recebendo atendimento de um(a) Professor(a) de Libras – através de um trabalho de bidocência – e de um(a) Educador(a) Especial; também participam de um grupo em um centro municipal multidisciplinar junto à família. Já as crianças com deficiência auditiva recebem atendimento fonoaudiológico para desenvolvimento da oralização e um desses estudantes utiliza aparelho AM/FM em sala de aula. O acompanhamento com um Fonoaudiólogo é oferecido pela rede pública de saúde do município, mas é opção da família o tratamento com este profissional.

Quanto ao quadro profissional da educação, para o atendimento dos estudantes surdos, a coordenadora respondeu que há uma docente de Libras concursada 20h e outros(as) três com suplementação de carga horária, cada um(a) com 20h. Esses(as) profissionais possuem curso de docência em Libras e/ou aperfeiçoamento na área. Há também 11 Educadoras Especiais atuando na Educação Infantil e Ensino Fundamental nas 21 escolas da rede municipal de ensino. Ainda de acordo com a coordenadora, a orientação da secretaria municipal de educação é para que haja um trabalho de bidocência, onde o planejamento é compartilhado entre o/a Professor(a) de Libras e o/a Professor(a) regente da turma; similarmente, deve haver um ensino colaborativo junto ao/à Professor(a) de Educação Especial.

Como é possível perceber, a coordenadora informou que existem sete estudantes surdos e esses sete são acompanhados por um(a) Professor no trabalho de bidocência; porém, há apenas quatro Professores(as) de Libras, então esses estudantes não recebem atendimento em

Libras durante todo o tempo que estão na escola. Além disso, não há o cargo de Intérpretes de Libras na rede municipal, evidenciando mais uma lacuna no atendimento às demandas da educação de surdos e na oferta de acessibilidade para esses estudantes. Similarmente, não ficou explícito nas respostas da coordenadora se pretendem contratar ou realizar concursos tanto para Intérprete de Libras, quanto para efetivar mais Professores de Libras na rede; também não foi especificado se os docentes que atuam em sala de aula com estudantes surdos e se as escolas que têm estudantes surdos compreendem as particularidades linguísticas e culturais para promover a inclusão e acessibilidade desses estudantes.

Entretanto, a coordenadora alegou que o processo de Educação Bilíngue ainda está no início da caminhada, mas já é uma realidade no município, podendo ser notáveis alguns progressos, como o ensino compartilhado, a criação do centro multidisciplinar municipal e formações continuadas. A coordenadora afirma que as formações são aliadas na promoção de discussões e problematizações, pensando em formas mais acolhedoras para a oferta de uma educação pública de qualidade para todos e todas. Com isso, ainda segundo a coordenadora, o município oferece o Colóquio de Educação Inclusiva anualmente, completando seis edições até o ano de 2022, envolvendo a abordagem de diversos temas, incluindo debates sobre surdez. Contudo, a coordenadora reconhece, de modo geral, que ainda existem muitos desafios e obstáculos a serem superados.

Com as repostas da coordenadora ao questionário é possível notar que há um entendimento e uma preocupação da secretaria de educação municipal em estabelecer estratégias, profissionais e formação que contemple a Educação Bilíngue para surdos na rede regular de ensino, mesmo que ainda apresente algumas precariedades, como a falta de Intérpretes de Libras e poucos Professores de Libras.

Com isso, após uma noção geral da educação de surdos na rede municipal, o presente estudo assumirá um caráter focal, no qual a pesquisa prática será realizada em uma das escolas que possui estudantes surdos matriculados, para melhor compreender a realidade desse local e criar uma proposta de trabalho mais próximo dessa realidade. Assim, a instituição escolhida foi uma escola onde a Professora-Pesquisadora atua profissionalmente, por já possuir um tempo considerável de envolvimento e familiarização com o contexto e com os participantes.

Nesta escola, a Pesquisadora trabalhou efetivamente como Orientadora Educacional, desde setembro de 2022 até abril de 2023, depois assumiu cargo de Psicopedagoga na rede

municipal de Santa Cruz do Sul - RS. A Pesquisadora possui formação³⁸ em Ensino de Física, em Orientação Educacional, em Ensino/Tradução e Interpretação de Libras, em Psicopedagogia e em Educação Especial, atuando desde setembro de 2015 na educação de surdos. A formação acadêmica e atuação profissional caracterizam a Professora-Pesquisadora tanto como uma Orientadora Educacional Bilíngue (Vivian, 2022) quanto como uma Física Educadora Bilíngue (Vivian, 2018).

Conforme o Regimento Escolar (de 2021) e Projeto Político Pedagógico (PPP de 2022), a escola segue o disposto na LDB (Brasil, 1996) e BNCC (Brasil, 2018a). A mesma é uma instituição regular e inclusiva de Educação Básica, situada na zona urbana, possui aproximadamente 230 estudantes e oferece as modalidades de Educação Infantil e Ensino Fundamental – dos anos iniciais aos finais – desde o berçário até o 9º ano, com turmas distribuídas nos turnos da manhã e tarde. Há, também, a oferta de Atendimento Educacional Especializado para estudantes com deficiências, transtornos do neurodesenvolvimento e altas habilidades/superdotação. O objetivo principal e geral dessa escola “é proporcionar ao educando condições para o seu desenvolvimento integral, oportunizando situações que estimulem a responsabilidade, o respeito e a redescoberta de valores, desenvolvendo, assim, o raciocínio crítico na construção do conhecimento” (PPP da escola, 2022).

A escola também conta com a parceria de empresas privadas e públicas do município, bem como com o desenvolvimento de projetos. Um desses projetos é denominado de Escola da Floresta: Comunidade de Aprendizagem. Conforme o PPP, este projeto tem ações pedagógicas próprias instituídas em projeto específico. Escola da Floresta é orientado pelo educador Português Jose Pacheco, uma das maiores referências internacionais no campo da educação; trata-se de um Projeto de Extensão da Universidade Federal do Pampa em parceria com o Curso de Pedagogia da Antonio Meneghetti Faculdade, a Universidade Federal de Santa Maria e a Eco Habitare Consultoria e Projetos Educacionais (Moraes, 2016). O projeto tem como base o cumprimento da BNCC (Brasil, 2018a), do Referencial Curricular Gaúcho (Brasil, 2018b) e dos Planos de Estudo do Município.

Enquanto Comunidade de Aprendizagem, o projeto apresenta uma dimensão comunitária, reunindo instituições, pais, educadores e voluntários; sendo desenvolvido desde o ano de 2021 em uma turma piloto de Ensino Fundamental, não seriada, que reúne 22 crianças e jovens entre 7 e 18 anos; com a realização de práticas pedagógicas contemporâneas

³⁸ A professora-pesquisadora também possui formação em Educação Especial e em Psicopedagogia Institucional e Clínica.

fundamentadas nas Metodologias Ativas de Aprendizagem, com vistas ao atendimento dos desafios socioambientais e profissionais do século XXI (Moraes, 2016).

Uma das estudantes participantes desse projeto é uma menina surda com 13 anos de idade. A menina ainda está em processo de alfabetização da Língua Portuguesa escrita e aquisição da Libras. Ela é atendida por uma docente que realiza o papel de Intérprete de Libras e acompanha a menina durante todas as atividades escolares. A menina possui implante coclear e faz atendimento fonoaudiológico, como uma tentativa de sua família na busca pela oralização, pois sua família é ouvinte. Além disso, por se tratar de uma família ouvinte, a Libras ainda não permeia o contexto familiar da estudante. Essa estudante também recebe atendimento de uma Educadora Especial e participa de um grupo de estudantes surdos, promovido pelo/no Centro Multidisciplinar Municipal.

Com isso, essa turma da Escola da Floresta foi selecionada para a implementação da sequência didático-pedagógica de Astronomia Bilíngue. De modo geral, os/as estudantes da turma são muito receptivos(as), proativos(as) e empenhados(as) nas atividades propostas; porém, ainda apresentam pouco conhecimento de Libras e cultura surda, mas a relação entre os estudantes ouvintes e a estudante surda é amistosa, mas a comunicação com ela ainda é muito gestual ou mímica. Então, assim como no contexto familiar da estudante, nota-se que a Libras também não está difundida no espaço escolar. Com isso, o acesso aos conteúdos escolares – principalmente os científicos – para essa estudante são limitados, prevalecendo ainda as barreiras linguísticas, culturais, sociais e educacionais.

Então, mesmo com os incentivos apresentados pela secretaria de educação com a formação continuada de Professores, na oferta do AEE, de Professores de Libras, bem como, dos atendimentos em grupo no Centro Multidisciplinar Municipal, ainda prevalecem algumas fragilidades na educação de surdos da rede, que necessitam de maiores atenções.

Por estas razões, se faz necessário investir no ensino bilíngue, aproximando a turma, a estudante surda, a escola e comunidade da Libras, de maneira que a língua faça parte da vivência desses estudantes; transformando a sala de aula e a escola oralista em um ambiente visual, bilíngue e inclusivo – do ponto de vista cultural, linguístico e educacional. Posteriormente, após a difusão do bilinguismo, é possível começar uma proposta didático-pedagógica de Astronomia bilíngue que possibilite um ambiente favorável para uma aproximação desses estudantes com a linguagem científica.

Correspondendo aos objetivos do projeto Escola da Floresta e aos objetivos desta pesquisa, é pensado um trabalho colaborativo entre/com os/as integrantes do projeto (educadores, voluntários, Intérprete de Libras e Educadora Especial). Para isso, serão

estruturadas e desenvolvidas atividades didático-pedagógicas bilíngues com toda a turma, através de propostas bilíngues e visuais, proporcionando a imersão da turma na Libras e na cultura surda, em seguida na linguagem científica. Esta parte da pesquisa é apresentada no capítulo seguinte.

5 Proposta didático-pedagógica multimodal de Astronomia Bilíngue: da elaboração a implementação

Com base na triangulação que sustenta esta pesquisa, para uma Educação Científica Bilíngue e Multimodal, a construção e implementação de uma proposta didático-pedagógica de Astronomia na educação de surdos na sala de aula regular deve estar alicerçada na Libras, na cultura surda, e na visualidade – mas sem deixar de lado o Português escrito. Assim, no decorrer de toda a proposta, a abordagem conceitual deve estar articulada com recursos linguísticos, a Libras e o Português, e recursos visuais – digitais ou instrumentais – bem como acionais que explorem os multimodos na aprendizagem.

Como o contexto para o qual esta proposta foi pensada é formado por estudantes ouvintes com pouco contato com a Libras e com a cultura surda e por uma estudante surda que ainda está a conhecendo Libras, antes de proporcionar uma Educação em Astronomia Bilíngue é preciso começar uma Educação Bilíngue, que permita aos estudantes o começo de uma comunicação em Libras, e conseqüentemente uma comunicação com a linguagem científica em Libras. Neste caminho, em uma turma onde a comunicação flui em Libras e a linguagem científica também é produzida e reproduzida em Libras, a estudante surda se encontrará em um contexto favorável para aprendizagem, em que a Libras circula entre os pares.

5.1 Sequência didático-pedagógica: estrutura e organização

Então, a proposta foi organizada em dois módulos, sendo o primeiro módulo com foco na Educação Bilíngue e o segundo módulo com foco na aprendizagem de Astronomia Bilíngue. Para isso, foram desenvolvidas com a turma da Floresta intervenções conduzidas principalmente pela Professora-Pesquisadora, em Libras e em Português simultaneamente (fala bimodal) com o apoio dos(as) tutores(as) do projeto Escola da Floresta e de uma docente que atuava como Intérprete de Libras, que esteve presente em algumas intervenções.

O primeiro módulo teve cinco intervenções e o segundo dez, totalizando quinze intervenções de ensino com duração de 1h a 3h cada, realizadas semanalmente, durante o primeiro semestre letivo escolar, de março a julho de 2023. Cada intervenção teve momentos de problematizações, a apresentação dos tópicos a serem estudados e uma avaliação paralela – através dos diálogos estabelecidos e das curiosidades levantadas. Antes de começar as

intervenções na turma, houve um encontro com os educadores e voluntários do projeto Escola da Floresta e outro encontro para familiarização com a turma. Nestes dois primeiros encontros, o objetivo foi sugerir e expor a proposta, discutir e conhecer os interesses sobre a proposta.

5.1.1 Educação Bilíngue: módulo I

O módulo I tem o objetivo de apresentar e envolver os/as estudantes com a Libras e com a cultura surda, para que todos e todas comecem a vivenciar experiências linguísticas e culturais visuais, bem como construir um ambiente bilíngue que viabilize a comunicação e a inclusão da colega surda. Assim, os estudos bilíngues foram estruturados em cinco tópicos, com base na literatura de linguística aplicada à Libras, apostilas didáticas de Libras e/ou dicionários ilustrados (Acessibilidade Brasil, 2011; Capovilla & Raphael, 2006, 2008; Felipe, 2007; Quadros & Karnopp, 2004; Quadros, Pizzio, & Rezende, 2008; Quadros et al., 2009; F. I. da Silva, Reis, Gauto, Silva, & Paterno, 2007; F. I. da Silva, Reis, Rangel, et al., 2007) e intitulados do seguinte modo, a saber:

i – Alfabeto datilológico, numerais ordinais, cardinais e quantidades

ii – Pronomes, identificação, saudações e cumprimentos

iii – Cotidiano familiar e escolar, calendário e tempo

iv – Verbos, advérbios e classificadores

v – Conversação

Nas intervenções foram utilizados recursos bilíngues e ilustrados para privilegiar a visualidade, bem como atividades dinâmicas, através de jogos e/ou brincadeiras que promovam a comunicação. Os recursos e atividades foram previamente elaborados e/ou adaptados pela Professora-Pesquisadora, a partir de material supracitado (Acessibilidade Brasil, 2011; Capovilla & Raphael, 2006, 2008; Felipe, 2007; Quadros & Karnopp, 2004; Quadros et al., 2008, 2009; F. I. da Silva, Reis, Gauto, et al., 2007; F. I. da Silva, Reis, Rangel, et al., 2007) e de conteúdos disponíveis em *web sites*³⁹ de universidades. Com o encerramento das atividades do módulo I de Educação Bilíngue, se deu início ao segundo módulo, de Astronomia Bilíngue.

³⁹Sinais em Libras disponíveis em: <https://www.palhoca.ifsc.edu.br/materiais/> e <https://glossario.Libras.ufsc.br/>. Jogos e atividades disponíveis em: <https://Libras.ufsc.br/biblioteca/> e <https://Libras.ufsc.br/old/public/jogos>.

5.1.2 Astronomia Bilingue: módulo II

O objetivo do módulo II foi estabelecer uma aproximação entre os/as estudantes com a linguagem científica através da Astronomia. Para estabelecer uma abordagem de Astronomia, é necessário que os conceitos ou os tópicos específicos da área sejam sistematicamente organizados, apresentados e discutidos com os estudantes, seguindo uma linha hierárquica das definições e conceitos. Com isso, baseado na literatura de Astronomia e Astrofísica (Horvath, 2008; Kepler, 2011; Kepler & Saraiva, 2014) e com o disposto na BNCC (2018), a abordagem de Astronomia foi estruturada em dez tópicos, a saber:

i – Astronomia, Astrofísica e Cosmologia: uma noção geral com os principais objetos de estudo, podendo considerar uma abordagem histórica e contemporânea;

ii – O Universo: os objetos e corpos celestes que compõem o universo observável;

iii – Galáxias: estrutura, os diferentes tipos, espaço intergaláctico, noções sobre a nossa galáxia, espaço interestelar e nossa localização na Via Láctea;

iv – Buracos negros, estrelas e o Sol: como se formam e o que são os buracos negros; o nascimento, a vida e a morte das estrelas; tipos de estrelas, especificidades da nossa estrela Sol;

v – Sistema Solar: a composição e características do nosso Sistema Solar e de diferentes sistemas solares similares;

vi – Cometas, asteroides, meteoros e meteoritos: diferenças e características;

vii – Planetas, planetas anões e exoplanetas: características, composições e singularidades;

viii – A Terra: coordenadas astronômicas, Astronomia de posições, especificidades do nosso planeta, estações do ano, surgimento da vida terrestre e vida extraterrestre;

ix – A Lua: os satélites naturais, movimento, fases da Lua e eclipses;

x – Foguetes, satélites artificiais e telescópios: diferentes instrumentos de observação e estudos astronômicos, funcionamento e a relação com as tecnologias - do passado até a atualidade.

Esses tópicos podem ser abordados com estudantes de diferentes níveis de ensino (Brasil, 2018a), desde que considerando adaptações didáticas e metodológicas adequadas à faixa etária, às especificidades desses estudantes e ao objetivo da abordagem. Igualmente, a abordagem desses tópicos pode seguir a ordem supracitada ou, então, inverter a ordem, sem perder o rigor técnico. Além disso, a abordagem pode ser somente teórica ou articulada com as noções de Astrometria, Matemática e Física, para medir e quantificar os conceitos. Nesta

pesquisa, os tópicos foram apresentados de maneira fluida e cíclica, como pode ser conferido nos capítulos seguintes.

Como este trabalho se trata de uma proposta para estudantes ouvintes e uma estudante surda do Ensino Fundamental, foram considerados – para uma transposição didática – os pressupostos teóricos que balizam a Educação Bilíngue (Quadros, 2006, 2008a; Skliar, 1998a, 1998b). Assim, o desenvolvimento e a implementação das atividades⁴⁰ devem ser conduzidas em Libras e/ou em Português, conjuntamente com docentes das áreas de Ciências e de Libras, para realizar a comunicação técnica científica e a tradução e interpretação simultaneamente e consecutiva das duas línguas envolvidas.

Similarmente, no decorrer das intervenções, foram utilizados recursos pedagógicos e tecnológicos, visuais e/ou bilíngues, tais como: uso de material impresso, através de fotos, textos breves e objetivos em Português; uso de apresentações em slides, contendo imagens e os conceitos centrais; uso de vídeos com animações, legendas e/ou bilíngues, simulações, entre outros; uso de materiais instrumentais/concretos como o Globo Terrestre, atividades experimentais e/ou maquetes; uso de computadores, para realização de pesquisas e manipulação de *softwares* como o *Google Earth/Maps*⁴¹ ou o *Stellarium*⁴² (Bolzan & Leonel, 2017; Vivian, 2018; Vivian & Leonel, 2019).

Quanto à sinalização conceitual de Astronomia, foram utilizados os sinais construídos pela Professora-Pesquisadora – em conjunto com um grupo de estudantes surdas – durante a pesquisa de mestrado (Vivian, 2018)⁴³. Neste caminho, foi construído um jogo de Charadas de Astronomia Bilíngue, considerando os sinais construídos.

Do ponto de vista didático-pedagógico, o jogo pode ter a finalidade de um instrumento multimodal de avaliação da aprendizagem dos conceitos pelos estudantes ou pode ser um instrumento multimodal interativo utilizado no decorrer de intervenções durante a aprendizagem dos tópicos. A sala de aula é um ambiente dinâmico, devido às interações entre os estudantes e professores, bem como entre os mesmos e os objetos de aprendizagem; sendo a maioria das interações em sala mediada pela linguagem (Souza & Sasseron, 2012).

⁴⁰O cronograma programático para este módulo foi construído conforme o andamento e implementação do módulo I, em 2023.

⁴¹Há diferentes versões do *Google Earth/Maps* disponível em <https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/versions/>.

⁴²O *Stellarium* é um planetário de código aberto, suas versões para *download* estão disponíveis em: <https://stellarium.org/pt/>.

⁴³Neste estudo, Vivian (2018) elaborou um vocabulário para a área da Astronomia após a percepção da escassez dessas terminologias em língua de sinais no Brasil e do potencial visual que a Astronomia proporciona. Os sinais foram construídos durante intervenções de ensino-aprendizagem de Astronomia Bilíngue, com um grupo de estudantes surdas do Ensino Fundamental em uma escola pública e inclusiva da Educação Básica, em um município do interior do Rio Grande do Sul, onde a professora pesquisadora atuava como Intérprete de Libras.

Com isso, a interação social é fundamental para o desenvolvimento da linguagem científica (Mortimer & Scott, 2002, 2003) e para a inclusão, pois o conhecimento científico exige um pensamento mais abstrato no entendimento dos conceitos; por esse e outros motivos, a interação social é essencial no processo de ensino-aprendizagem de Ciências (Mortimer & Scott, 2002, 2003; Souza & Sasseron, 2012). Então, o jogo de Charadas de Astronomia Bilíngue pode favorecer o uso da linguagem científica e da Libras, contribuindo substancialmente para a aprendizagem.

5.1.3 Jogo de Charadas de Astronomia Bilíngue: um recurso multimodal

O modelo de jogo proposto é composto por 25 quartetos de peças contendo uma breve descrição conceitual em Português (que são as charadas), peças com as imagens representativas aos conceitos, fenômenos ou objetos astronômicos, peças com o conceito em Português e peças com os respectivos sinais⁴⁴.

Assim, para a elaboração das charadas em Português, com a da descrição conceitual, foi utilizado o Dicionário Enciclopédico de Astronomia e Astronáutica (R. R. de F. Mourão, 1987) e demais obras da área (Horvath, 2008; Kepler, 2011; Kepler & Saraiva, 2014). Já para as peças com representação visual, a escolha das imagens foi realizada através de buscas nos *websites* da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA)⁴⁵ (Vivian, 2018; Xavier et al., 2019) e em portais *online* de Astronomia e Astrofísica de universidades e/ou pesquisadores da área⁴⁶.

Para lembrar, a busca de imagens deve ser um processo cauteloso e centrado no compromisso com o ensino-aprendizagem, através de um olhar crítico sobre os recursos, evitando o uso de imagens com exageros gráficos ou extremamente desproporcionais e, quando necessário, informando os estudantes sobre as alterações nas escalas dimensionais dos astros (Bolzan & Leonel, 2017; Langhi & Nardi, 2007; Vivian, 2018; Xavier et al., 2019).

⁴⁴ O jogo construído nesta proposta (Quadro 05) não contém todos os sinais de Astronomia realizados por Vivian (2018). Contudo, o vocabulário completo, com instruções para sinalização, pode ser consultado no capítulo VII da dissertação: Ensino-Aprendizagem de Astronomia na Cultura Surda: um olhar de uma Física Educadora Bilíngue (Vivian, 2018), disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/15575>. Para lembrar, há os três volumes com os vocabulários de Física, desenvolvidos através do projeto Sinalizando a Física (Cardoso et al., 2010; Cardoso & Cicotte, 2010; Cardoso & Passero, 2010; Passero et al., 2011), que são úteis para área e podem ser consultados em: <https://sites.google.com/site/sinalizandoafisica/vocabularios-de-fisica>. Há também um vocabulário internacional, com sinas de astronomia em várias línguas de sinais estrangeiras e brasileira (Cruz et al., 2017), disponível em: <https://www.spreadthesign.com/pt.br/search/by-category/257/astronomia/>.

⁴⁵ *Website* oficial da Nasa disponível em: <https://www.nasa.gov/>.

⁴⁶ Outro *website* utilizado para a busca de vídeos e imagens é o portal de Astronomia e Astrofísica, bem como a página do Planetário da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), a saber: <http://astro.if.ufrgs.br/>, <https://www.ufrgs.br/planetario/astros/>, e-book acessíveis: (https://youtube.com/playlist?list=PL66LP00PdrFv_j-EtKcPVPw0P3ZA8i030).

O jogo de Charadas de Astronomia Bilíngue tem o objetivo de potencializar a abordagem conceitual e de favorecer a interação entre os estudantes e possibilitar a compreensão dos conceitos científicos de Astronomia – de modo acessível e divertido – bem como entre estudantes surdos e ouvintes como estratégia para promover a inclusão. O verdadeiro conhecimento é aquele que resulta do divertido e satisfaz a curiosidade das pessoas, por meio da interação, pois nada tem de divertido somente assistir uma explicação de uma série de definições sem realmente entrar nos temas (Horvath, 2008).

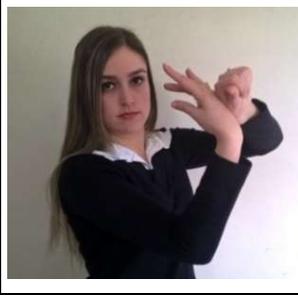
O modo de jogar pode ser individual ou em grupo. Se o jogo for individual, um estudante seleciona uma das charadas, aleatoriamente, e, posteriormente, a imagem, o sinal e a palavra em Português dos respectivos conceitos ou objetos astronômicos – agrupando essas fichas até completar o jogo. Se o jogo for em grupo, um estudante pode selecionar a ficha de charadas, apresentar a charada aos colegas, enquanto cada um dos colegas pode se empenhar na busca da imagem, do sinal e da palavra em Português, completando o jogo cooperativamente.

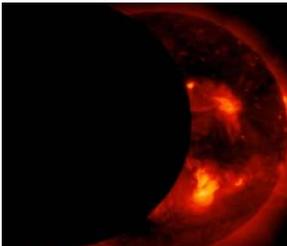
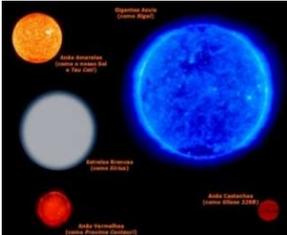
O/a ganhador(a) do jogo é o(a) estudante ou grupo que conseguir resolver o maior número de charadas, contudo a intenção principal não é estabelecer uma competição com vencedores, mas sim, promover a interação e contribuir para o entendimento dos conceitos de Astronomia e para inclusão. Então, a competição é irrelevante para que a finalidade didático-pedagógica do jogo seja contemplada.

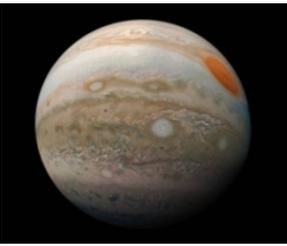
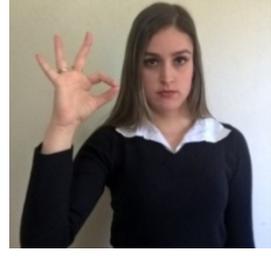
Os materiais necessários para a construção desse jogo são simples e de baixo custo, como folha de ofício ou papel cartolina, tesoura e cola. Contudo, o ideal é que a impressão seja colorida para facilitar a percepção visual dos objetos astronômicos e dos sinais. O jogo pode ser confeccionado pelo(a) Professor(a), pelos próprios estudantes ou em conjunto com o Professor, o Intérprete de Libras e os estudantes.

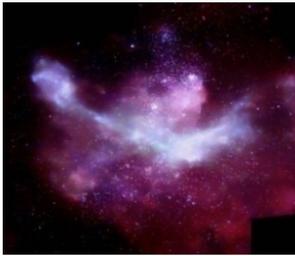
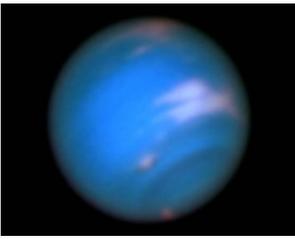
Considerando todas as instruções apresentadas até o momento, é possível apresentar um modelo do jogo de Charadas de Astronomia Bilíngue (Quadro 04). O jogo é composto por fenômenos, conceitos ou objetos celestes – com seus sinais correspondentes – para cada um dos tópicos supracitados e em ordem alfabética das palavras em Português.

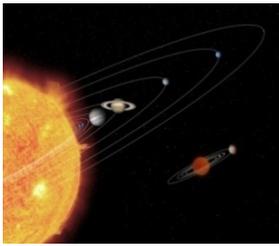
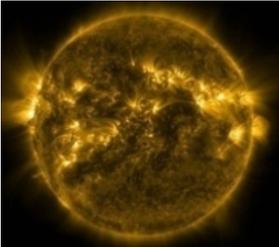
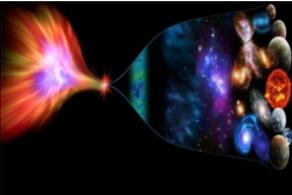
Quadro 04 – Modelo de jogo de charadas de Astronomia Bilíngue:

Charada	Figura	Sinal	Palavra
São corpos rochosos menores... Eles gravitam em torno do Sol... Geralmente, se encontram no cinturão entre as órbitas de Marte e Júpiter...			Asteroides
É uma área da Ciência... Estuda os astros e todos os objetos ou fenômenos celestes...			Astronomia
É uma região massiva com intenso campo/atração gravitacional... Nessa região nem a luz pode escapar...			Buraco Negro
Conjunto de rochas de diversas formas... Geralmente orbitam o Sol e estão situados, na maioria, entre as orbitas de Marte e Júpiter			Cinturão de Asteroides
São corpos menores que orbitam o Sol... Compostos de gelo e poeira; quando se aproximam do Sol eles desenvolvem caudas brilhantes...			Cometa

<p>Conjunto ou agrupamento de estrelas...</p>			<p>Constelação</p>
<p>É um fenômeno que ocorre quando um corpo celeste passa, pela sombra de outro... Pode ser lunar ou solar...</p>			<p>Eclipse</p>
<p>Objeto celeste esférico, gasoso, quente e que emite luz... São capazes de realizar fusão nuclear...</p>			<p>Estrela</p>
<p>Fenômeno que ocorre no núcleo das estrelas... Consiste na transformação dos gases em material mais massivo gerando muita energia...</p>			<p>Fusão Nuclear</p>
<p>Corpo celeste em forma de um disco, esferoide, espiral ou irregular... É composta por gás, poeira, nebulosas, estrelas, sistemas planetários...</p>			<p>Galáxia</p>
<p>É um campo ou força de atração que surge da interação entre as massas dos corpos...</p>			<p>Gravidade</p>

<p>É o maior planeta do nosso Sistema Solar... Ele é gasoso, possui anéis e 65 satélites naturais...</p>			<p>Júpiter</p>
<p>É um satélite natural da Terra... A sua distância entre Terra é de 384 000 Km...</p>			<p>Lua</p>
<p>É um planeta rochoso, com dois satélites naturais... Ele possui água, mas é diferente à da Terra... É apelidado de planeta vermelho...</p>			<p>Marte</p>
<p>São fragmentos de asteroides ou cometas que colidem na atmosfera da Terra... São observados como estrelas cadentes...</p>			<p>Meteoro</p>
<p>São fragmentos menores de asteroides ou cometas... Eles atravessam a atmosfera da Terra e atingem o solo terrestre...</p>			<p>Meteorito</p>
<p>É o primeiro planeta do Sistema Solar e o planeta mais próximo do Sol... Sua composição é rochosa...</p>			<p>Mercúrio</p>

<p>São nuvens moleculares compostas de gás e poeira, também chamada de berçário de estrelas ou remanescentes da morte de estrelas...</p>			<p>Nebulosa</p>
<p>É um planeta gasoso, ele possui anéis e 14 satélites naturais... É o último planeta do nosso Sistema Solar...</p>			<p>Netuno</p>
<p>Corpos celestes rochosos ou gasosos que orbitam ao redor de estrelas como o Sol... Alguns possuem luas e/ou anéis...</p>			<p>Planeta</p>
<p>É um dos planetas anões conhecidos... É pequeno em relação aos demais planetas e gelado...</p>			<p>Plutão</p>
<p>É um equipamento astronômico tecnológico lançado para o espaço ou na órbita da Terra. É muito utilizado nas telecomunicações.</p>			<p>Satélite</p>
<p>É um planeta gasoso, possui lindos anéis ao seu redor e 62 satélites naturais... É apelidado de Senhor dos Anéis...</p>			<p>Saturno</p>

<p>É um sistema formado por uma estrela central, o Sol, onde orbitam planetas, asteroides, e cometas...</p>			<p>Sistema Solar</p>
<p>É a estrela mais próxima da Terra... Surgiu de uma nebulosa em rotação e também deu origem aos planetas que orbitam ao seu redor...</p>			<p>Sol</p>
<p>É um instrumento astronômico tecnológico utilizado para observar o céu e coletar informações para estudos espaciais...</p>			<p>Telescópio</p>
<p>É um planeta rochoso, possui um satélite natural, a Lua... É o único planeta habitável do nosso Sistema Solar...</p>			<p>Terra</p>
<p>É um planeta gasoso... Ele possui anéis, e 27 satélites naturais...</p>			<p>Urano</p>
<p>É tudo que há no espaço... Conjunto de todos os astros ou matéria... É o principal foco de estudos da Astronomia...</p>			<p>Universo Cosmos Mundo</p>

<p>É um rochoso e o mais quente do nosso Sistema Solar... Seu tamanho é semelhante ao da Terra... Apelidado de Estrela D'Alva...</p>			<p>Vênus</p>
--	---	--	--------------

Fonte: Autora (2024).⁴⁷

O jogo de Charadas de Astronomia Bilíngue pode ser manipulado somente por estudantes surdos e ouvintes – tanto em escolas regulares, quanto em escolas de Educação Bilíngue para surdos. Este modelo de jogo (Quadro 04) é flexível para a realização de adaptações, tanto nas descrições das charadas, nas imagens, nos sinais, quanto no número de peças. Essas adaptações ficam a critério do(a) Professor(a), a partir das suas intencionalidades e objetivos pedagógicos almejados. Espera-se que a proposta didático-pedagógica e o jogo de Charadas de Astronomia Bilíngue viabilizem a interação entre os/as estudantes, o processo de ensino-aprendizagem de Ciências e a inclusão social, educacional e científica.

Investir em recursos e propostas didático-pedagógicas multimodais que exijam a sinalização e a difusão de sinais científicos permite dar vida à linguagem científica dentro da cultura surda. Existindo os sinais para as terminologias científicas, esses podem ser apropriados pelos sujeitos surdos, pela comunidade surda e pela comunidade científica.

5.2 AstroLibras na Floresta: um breve relato da implementação

Nas primeiras semanas de Março, o grupo – formado pelos tutores(as), estudantes e Pesquisadora – realizou a escolha dos temas a serem trabalhados durante o primeiro semestre letivo de 2023. Esses temas são desenvolvidos em formato de projetos de aprendizagem. Na escolha dos temas, a estudante surda não interagiu muito, apenas concordava com as escolhas da maioria, sugerindo apenas a programação. Dentre os temas, os estudantes destacaram a horta comunitária, culinária, programação, entre outros, incluindo como possibilidades o estudo de Astronomia e de Libras.

A escolha dos temas partiu do interesse dos estudantes em aprimorar a comunicação com a colega surda e das curiosidades sobre o universo. Assim, a Pesquisadora sugeriu

⁴⁷ As definições presentes nas charadas foram baseadas em Mourão (1987), Horvath (2008) e Kepler e Saraiva (2014). As imagens foram extraídas do *website* oficial da Nasa (<https://www.nasa.gov/>) e/ou do portal de Astronomia e Astrofísica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (<http://astro.if.ufrgs.br/>). Os sinais utilizados foram realizados por Vivian (2018). O jogo foi uma elaboração original desta tese.

articular esses temas, de modo que o grupo considerou aprovada a proposta e, com isso, surgiu o projeto AstroLibras na Floresta. Os estudantes tinham autonomia para escolherem os projetos que gostariam de participar; então, só frequentaram o AstroLibras aqueles estudantes que optaram pelo tema. Porém, como o AstroLibras foi organizado em dois módulos, sendo o módulo I direcionado ao aprendizado de Libras, todos e todas as integrantes da turma Floresta participaram.

Para relembrar, conforme a sequência didática, o estudo ocorreu com encontros de 1h a 2h de duração, semanalmente, de Março e Julho de 2023. No módulo I ocorreram 5 intervenções de familiarização do grupo com a Libras e cultura surda. Já o módulo II, foi dedicado ao estudo de Astronomia e ocorreram 10 intervenções. Os dois módulos envolveram abordagens bilíngues, utilizando materiais impressos ilustrados, que foram disponibilizados ao grupo, depois fixados em cartazes na sala de aula, permitindo a visualização dos sinais e conceitos estudados. Embora os tópicos estivessem estabelecidos, na sequência didática, os planejamentos eram flexíveis e estruturados conforme as demandas do grupo; com base nas dúvidas, curiosidades e/ou dificuldades dos envolvidos. Assim, as intervenções não seguiram necessariamente a ordem dos tópicos estabelecidas na sequência conforme a proposta didática apresentada.

A dinâmica do grupo partia de uma perspectiva colaborativa, com a presença de dois ou mais tutores e monitores para o caso de estudantes com deficiência e que necessitem de apoio pedagógico em sala. Os estudantes geralmente se posicionavam em semicírculos para facilitar a visualização e o diálogo. Os tutores estavam sempre caminhando entre os estudantes, observando de perto e acompanhando no desenvolvimento das atividades. A maioria das atividades que o grupo realizava era baseada em pesquisas virtuais e/ou em livros.

Para as abordagens do AstroLibras, houve momentos expositivos, dialogados, interativos e práticos, mantendo e respeitando a dinâmica que o grupo seguia, transitando entre diferentes recursos semióticos. Neste caminho, as intervenções foram mediadas por recursos linguísticos, visuais, instrumentais e acionais, tanto digitais, quanto concretos e/ou impressos. A maior parte das intervenções foi conduzida e apresentada pela Pesquisadora que falava simultaneamente em Libras e Português, de modo bimodal, apenas nas intervenções com a Intérprete de Libras esta comunicação foi diferente.

De acordo com os tópicos definidos na sequência didática, os principais conceitos linguísticos trabalhados com o grupo no módulo I envolveram: a sinalização do alfabeto datilológico e os numerais, pronomes, cumprimentos, saudações, substantivos pessoais, de familiares, lugares e de itens escolares, situações e ações do cotidiano, calendário, advérbios

de intensidade e de tempo, verbos, classificadores e conversação. Os conceitos foram abordados de forma fluida no decorrer das 5 intervenções.

Na 1ª intervenção, foi apresentada a sinalização do alfabeto datilológico e dos numerais. Para apresentar o alfabeto, foi utilizado material impresso com a letra, o sinal datilológico, uma palavra em português e em datilologia, bem como uma imagem correspondente à palavra e inicial da letra. Após a sinalização de todo o alfabeto, cada um(a) do grupo foi convidado(a) a sinalizar o seu nome e mostrar para os colegas. Durante a sinalização do alfabeto e dos nomes pessoais, a estudante surda acompanhava atentamente cada colega, sinalizando, auxiliando e/ou corrigindo os quando usavam uma configuração de mão equivocadamente. A ação de acompanhar os colegas sinalizando fluiu espontaneamente, quando a menina percebeu o envolvimento do grupo com sua língua natural. Então, em vários momentos das intervenções, a estudante assumia o papel de protagonista, com objetivo de ensinar sua língua.

A circulação inicial da língua despertou no grupo e, principalmente, na estudante surda, a identificação com a cultura surda, pois o grupo estava se esforçando para utilizar uma mesma língua e estabelecer uma comunicação mais acessível com a colega surda. Desde os primeiros momentos com o grupo, o uso dos recursos visuais foi predominante e sempre associado ao modo linguístico, para auxiliar na composição dos significados e na promoção do interesse dos estudantes. Neste sentido, foi possível perceber o engajamento e aceitação das propostas por parte de muitos; por outro lado, outros se isolaram, não interagiam e demonstravam resistência ao aprendizado bilíngue. A resistência de alguns gerou uma nova demanda na proposta, exigindo repensar estratégias para aproximar esses estudantes que não se demonstravam confortáveis.

Na 2ª intervenção, foi realizada a sinalização dos numerais e a retomada a sinalização do alfabeto datilológico, convidando o grupo para sinalizar novamente o nome, mas incluindo informações como a idade e/ou dia do aniversário. Assim como na primeira intervenção, a estudante surda auxiliou seus colegas na sinalização, mas dessa vez circulando pela sala e indo até os colegas para acompanhar de perto a sinalização, depois retornando para o lado da Pesquisadora.

Quando a Pesquisadora solicitava a participação do grupo, nas primeiras iniciativas práticas de estabelecer conversas em Libras, aqueles(as) estudantes mais distantes tentavam sinalizar e eram mais receptivos do que em situações em que a intervenção tinha caráter mais expositivo. Então, os desafios práticos para introduzirem o uso da Libras no repertório linguístico favoreciam a interação e a participação do grupo.

A 3ª e 4ª intervenções ocorreram em um mesmo dia. Inicialmente foi apresentada a sinalização de cumprimentos e saudações, pronomes e substantivos pessoais, de familiares e lugares, calendário, advérbios de intensidade e tempo, itens escolares, situações e ações do cotidiano. Para isso, foi entregue outro material ilustrado, sinalizado e com a escrita em Português; posteriormente esse material foi fixado em cartazes na sala. Nestas intervenções também foi possível introduzir o conceito e o uso dos classificadores, da importância da expressão facial e corporal, do uso adequado das configurações de mãos e dos movimentos manuais durante uma comunicação que é predominantemente visual-acional.

Durante a sinalização, a estudante surda se posicionou ao lado da Pesquisadora, mostrando o material ao grupo juntamente com ela. A estudante surda assumiu o papel de Professora da turma e começou a sinalizar cada parte do material, observando e se baseando na postura da Pesquisadora, esperando sua aprovação em relação a sua iniciativa e empenho. A estudante surda se tornou a protagonista das intervenções.

Na sequência, cada um(a) do grupo sinalizou novamente o nome e usou algum dos sinais de uso cotidiano, como, por exemplo, sinal de “oi”, “tudo bem”, “bom dia”. Em seguida, foi lançado um desafio de criar uma conversa a colega surda e a Pesquisadora, enquanto alguém faria o papel de Intérprete de Libras. Assim, um dos estudantes que tinha maior disposição em aprender Libras se voluntariou a fazer esse papel. Junto com ele, uma das tutoras, que estava mais familiarizada com a Libras e aprimorando o uso da língua, também se disponibilizou a participar do desafio.

A conversa produzida foi simples e usou alguns sinais de saudação e de uso cotidiano, como apresentar seu nome, idade, escola e trabalho. Com isso, foi realizada uma conversa entre a Pesquisadora e a estudante surda, enquanto o menino tentava interpretar. Depois, foi realizada outra conversa similar, enquanto a tutora tentava interpretar. Embora o momento tenha envolvido poucas pessoas do grupo – provavelmente por timidez ou pouco domínio linguístico ainda – a dinâmica foi produtiva e descontraída. Além disso, o grupo observou atentamente as conversas e chamou a atenção daqueles integrantes que não estavam muito participativos nos momentos mais expositivos das intervenções.

Neste caminho, um dos tutores manifestou seu sentimento de satisfação em aprender através do silêncio e do agito das mãos, do movimento do corpo e dos olhares. Os momentos práticos, de conversação, eram mais estimulantes ao grupo e oportunizaram retomar sinais importantes de maneira contextualizada e ativa; pois aprender uma nova língua não é apenas uma repetição ou um treino, é importante saber como comunicar.

Já a 5ª intervenção foi conduzida pelos tutores, com a participação remota síncrona da Pesquisadora no primeiro momento. A parte inicial dessa intervenção envolveu retomadas, questionamentos e conversas livres, com o uso dos sinais já estudados e de outros sinais conforme curiosidade do grupo.

Em outro momento, sem a presença da Pesquisadora, como um marco simbólico⁴⁸ para o encerramento do módulo I, o grupo realizou o batismo em Língua de Sinais para cada integrante. Segundo relato das tutoras presentes na ocasião, o batismo foi emocionante, estabelecendo um sentimento de pertencimento do grupo na cultura surda e uma maior aproximação entre a estudante surda e estudantes ouvintes, fortalecendo a comunicação do grupo, o entendimento sobre Libras e cultura surda, bem como a constituição de uma comunidade surda na Floresta.

No módulo I, a maioria dos participantes questionava e tentava interagir com a colega surda. As principais dúvidas levantadas se referiam à configuração de mão, como usar um determinado sinal e/ou como sinalizar algo para a colega surda, pois o grupo percebia os prejuízos gerados na comunicação, acessibilidade, aprendizagem e inclusão, principalmente devido à ausência de Intérprete de Libras. Por esta razão, uma das tutoras procurou um aprofundamento em Libras, através de aperfeiçoamento informal, buscando materiais bilíngues disponíveis na rede e de acesso gratuito, para promover melhorias na comunicação entre a estudante surda e o grupo. Contudo, a tutora manifestou que os esforços para alcançar uma comunicação acessível eram válidos, porém, ainda não eram suficientes, se comparados com a presença formal de profissionais bilíngues e/ou de Intérpretes de Libras.

Com a conclusão do módulo I, a Libras já circulava com maior naturalidade entre o grupo. Consequentemente, o reconhecimento cultural sobre a surdez começou no processo de constituição da identidade surda da estudante; inclusive, ela passou a recusar o uso do aparelho auditivo⁴⁹, preferindo abandonar o dispositivo e priorizar a apropriação da Libras. Semelhantemente, a estudante surda demonstrou maior afinidade e aproximação com a Pesquisadora e a tutora que estava estudando Libras. Esta afinidade se deve ao olhar da estudante surda sobre a Pesquisadora e a tutora como representantes da comunidade surda dentro da escola. Em síntese, a aceitação e reciprocidade do grupo em relação à Professora-Pesquisadora foram satisfatórias, pois ela já atuava como Orientadora Educacional e tinha

⁴⁸ Simbólico no sentido de marco afetivo.

⁴⁹ O uso de implante coclear nem sempre proporciona benefícios na comunicação das pessoas surdas; e muitas vezes, o uso de aparelho e/ou implante se torna prejudicial no desenvolvimento do sujeito, pois são vários os fatores que devem ser considerados antes da intervenção por dispositivos, desde o nível de audição, um acompanhamento fonoaudiológico frequente, o interesse da família e principalmente o interesse da criança/adulto, que geralmente não é contemplado.

bom relacionamento com a comunidade escolar em geral e o grupo da turma da Floresta demonstrava apreço pela proposta bilíngue em desenvolvimento.

Neste caminho, o estudo avançou para o módulo II e, inicialmente, os estudantes realizaram pesquisas na *web* e em livros sobre tópicos de Astronomia e assuntos sobre o universo, conforme as dúvidas e/ou curiosidades que possuíam. Essas pesquisas tiveram o objetivo de sondar os interesses dos estudantes para compor e direcionar os tópicos de acordo com esses interesses.

As principais questões levantadas pelos estudantes envolveram escalas astronômicas, origem dos planetas, sistema solar, buracos negros, buraco de minhoca, o surgimento do universo e o *BigBang*. Além disso, alguns estudantes encontraram alguns sinalários já disponibilizados na rede e levaram o achado para pauta entre o grupo. As questões levantadas pelos estudantes nortearam o andamento do módulo II.

Então, com base nisso e nos tópicos definidos na sequência didática, o agrupamento conceitual do estudo foi organizado em três partes, de modo que as curiosidades dos estudantes seriam abordadas no decorrer dessas partes, a saber: i - Sistema Solar, ii - o Sol e as estrelas, iii - o universo e o *BigBang*. Entretanto, as abordagens entre as três partes foram fluídas e sem delimitações, pois os conceitos se relacionavam para articular essas partes. Assim, a 6^a, 7^a, 8^a, 9^a e 10^a intervenções foram destinadas para o estudo do Sistema Solar. Já a 11^a, a 12^a intervenções foram realizadas a partir da retomada sobre o sistema solar, o estudo do Sol e as estrelas, das estrelas aos buracos negros; por fim, a 13^a 14^a e a 15^a intervenções para o estudo do universo e o *BigBang* e o jogo de Astronomia Bilíngue com charadas.

Na primeira parte foram abordadas as escalas e proporções (6^a, 7^a e 8^a), depois a composição e origem do sistema solar (9^a e 10^a). A segunda parte envolveu a revisão das principais características do sistema solar, a formação do Sol, a evolução estelar e os buracos negros (11^a e 12^a). A terceira e última parte (13^a, 14^a e 15^a) foi destinada para uma revisão geral até o estudo do surgimento do universo, a definição sintética do *BigBang* e o encerramento com o jogo de charadas de Astronomia Bilíngue.

Neste caminho, as primeiras intervenções do módulo II (6^a, 7^a, 8^a, 9^a e 10^a intervenção) foram conduzidas pelos(as) tutores(as), com a participação remota síncrona da Pesquisadora – em alguns momentos – e assíncrona, através do compartilhamento de materiais para impressão, imagens, vídeos com simulações e orientações.

Com isso, o grupo construiu um modelo planetário usando protótipos esféricos de isopor para representar os planetas e o Sol, compondo um material concreto tridimensional do sistema solar, para serem utilizados durante o módulo II. Esse material foi colorido com tinta

pelos(as) estudantes, considerando as principais características de cada astro para caracterizar as superfícies; particularmente, o planeta Terra foi construído em camadas, para representar - além da superfície - a composição geofísica e geológica da estrutura terrestre, desde o núcleo até a crosta e atmosfera. Este material foi elaborado em outros momentos de aula, desde o início do ano letivo, paralelamente ao período de realização do AstroLibras, nas oficinas de arte e pintura que os estudantes da turma da Floresta também participavam.

Na 6^a, 7^a e 8^a intervenção os estudantes aprenderam sobre escalas Astronômicas, considerando principalmente a dimensão e as distâncias relativas entre os planetas e o Sol, bem como proporção e comparações de alguns astros, como planetas, o Sol e outras estrelas, onde os tutores realizaram dinâmicas que exigiam regra de três simples e comparações com objetos conhecidos em relação aos planetas usando escalas.

Na 9^a e 10^a intervenção, o grupo utilizou um material impresso elaborado pela Pesquisadora, contendo imagens e fichas descritivas com as principais características dos planetas e do Sol, como diâmetro, distância até o Sol, temperatura e composição, para construir um sistema solar bidimensional. Na sequência, os estudantes utilizaram o sistema solar confeccionado de isopor para sinalizar; onde a estudante surda conduziu a intervenção, posicionando os astros no chão da sala, alinhados conforme a ordem dos planetas em relação ao Sol, sinalizando cada astro paralelamente à organização do sistema solar e às instruções da Pesquisadora. Com isso, primeiramente foi possível apresentar e discutir algumas características básicas de cada astro do sistema solar, para depois apresentar os sinais para cada planeta, para a Lua, para o Sol e para o sistema solar.

Já a 11^a e a 12^a intervenções foram realizadas no mesmo dia e contaram com a presença da Intérprete de Libras que tornou a fazer parte do quadro funcional da escola. Na 11^a intervenção foi realizada uma retomada sobre escalas e a proporção do universo, bem como a revisão da sinalização dos astros do sistema solar. Para isso, foram apresentados aos estudantes dois vídeos contendo simulações sobre escala e trajetória dos astros no espaço, o primeiro vídeo foi intitulado de “O Tamanho do Universo I” e o segundo “Como se move o Sistema Solar”. Os estudantes ficavam fascinados com as simulações e solicitavam rever mais de uma vez os vídeos, para observar os detalhes com atenção.

Seguindo a retomada, foi utilizado novamente o sistema solar feito de isopor, para rever sinalização de cada planeta, da Lua, do Sol e do sistema solar, incluindo no repertório de sinais, a sinalização de outros astros que também compõem o sistema solar, realizando sua caracterização, a saber: cinturão de asteroides, asteroide, meteoro, meteorito, cometa e

satélite. Nesta intervenção, o Sol foi representado por um dos estudantes, que assumiu o papel do astro no sistema solar para torná-lo mais dinâmico.

Então, o menino que era o Sol deu início a sinalização, que ocorreu simultaneamente à distribuição dos demais astros em isopor organizados pelos estudantes no piso da sala. Assim, tanto as esferas de isopor quanto o corpo do próprio estudante se tornaram uma entidade científica. Em síntese, com a apresentação dos vídeos de simulações e na organização e sinalização dos astros do sistema solar, os estudantes tiveram uma participação mais efetiva, inclusive aqueles mais distantes e/ou resistentes interagiam durante as situações práticas.

Na 12ª intervenção foi introduzido o estudo sobre o processo de formação e evolução das estrelas, para consequentemente apresentar conceitos mais sofisticados, como nebulosas, fusão, gravidade, buraco negro, galáxia e *BigBang*. Esta intervenção teve caráter mais expositivo. Com isso, usando uma apresentação de slides contendo imagens, foi possível iniciar as abordagens sobre o surgimento das estrelas, composição e o processo de fusão, usando o Sol como estrela de referência e comparação a outras estrelas maiores. No começo desta intervenção, a Pesquisadora chamou o menino para continuar a representação do Sol, depois usou a esfera de isopor e por fim apenas as imagens dos slides.

Quanto à sinalização dos novos conceitos, o processo aconteceu consecutivamente na ordem que era necessário significar esses conceitos e o grupo sempre era convidado a sinalizar juntamente com a Pesquisadora e a Intérprete. Nesta intervenção, o *BigBang* não chegou a ser discutido. A intervenção foi finalizada com um vídeo simulando “a expansão de uma estrela” e outra simulação sobre “O tamanho de Universo II” de escalas comparando a proporção das estrelas em relação a alguns planetas e ao Sol. Os vídeos geralmente eram utilizados como forma de problematizar ou sintetizar visualmente os conceitos abordados. Novamente, os vídeos foram potencialmente favoráveis na aproximação dos estudantes aos conceitos científicos.

Nestas intervenções, a estudante surda foi mais observadora do que protagonista, na maior parte do tempo, atenta à interpretação e às imagens apresentadas. Entretanto, no final da intervenção, antes dos vídeos, a estudante surda realizou alguns comentários a respeito do conceito de fusão e sua relação com a expansão da estrela e emissão de luz, se dirigindo aos colegas e sinalizando essas relações percebidas.

A 11ª e a 12ª intervenção foram desenvolvidas no mesmo dia. Como o módulo II se encaminhava para o encerramento, as três últimas intervenções (13ª, 14ª e 15ª) envolveram, em sua maior parte, estudos de revisão. Desta forma, foi solicitado aos estudantes que anotassem e levantassem as dúvidas e assuntos que ainda não haviam compreendido e/ou

gostariam de aprender antes do encerramento das atividades. Assim, os estudantes reforçaram o interesse em compreender mais sobre os buracos negros e buracos de minhoca, sobre o surgimento do universo e sobre o *BigBang*.

Na 13ª intervenção foi entregue aos estudantes um material impresso colorido, contendo imagens e formato de fluxograma resumido dos astros estudados até o momento. Nesse fluxograma havia imagens que partiam do universo observável, grupo local de galáxias, Via Láctea, sistema solar até o sistema Terra e Lua. Na sequência havia também outras imagens destacando cada astro do fluxograma e com comparativos dos tamanhos de estrelas. Com isso, cada estudante recebeu uma cópia do material e foram discutidas as principais características daqueles astros. No final desta revisão, foi solicitado aos estudantes a elaboração de um desenho, frase ou texto sobre o que haviam aprendido até o momento. Nesta intervenção a estudante surda não esteve presente.

Na sequência, a 14ª e a 15ª intervenções foram realizadas no mesmo dia. Primeiramente, foi realizada uma retomada geral, utilizando novamente o material impresso que foi entregue na 13ª intervenção. Foram revisados conceitos e características fundamentais, a localização no espaço e a sinalização. Após as revisões dos astros disponibilizados no material impresso, foi realizada a retomada sobre evolução estelar, fusão, buracos negros, até o conceito de *BigBang*. Para isso, foi apresentada uma sequência de dez vídeos curtos, contendo diferentes simulações para dar embasamento visual para os conceitos supracitados. No final da 14ª intervenção, após as discussões, a sinalização de todos os conceitos e a apresentação das simulações e da simulação do *BigBang*, a estudante surda se manifestou mostrando como entendeu o fenômeno relativo ao surgimento do universo; assim, ela criou espontaneamente um sinal para representar o *BigBang*.

Com isso, a estudante surda se posicionou ao lado da Pesquisadora para apresentar o sinal para os colegas e validar a aceitação de todo o grupo a respeito do sinal criado. Desta maneira, a 14ª intervenção foi encerrada com empolgação pelo grupo, que parabenizou a colega surda por sua contribuição para o enriquecimento da linguagem científica em Libras.

Finalmente, a 15ª intervenção foi destinada a um fechamento teórico, através do jogo de charadas de Astronomia Bilíngue. A estrutura do jogo foi apresentada ao grupo pela Pesquisadora, que mostrou cada uma das quatro partes (conceito, sinal, imagem e descrição ou charada) e entregou as peças do jogo ao grupo, colocando cada parte do jogo em quatro classes, separadamente. Assim, todo o grupo poderia manipular as peças e ir formando os quartetos para cada astro ou fenômeno astronômico, conforme encontravam as peças correspondentes, através de um trabalho cooperativo em equipe.

Durante a dinâmica, todo o grupo se empenhou para completar o jogo; os integrantes discutiam entre si e se auxiliavam na identificação do sinal, da imagem, do conceito e/ou da charada. Assim, aqueles que ainda não estavam alfabetizados se responsabilizavam por encontrar as imagens, enquanto outros selecionavam as charadas e conceitos. Já aqueles que estavam mais familiarizados com a Língua de Sinais, procuravam os sinais. A estudante surda se empenhou a maior parte do tempo na orientação dos colegas e na busca pelos sinais.

Na conclusão do jogo, o grupo aplaudiu o encerramento da atividade e dos estudos realizados no decorrer do projeto AstroLibras. O AstroLibras teve continuidade com a participação do grupo na Feira de Ciências regional, realizada pela Unipampa no campus de Caçapava do Sul - RS e Bagé - RS. O trabalho dos estudantes consistia na apresentação do projeto AstroLibras e da importância do aprendizado bilíngue para promover a difusão da linguagem científica, a acessibilidade e inclusão das pessoas surdas nas Ciências. O trabalho recebeu prêmio destaque na Feira de Ciências.

Em suma, todo o estudo e aprendizado com o AstroLibras permitiram aos estudantes a produção de significados científicos em um contexto bilíngue, aproximando a comunidade surda e a comunidade científica, bem como demarcando as potencialidades de uma Educação Científica Bilíngue e Multimodal.

5.3 Do relato ao detalhamento retórico

Para compor as descrições e análises, o detalhamento retórico, que será apresentado nos capítulos seguintes (6 e 7), foi realizado apenas nas intervenções em que a Pesquisadora participou presencialmente e em que esteve presente a estudante surda, a saber: 1ª, 2ª, 3ª e 4ª intervenções do módulo I e, eventualmente, as intervenções que contaram com a atuação da Intérprete de Libras, a 11ª, a 12ª, bem como a 14ª e 15ª intervenções do módulo II.

Nas intervenções com a participação remota da Pesquisadora – a 5ª, 6ª, 7ª, 8ª, 9ª e 10ª – e com a falta da estudante surda na 13ª intervenção, os eventos multimodais foram prejudicados e a orquestra dos recursos semióticos ficou limitada, dificultando e, muitas vezes, inviabilizando principalmente os modos visuais. Os principais prejuízos nas intervenções remotas foram problemas de conexão via internet, problemas para projetar a tela do computador aos estudantes, dificuldade de visualização da apresentação, entre outras questões similares, levando à perda do interesse pelos estudantes. Então, a presença física da Pesquisadora favoreceu a ação docente, a transição entre os diferentes recursos semióticos e a interação entre os participantes.

Quanto à descrição e análise multimodal, as principais barreiras envolveram a gravação dos encontros, pois se tratando de um contexto escolar, com crianças e adolescentes, há muito agito, correria, passeios pela sala, entre outras situações. Com isso, frequentemente os estudantes moviam ou derrubavam as câmeras, interrompendo ou desligando a gravação; logo, alguns detalhes das intervenções se perdiam. Além disso, a falta de computadores para os estudantes também inviabilizou o uso de *softwares* de simulação de Astronomia.

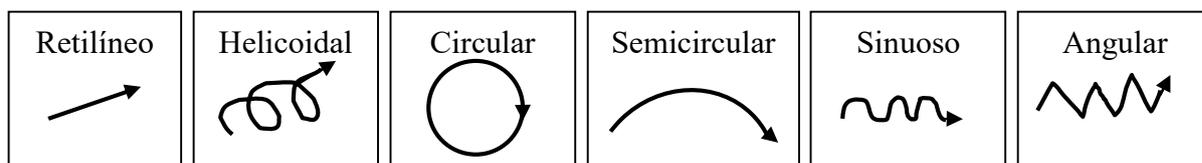
Na descrição das falas, foi utilizada uma ilustração contendo configurações de mãos (CM) (Tabela 01) e movimentos (Esboço 01) dos sinais como referência para descrever a sinalização no decorrer do texto, para caracterizar os aspectos fonológicos dos sinais.

Tabela 01 – Configurações de mãos



Fonte: Grupo de Pesquisa do curso de Libras do Instituto Nacional de Educação de Surdos (INES). Secretaria de Educação Especial, MEC, Governo Federal. Publicado por Charles Anderson Azevedo, em 15 de Outubro de 2014. Recuperado de: <http://charles-libras.blogspot.com/2014/10/configuracoes-de-mao.html>.

Esboço 1 – Movimento



Fonte: Extraído de Vivian (2018, p. 190) baseada em Kuhn (2014, p. 43).

Em síntese, os capítulos 6 e 7 têm como objetivo central relatar como os recursos semióticos multimodais são retoricamente orquestrados na ação docente durante a modelagem de um contexto bilíngue e a produção de significados científicos de Astronomia. Com isso, pretende-se apresentar um plano consistente para uma Educação Científica Bilíngue e Multimodal, considerando os pressupostos teóricos, práticos e metodológicos da aproximação entre a perspectiva sociocultural e a abordagem multimodal.

6 Modelagem de um contexto bilíngue

O presente capítulo pretende caracterizar como se constitui a modelagem de um contexto bilíngue através do conhecimento da Libras e da familiarização com a cultura surda. Com isso, são descritas e apresentadas algumas reflexões que perpassam as diferentes dimensões e transformações semióticas sociais multimodais na constituição de uma Educação Científica Bilíngue e Multimodal. O detalhamento retórico foi realizado apenas nas intervenções em que a Pesquisadora participou presencialmente e em que esteve presente a estudante surda, a saber: 1ª, 2ª, 3ª e 4ª intervenções do módulo I.

Os principais pressupostos teóricos e práticos necessários para sustentar a base do bilinguismo requerem dos sujeitos envolvidos o conhecimento da Língua de Sinais e um aprofundamento na cultura surda (Quadros, 2008a; Quadros & Karnopp, 2004; Skliar, 1998a, 1998b; Strobel, 2016). Enquanto que a modelagem de um contexto acontece durante a articulação entre os diferentes recursos semióticos (Bezemer & Kress, 2015; Jewitt et al., 2000; Kress, Jewitt, et al., 2001). Desta forma, as funções retóricas para moldar um contexto bilíngue foram abordadas sob essas duas perspectivas, a saber: conhecendo a Libras e familiarização com a cultura surda.

Nesta dimensão, são discutidas as transformações semióticas multimodais, as funções retóricas e a orquestra dos diferentes modos durante o aprendizado da Libras e da cultura surda no decorrer da 1ª, 2ª, 3ª e 4ª intervenções, que foram ministradas presencialmente pela Pesquisadora e contaram com a presença da estudante surda. Na aprendizagem bilíngue foi estudado o alfabeto datilológico, os cinco parâmetros, pronomes, saudações, sinais cotidianos, advérbios, verbos, classificadores e conversação, enfatizando aspectos fonológicos, icônicos, gramaticais e morfológicos da Libras.

6.1 Conhecendo a Libras

Na etapa de familiarização com o grupo, já foi possível observar algumas barreiras linguísticas. Essas barreiras foram identificadas pela ausência de circulação da Libras na escola e na turma da Floresta. Contudo, foi observado que havia tentativas de compreender a estudante surda por parte dos tutores e de alguns colegas, que se empenhavam em estudar Libras para melhorar a comunicação. Da mesma forma, também foi possível perceber que os esforços para proporcionar a inclusão da menina se intensificaram quando ela passou a

frequentar a turma da Floresta. Igualmente, a estudante surda tentava aprender a Libras e Português, mas ainda não utilizava sua língua materna (a Língua de Sinais) como principal ferramenta de comunicação, teve o início do aprendizado bilíngue tardio, com pouco contato com profissionais Intérpretes de Libras e raros encontros com outras pessoas surdas.

Essas barreiras denotaram o distanciamento e isolamento da estudante surda, bem como a infrequente tentativa dos seus colegas em tentar uma comunicação com ela. Esta situação já era esperada, pois as barreiras linguísticas e políticas configuram uma situação excludente e recorrente em escolas regulares – que deveriam ser inclusivas – em que a pessoa surda é uma minoria linguística e a Libras não é uma ferramenta prioritária na comunicação da maioria ouvinte (Borges & Costa, 2010; Botan & Paulo, 2014; Cozendey, Pessanha, et al., 2013; Darroz et al., 2020; Dias et al., 2020; Freitas et al., 2021; J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021; W. D. de Oliveira & Benite, 2015b, 2015a; M. Pessanha et al., 2015; Picanço & Cabral Neto, 2017; Vivas et al., 2017; Vivian & Leonel, 2019, 2021b; Xavier et al., 2019).

Então, a estudante surda passou a ser percebida como um sujeito socialmente passivo entre seus colegas ouvintes e culturalmente estrangeira no contexto escolar; mas isso possivelmente não aconteceu de forma intencional, pois o grupo tinha uma atitude acolhedora e amigável entre os pares. A literatura destaca que, geralmente, os estudantes aceitam e respeitam o colega surdo, mas o problema maior é que a comunicação não flui em sala de aula (Botan & Paulo, 2014); são às diferenças linguísticas e culturais que situam a pessoa surda na condição de estrangeira (Skliar, 1998a; Strobel, 2016). Essa condição socialmente implícita expande os abismos existentes entre surdos e ouvintes (Vivian & Leonel, 2021a); gerando a exclusão social e educacional da estudante surda – como forma de privação cognitiva.

Somado a isso, a falta de Intérprete de Libras⁵⁰ constantemente com a estudante surda era um agravante considerável, intensificando o distanciamento entre a estudante, sua língua natural (a Língua de Sinais), sua cultura própria e sua identidade surda. A presença de Intérpretes de Libras para estudantes é assegurada por lei, (Brasil, 2005, 2010; Quadros, 2004). Contudo, mesmo assim, o direito da estudante surda não foi totalmente garantido e respeitado. Possivelmente, por ser uma minoria linguística na sala de aula (W. D. de Oliveira & Benite, 2015a) e, culturalmente, percebida como uma estrangeira dentre os ouvintes

⁵⁰ A intérprete de Libras atuou na escola, junto a esta estudante da turma da Floresta, no ano letivo de 2022, retornando para a escola apenas em julho de 2023 e atendendo a estudante somente duas manhãs, conforme determinação da Secretaria Municipal de Educação na época. Essa profissional teve sua carga horária dividida para o atendimento de estudantes surdos matriculados em escolas municipais distintas. Além disso, nessa escola já haviam transitado diferentes intérpretes de Libras, inclusive voluntariamente, sendo que cada um(a) permaneceu por pouco tempo no atendimento da estudante surda.

(Skliar, 1998a; Strobel, 2016), a estudante surda se tornou invisível aos olhos dos poderes públicos⁵¹ municipal.

Além disso, a estudante surda teve o ensino tardio da Libras e estava em processo de aquisição da Libras e alfabetização da Língua Portuguesa escrita. Há décadas se sabe que o aprendizado tardio da Língua de Sinais compromete a comunicação das pessoas surdas (Goldfeld, 1997; Skliar, 1998a); mas, isso ainda perpetua nas escolas regulares, reforçando os prejuízos e atrasos no aprendizado dos conceitos científicos escolares (Borges & Costa, 2010; Vivas & Teixeira, 2015; Vivian & Leonel, 2021a, 2022a).

Portanto, antes de começar os estudos científicos, foi preciso investir no estudo linguístico, para possibilitar acesso linguístico da estudante surda, favorecer a interação e viabilizar a comunicação entre o grupo, pois primeiro deve-se difundir a Libras e a cultura surda e depois proporcionar uma aproximação entre a comunidade surda e a comunidade científica.

Com isso, e considerando as barreiras linguísticas pré-existentes, a introdução da Libras na turma da Floresta teve que partir do nível mais básico e ir avançando conforme o grupo se envolvia com a língua. Assim, o estudo bilíngue começou com caráter mais expositivo e demonstrativo, onde a Pesquisadora ministrou através das duas línguas – Libras e Português – consecutivamente, fazendo o papel de docente bilíngue e de Intérprete de Libras em alguns momentos. Para isso, a Pesquisadora contou com o apoio das tutoras e, inicialmente, o modo linguístico foi predominante, mas esteve sempre articulado ao modo visual – na apresentação de materiais impressos e ilustrados⁵² que teve uma função secundária nos primeiros momentos.

As abordagens bilíngues começaram com a fala de uma das tutoras (Excerto 01), que enfatizou a importância de o grupo aprender Libras, destacando a estudante surda como uma representante da diversidade linguística entre o grupo, justificando que o AstroLibras era fundamental para inclusão dessa estudante. A Pesquisadora realizou a interpretação simultânea da fala da tutora durante o pronunciamento. Essa fala pode ser constada na seguinte narrativa:

⁵¹ Dado o número de estudantes surdos matriculados na rede municipal de ensino de Caçapava do Sul – RS e o número de profissionais intérpretes informados pela Coordenadora da Educação Especial no município, obviamente as demandas de cada estudante não seriam atendidas. Contudo, mesmo com a equipe diretiva da escola e o coordenador do projeto Escola da Floresta solicitando a ampliação da carga horária da intérprete para essa estudante, nada foi feito pela Secretaria Municipal de Educação no ano letivo de 2023.

⁵² As figuras para compor o material produzido pela pesquisadora foram coletadas do <https://www.google.com/intl/pt-BR/photos/about/>, na busca por desenhos para colorir de acesso livre.

Excerto 01- Tutora faz apresentação do AstroLibras

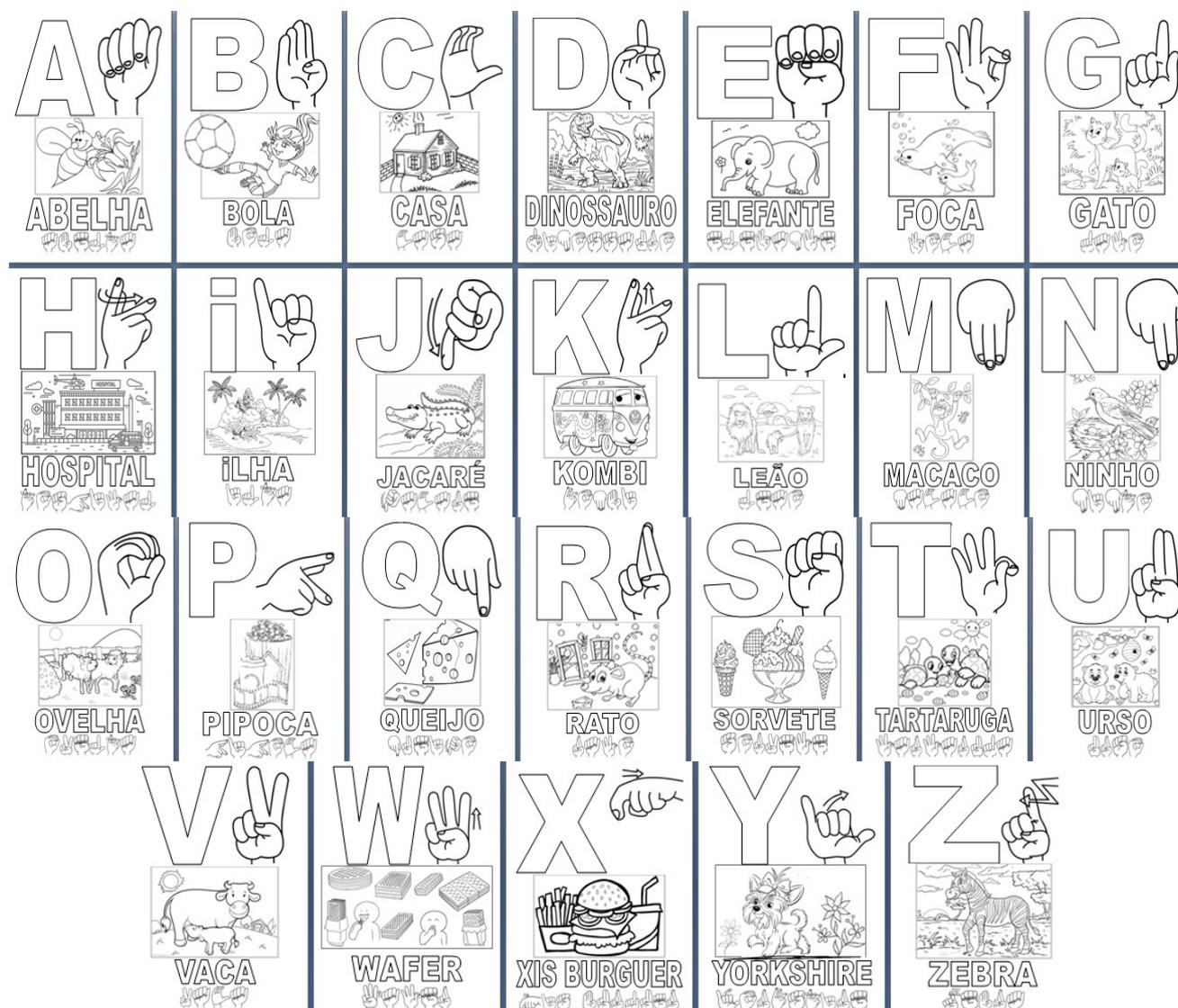
Tutora Mari: *“Oh, eu vou falar. Esse projeto, de Astronomia, vai ser o único que vai ser bilíngue. Ok?! É muito importante gente; esse projeto pra inclusão da (estudante surda), todos os outros projetos, ela fica se esforçando para entender e esse projeto de Astronomia. Agora, com a ajuda da Ellen, nós vamos nos esforçar, para a partir da língua dela, que é a Libras e nós vamos estar aprendendo Libras junto com esse projeto. Por isso, que ele é indispensável, porque todos os outros projetos, a inclusão dela fica mais difícil e já que esse a gente vai ter a parceria da Ellen, então nós vamos seguir com esse projeto por uma questão de incluir ela e aproveitar essa oportunidade, tá?!”*(Excerto extraído de registro audiovisual, 27 de Março de 2023).

Então, a tutora reconhecendo as barreiras linguísticas como uma das causas para o isolamento da estudante surda, nas suas primeiras falas (excerto 01) que tiveram o objetivo de destacar o valor social e educacional do aprendizado bilíngue na turma, para incluir a menina surda em uma escola formada por uma maioria ouvinte, possibilitando que a menina participe das atividades com equidade e igualdade nas condições de acesso aos conhecimentos. No primeiro excerto, a tutora usou o modo linguístico auditivo-oral para orientar os estudantes ouvintes, enquanto a Pesquisadora usou o modo linguístico visual-acional para orientar a estudante surda. Este episódio foi o marco inicial das atividades bilíngues.

6.1.1 Datilologia e Configuração de Mão: introduzindo os aspectos fonológicos da Libras

Na sequência, a Pesquisadora assumiu o desenvolvimento da proposta, bem como apresentou o alfabeto (Figura 02) e os numerais. Sabendo que a visualidade é uma das características fundamentais nas experiências linguísticas, sociais e educacionais na cultura surda (Campello, 2007; Quadros, 2008a; Strobel, 2016), um material didático bilíngue deve explorar substancialmente o modo visual na representação dos significados. Assim, a apresentação não é uma comunicação centrada no aspecto bimodal (oral e sinalizada), mas passa a assumir um caráter multimodal (oral, sinalizada, imagética...).

Figura 02 – Alfabeto datilológico bilingue e ilustrado



Fonte: Arquivo pessoal da Pesquisadora (captura de tela extraída de Word, 27 de Março de 2023).

Nessa apresentação, o modo linguístico foi associado ao modo visual, através do uso de um material impresso ilustrado (Figura 02), contendo a letra ampliada, uma palavra com a inicial daquela letra, a escrita em Português e em datilologia, com uma figura correspondente. Aqui o modo visual teve o objetivo de introduzir as primeiras noções linguísticas que orientam o aprendizado de uma nova língua, considerando a compreensão fonética das letras do alfabeto (som e datilologia) como parte constituinte das palavras e dos sinais. A fonologia da Libras e do Português são distintas e cada uma carrega aspectos morfológicos e gramaticais particulares (Quadros & Karnopp, 2004; Quadros et al., 2008, 2009).

Então, o modo visual associado ao modo linguístico complementou a representação das diferenças fonológicas das duas línguas, pois enquanto uma língua se baseia na

modulação do som, a outra se baseia nas formações manuais. Demarcar as diferenças é fundamental para que se perceba a influência cultural auditiva e visual na constituição das duas línguas. Os multimodos de representação se articulam para favorecer a expressão dos significados aos diferentes leitores (Kress, 2010) conforme as experiências culturais que carregam. Assim, a Pesquisadora usou o material para conduzir visualmente e oralmente o grupo, mostrando cada letra, seu sinal e o sinal da palavra correspondente a inicial com a letra apontada. Com isso, a Pesquisadora apresentou as letras do seguinte modo, por exemplo, a letra “A”, de “abelha”, depois, sinalizavam “abelha”; letra “B”, de “bola”, depois sinalizavam “bola” e assim por diante.

Entretanto, embora os recursos linguísticos e visuais estivessem articulados, a apresentação do alfabeto baseado na relação entre a letra e uma palavra com sua inicial parte de uma metodologia fonológica frequentemente aplicada no processo de alfabetização para crianças ouvintes. Já no caso da cultura surda, essa relação nem sempre impacta positivamente no aprendizado de Libras pelas crianças surdas, pois pode carregar pouco significado fonológico na perspectiva da surdez. Então, de acordo com os exemplos acima, o sinal de “abelha” não tem vínculo fonológico com o sinal da letra “A”.

Assim, a Pesquisadora introduziu a relação entre a configuração de mão e os sinais em Libras. Para isso, para algumas letras do alfabeto, também foram sinalizadas terminologias com a configuração de mão equivalente, para destacar o aspecto fonológico da Libras. Desta forma, para a letra “A”, por exemplo, a Pesquisadora mostrou o sinal de “saudade”, que utiliza uma configuração de mão “A” (CM: 67) com movimentos circulares na região central do tórax; a Pesquisadora chamou a atenção do grupo para não confundir a inicial da palavra “saudade”, que começa com a letra “S”, pois isso é válido se for considerado o caráter fonológico em Português. Similarmente, salientou que o alfabeto datilológico e as configurações se tratam de categorias linguísticas distintas, porém coincidem em alguns aspectos fonológicos da Língua de Sinais.

Neste sentido, se tratando de uma língua visual-acional, associar o ensino do alfabeto datilológico com sinais que utilizam as configurações de mãos correspondentes, carrega maior significado linguístico para pessoas surdas, devido ao caráter fonológico contido no modo visual-acional. Por outro lado, para pessoas ouvintes, relacionar as letras do alfabeto com palavras contendo as iniciais correspondentes é mais significativo, devido ao caráter fonológico da língua oral ser fortemente associado ao modo auditivo-oral. A Pesquisadora salientou para o grupo essas relações no seguinte narrativa abaixo (Excerto 02):

Excerto 02 – Pesquisadora chamando atenção do grupo para cultura surda

Ellen: *“Alguns aprendem pelo som, a (estudante surda) pelo visual. Aqui eu coloquei o sinal da abelhinha, porque começa com a letra “A”, em Português, mas olhem só o sinal da abelha (uma mão usando CM: 40, fazendo movimento helicoidal até o outro braço), é a letra “A”? É assim a letra “A” (CM: 67). Um sinal com a letra “A”, “saudade”, que começa com a letra “S”, estão percebendo que não é sempre igual? Então, hoje, a gente vai ver o alfabeto com a letra e palavra em Português, mas nas outras atividades, podemos usar o mesmo alfabeto com o sinal da configuração de mão.”* (Excerto extraído de registro audiovisual, 27 de Março de 2023).

Na narrativa (Excerto 02), foi possível observar, desde a primeira frase, que a Pesquisadora usou o modo linguístico bimodal para enfatizar as características sociolinguísticas entre surdos e ouvintes, ao dizer *“Alguns aprendem pelo som, a (estudante surda) pelo visual [...]”* e, na sequência, ainda usando o modo linguístico bimodal destacou as semelhanças e distinções linguísticas existentes entre a Libras e o Português, por meio do comportamento fonológico de ambas as línguas. Nas duas situações o modo linguístico foi empregado através do uso de comparações para marcar a diferença (Jewitt et al., 2000), porque no grupo há estudantes ouvintes e uma estudante surda.

Além disso, a narrativa da Pesquisadora (Excerto 02) teve função retórica de instigar nos estudantes o reconhecimento de algumas particularidades da comunicação manual – visual-acional – e das características linguísticas e culturais presentes na Libras. É fundamental para os ouvintes entenderem que a Libras possui composição morfológica, ortográfica e gramatical própria (Quadros & Karnopp, 2004), é uma língua independente como qualquer outro dialeto. Então, a Libras não é o Português sinalizado e deixar isso explícito permite reconhecer a plenitude de uma língua não oral, que diverge dos padrões culturais e sociais da comunicação oral entre ouvintes.

Nesse sentido, ainda sobre o excerto anterior, uma das tutoras questionou a Pesquisadora sobre o modo utilizado para ensinar uma pessoa surda o significado atribuído aos sinais, se tratando de uma língua visual. O levantamento deste questionamento, provavelmente, indica que já havia uma percepção inicial sobre as diferenças linguísticas na produção dos significados. Então, surgiu a dúvida sobre como essa produção de significados acontece para as pessoas surdas, já que na cultura ouvintista a visualidade passa despercebida (Skliar, 1998a). Segue a narrativa elaborada (Excerto 03):

Excerto 03 – Tutora questionando o aprendizado bilíngue para a colega surda

Tutora Mari: “*Como é que tu explica, para ela, que isso aqui é saudade?* (CM: 67, com movimento circular no centro do tórax)” .

Ellen: “*Ela deve conhecer o sinal!*”. A Professora Pesquisadora se direciona a estudante e questiona: “*Conhece esse sinal, de saudade?*” (utilizando sinal de abraço + sinal de encontro + sinal pessoas + expressão facial contraindo olhos e boca + intensificador interrogativo)

Estudante: “*sim, é saudade!*” (flexão afirmativa com a cabeça + sinal de saudade + sinal longe).

Tutora Mari: “*Ah... olha tem que fazer a expressão!*”

Tutora Lu: “*Ah... Vocês perceberam a necessidade da expressão, né, tipo!*” (se direcionando aos estudantes ouvintes).

Ellen: “*Sim, tem muito movimento corporal também, vocês viram, eu fiz assim?*” (sinalizando saudade e intensificando a expressão facial e movimento corporal).

Tutora Lu: “*Hum... Dói no peito! Ah... Faz sentido!*” (excerto extraído de gravação audiovisual, 27 de Março de 2023).

O aprendizado de uma língua ocorre naturalmente quando a criança observa seus familiares e vai se apropriando dos signos linguísticos, com base nas interações dentro do contexto que vive (Vygotski, 1991; Vygotsky, 1934). Portanto, a fala da Pesquisadora (Excerto 03) teve intenção de orientar grupo sobre o processo natural da apropriação da língua, pois não é preciso necessariamente mostrar para criança o objeto ou pessoa e dizer a terminologia que representa aquele objeto ou pessoa, ela aprende o conceito de mãe e o que ela significa dentro da relação mãe e filho, por exemplo, sem ter sido apresentado ao conceito antes. Já para uma criança com deficiência, o processo pode ser bem diferente, não devidamente por razões biológicas, mas por fatores culturais e de interação sociais divergentes (Vigotski, 2011; Vygotski, 1983).

No caso de uma criança surda oriunda de uma família de ouvintes, o processo natural de constituição da fala pode não ocorrer. Geralmente, as crianças surdas com pais ouvintes desenvolvem um tipo específico de comunicação sinalizada familiar, mas o aprendizado formal da Língua de Sinais só acontece na fase em que a criança começa sua escolarização (Skliar, 1998a). Este é o caso da estudante surda da turma da Floresta, que começou o aprendizado bilíngue na escola, porém tardiamente e não contínuo.

Então, a Pesquisadora usou o questionamento da tutora para demonstrar a importância de contextualizar um sinal desconhecido na apresentação para a criança surda, salientando também a importância de salientar as expressões corporais e faciais linguísticas e o aspecto icônico que os sinais atribuem ao significado. O aprendizado bilíngue deve priorizar a contextualização visual no aprendizado da Língua de Sinais como L1 e, após isso, começar o aprendizado da língua escrita como L2, sempre partindo de um contexto (Campello, 2007; Quadros, 2006; Skliar, 1998b) e usando os parâmetros linguísticos para demarcar o caráter fonológico da Libras (Quadros & Karnopp, 2004; Quadros et al., 2008, 2009).

Por isso, a Pesquisadora chamou a atenção para as diferenças fonológicas desde o início e começou a relacionar com situações contextualizadas, pois tanto para surdos quanto para ouvintes, a contextualização é importante. Os sinais são elementos linguísticos, eles são signos com padrões não convencionais nas línguas orais (Quadros & Karnopp, 2004; Quadros et al., 2008, 2009). Além disso, como apontam os pesquisadores na área da multimodalidade e dos estudos socioculturais, os signos partem de um contexto social e cultural, sempre relacionados a este contexto e influenciados por ele (Jewitt et al., 2000; Kress, 2010; Vygotsky, 1934; Wertsch, 1998).

6.1.2 Os cinco parâmetros e a iconicidade linguística da Libras

Com isso, foi possível introduzir ao grupo as noções sobre os cinco parâmetros da Libras⁵³, a saber: configurações de mãos, expressões faciais-corporais, movimento, ponto de articulação e orientação, pois a expressão facial-corporal, os movimentos manuais e os intensificadores possuem função gramatical para dar sentido ao signo linguístico na Língua de Sinais (Quadros & Karnopp, 2004; Quadros et al., 2008, 2009; Skliar, 1998b, 1998a), como função retórica para destacar os aspectos fonológicos da Língua de Sinais e as relações desses

⁵³Os cinco parâmetros correspondem a morfologia da Libras, isto é, a estrutura gramatical e composição fonológica da Libras, a saber: Configuração de Mão (CM), Ponto de Articulação (PA), Movimento (M), Orientação ou Direção (O/D) e Expressão Facial ou Corporal (EF/EC) (Felipe, 2007; Quadros & Karnopp, 2004; Quadros et al., 2008, 2009). A CM são as formas das mãos e podem ser marcadores de gênero (animado: pessoa e animais / inanimado: coisas); o PA é onde posicionamos as mãos, que podem tocar alguma parte do corpo: cabeça, mão, tronco ou estar em um espaço neutro vertical (do meio do corpo até a cabeça) e horizontal (à frente do emissor), pode ser uma marca de concordância verbal com o advérbio de lugar; o M pode ser uma raiz verbal, a alteração na frequência do movimento, podendo ser: uma marca de aspecto temporal, um advérbio de modo, um intensificador; já a O/D, consiste em uma concordância número-pessoal, um advérbio de tempo (Felipe, 2007; Quadros & Karnopp, 2004). EF/EC são marcações não-manuais feitas simultaneamente com os sinais ou com toda a frase; no nível da sintaxe indicam as sentenças na forma afirmativa, exclamativa, interrogativa, negativa ou imperativa; no nível morfológico estão relacionadas a grau e apresentam escopo sobre o sinal que está sendo produzido; também, possuem função adjetiva, pois podem ser incorporadas ao substantivo independente da produção de um adjetivo e estão associados ao grau de intensidade e os substantivos incorporam o grau de tamanho (Quadros & Karnopp, 2004; Quadros et al., 2008).

aspectos com a visualidade, que é a marca das características sociolinguísticas e da cultura surda.

Seguindo a sinalização do alfabeto, esse aspecto se destacou em vários momentos; na letra “F”, por exemplo, um menino perguntou para a Pesquisadora como poderia perguntar para a colega surda o sinal da “foca”, conforme a conversa abaixo (Excerto 04):

Excerto 04 – Pesquisadora orientando estudante a se comunicar com a colega surda

Estudante neurotípico: *“Ah, prof. como é... que fala o sinal de foca em Libras?”*

Ellen: *“pergunta pra ela!”*

Estudante neurotípico: *“Mas como é que fala isso pra ela?”* (balançando a cabeça e erguendo seus ombros para cima com timidez)!

Ellen: *“ué, fala pra ela!”* (Excerto extraído de registro audiovisual, 30 de Março de 2021)

Desta forma, a Pesquisadora orientou o estudante a mostrar o desenho da foca na folha da letra “F” para a colega, assim ela entenderia que deveria sinalizar para ele. A Pesquisadora usou a insistência como estratégia para estimular a comunicação e tentar diminuir o abismo entre o estudante ouvinte e a estudante surda. Este caso mostrou como as diferenças sociolinguísticas podem gerar distanciamentos culturais e impactar negativamente na comunicação entre surdos e ouvintes (Skliar, 1997); há, por vezes, um desconforto em relação às pessoas que fogem do padrão humano de normalidade, que são as pessoas com deficiências, isso ocorre por falta de conhecimento sobre as diferenças (Vigotski, 2011; Vygotski, 1983). Os anos de segregação das pessoas surdas – e de pessoas com outras deficiências e/ou neurodiversidades – reforçaram o conceito de anormalidade humana (Skliar, 1997; Strobel, 2009).

Portanto, o desconforto pode ser uma reação espontânea das crianças, talvez inconsciente e sem o objetivo de impactar negativamente o próximo, mas, possivelmente, tem um fundo psicológico, sociocultural e histórico enraizado nos prejuízos da segregação e do desconhecimento sobre aqueles que são diferentes e/ou apresentam fenótipos biológicos, físicos, linguísticos, comportamentais e/ou cognitivos divergentes. Contudo, qualquer indicativo de noção de anormalidade sobre as pessoas com deficiências precisa ser ressignificada em práticas educacionais inclusivas (Skliar, 1997). Então, estabelecer tentativas de comunicação entre os pares tem função retórica de usar a língua com naturalidade e quebrar o silêncio.

Com isso, o menino apontou para o desenho da foca e a menina prontamente sinalizou (com as duas mãos fazendo CM: 01 e movimento retilíneo batendo palmas suavemente). O sinal de “foca” é icônico e imita o movimento que as focas fazem com as nadadeiras – batendo palmas. Nas primeiras tentativas de comunicação com a estudante surda, o grupo era muito tímido, precisando da interferência frequente da Pesquisadora.

Na sequência, outro exemplo que destacou a iconicidade⁵⁴ (Quadros & Karnopp, 2004) do sinal aconteceu na sinalização da letra “O”, em que uma das tutoras questionou porque o sinal de “ovelha” era daquele modo (CM: 49, com movimento semicircular nas laterais da cabeça), segundo a Pesquisadora, o sinal evidenciava o formato dos chifres do macho, o mesmo ocorreu na letra “V”, para sinalizar “vaca” (CM: 64, movimento circular, posicionada na cabeça). A tutora manifestou que é muito importante saber o motivo de o sinal se configurar de um determinado modo.

Geralmente, quando os participantes identificavam a iconicidade dos sinais, tanto os estudantes, quanto os tutores manifestavam apreciação, usando interjeições sonoras do tipo: “Oh!”, “Ah!”, “Nossa!”, “*Que legal isso!*”. No caso da letra T, uma tutora comentou sobre a configuração de mão icônica, dizendo: “*Que bonitinho a Tartaruga!* (Capovilla & Raphael, 2006)” (Tutora Mari: excerto extraído de gravação audiovisual, 27 de Março de 2023). O mesmo ocorreu em intervenções mais avançadas, no estudo dos sinais do uso cotidiano, como no caso do sinal para “boa noite”, um tutor enfatizou a expressão facial dizendo: “*Cara de sono!*” (Tutor Bruno, excerto extraído de registro audiovisual, 28 de Abril de 2023), também no sinal de “mate/chimarrão” e de “Rio Grande do Sul”: “*ah, parece o laço, é o laço né?!*” (Tutor Bruno, excerto extraído de registro audiovisual, 28 de abril de 2023).

Já na sinalização de “flor” e “primavera”, uma das tutoras notou que ambos eram sinalizados do mesmo modo, usando os mesmos parâmetros linguísticos. No momento, a Pesquisadora esclareceu que, assim como no Português, na Libras pode coexistir signos linguísticos idênticos, mas com significados distintos ou, então, mais de um signo para um mesmo significado.

Além disso, em geral, o grupo demonstrava interesse e preocupação em sinalizar corretamente e em conseguir se comunicar com a colega surda, pois faziam perguntas para aprimorar o repertório linguístico. Da mesma maneira, a estudante surda protagonizava muitos momentos, junto da Pesquisadora, orientando seus colegas na sinalização. Então, o

⁵⁴Sinais icônicos são os sinais em que os parâmetros linguísticos utilizados têm semelhanças visuais com os significados que representam.

abismo linguístico e cultural estava começando a diminuir e os esforços para conseguirem se comunicar com a menina surda passaram a se intensificar entre o grupo.

Neste caminho, outro exemplo utilizado pela Pesquisadora, para abordar os aspectos dos parâmetros linguísticos da Libras, envolveu os sinais de “triste” e “feliz” (no primeiro, usando CM: 64, posição abaixo do queixo e expressão facial comprimida, no segundo sinal, as duas mãos fazem CM: 19, com movimento sinuoso na lateral do rosto até o tronco do corpo e expressão facial expansiva e sorridente).

Similarmente, é possível verificar esse exemplo na seguinte fala da Pesquisadora: *“Olhem, o sinal de triste e a expressão que estou fazendo, oh, como fica o sinal sem expressão, não faz sentido né. Oh, o sinal de feliz, expressão facial, perceberam?”* (movimentando afirmativo, balançando a cabeça e sorrindo)” (Pesquisadora, excerto extraído de registro audiovisual, 28 de Abril de 2023). O modo linguístico bimodal enfatizou para os estudantes a necessidade e importância da expressão facial como recurso gramatical na Libras, com finalidade de expressar e comunicar.

Assim, as primeiras dúvidas do grupo surgiram logo após a sinalização do alfabeto, alguns estudantes questionaram para a Pesquisadora sobre o sinal de “mãe”, de “mulher”, e de “pai”, por exemplo. Frequentemente, os participantes questionavam como sinalizar algo – como, por exemplo, as horas, os dias, alguns animais – e/ou mostravam como fazer para a Pesquisadora ou para a colega surda os sinais que conseguiam. Isso era realizado pelo grupo com o objetivo de obter validação e aprovação das duas pessoas que dominavam a língua naquele contexto.

O grupo se esforçava para atender às expectativas da colega surda (conseguir se comunicar, interagir e ser incluída) e da Pesquisadora (possibilitar o aprendizado da Libras e da cultura surda). Com isso, alguns sinais foram estudados a partir das dúvidas dos estudantes. Neste momento, a Pesquisadora apresentou algumas informações que pudessem destacar outros aspectos gramaticais e morfológicas da Libras, por meio de mais exemplos.

6.1.3 Gramática e morfologia da Libras: algumas noções complementares

A Pesquisadora também destacou a necessidade de associar mais de um sinal para conceituar, exemplificando como é realizado o uso gramatical na diferenciação de gênero feminino e/ou masculino na Libras, que ocorre através do uso dos sinais “homem” e/ou “mulher” associado ao substantivo neutro. Neste caso, a Pesquisadora exemplificou com o

sinal de “amigo” e de “amiga” (CM: 03, movimento retilíneo, com a mão posicionada na diagonal do tórax).

Portanto, nos exemplos supracitados, referente ao uso dos parâmetros e articulação entre os sinais para compor o significado, a Pesquisadora orientou os estudantes sobre algumas possibilidades para estabelecer uma comunicação com a colega surda. O reconhecimento dos modos de sinalização deve carregar os significados do que se pretende comunicar, nem sempre são óbvios para as pessoas ouvintes que, em geral, não estão acostumadas com a linguagem visual-acional.

Quanto à morfologia da Libras, a Pesquisadora também enfatizou que a Língua de Sinais se trata de uma língua viva, fluida e em constante transformação. Com isso, a Pesquisadora realizou uma comparação entre a Libras, a Língua Portuguesa, e as tecnológicas digitais, contextualizando que, assim como as novas tecnologias são criadas na sociedade, novas palavras também surgem na Língua Portuguesa – para suprir as demandas nas inovações – na Libras, também se percebe o mesmo fenômeno.

Então, a Pesquisadora exemplificou mostrando o sinal de telefone (CM: 64, posicionado no ouvido) e o sinal do celular digital (dedo indicador passando sobre a palma da mão). Um sinal lembra o modelo dos primeiros telefones que surgiram, já o segundo sinal, remete ao formato e movimento dos celulares com toque de tela. A Pesquisadora usou a comparação entre as línguas como retórica para enfatizar que os parâmetros linguísticos são moldados conforme a evolução da sociedade. Segundo a semiótica social da multimodalidade as transformações linguísticas dependem do meio social e são modeladas por ele (Bezemer & Kress, 2015; Kress, 2010).

Durante as retóricas adotadas, a Pesquisadora transitou entre modo linguístico, o modo visual o modo acional, usando o material impresso ilustrado, oralizando e sinalizando, bem como caminhando pela sala e se posicionando em frente de cada participante (Imagem 01 e 02) – para apresentar os sinais e solicitar que sinalizassem junto a ela. Frequentemente a Pesquisadora conduzia os materiais impressos com as ilustrações até cada um (Imagem 01), para destacar algum detalhe e se certificar que todo o grupo conseguisse enxergar o conteúdo do material.

Imagem 01 – Pesquisadora caminhando e apresentando os sinais com material impresso



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (captura de tela extraída de registro audiovisual, 27 de Março de 2023).

A ação de caminhar, ir à frente das pessoas, se aproximar dos participantes e pedir para realizarem a sinalização conjuntamente (Imagem 01), contribuiu para a circulação da Libras e proporcionou a interação entre os participantes e a Pesquisadora, servindo recurso semiótico para chamar a atenção do grupo às peculiaridades linguísticas da Libras e garantir que houvesse reciprocidade de cada participante.

Em geral, os tutores também faziam isso espontaneamente (Imagem 02), pois se baseavam em metodologias e práticas de comunidades de aprendizagem, partindo de relações interpessoais mais horizontais e cooperativas com os estudantes. O modo acional, principalmente no ato de ir até cada participante, contribuiu para aproximar o grupo dos sinais e estimular a participação, as tentativas e algumas sinalizações.

Imagem 02 – Pesquisadora e tutores orientando o grupo e indo até os estudantes



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (captura de tela extraída de registro audiovisual, 30 de Março de 2023).

Na foto (Imagem 02) é possível observar que há uma troca de olhares entre tutores, Pesquisadora e estudantes, que também fazem alguns sinais. Então, o modo acional assumiu uma função de possibilitar ou favorecer a interação. Conforme os participantes se

apropriavam dos sinais, a comunicação com a colega surda começou a ser mais frequente, pois os colegas mostravam alguns dos sinais para ela e esperavam sua validação. Assim, o estudo avançou para estudos mais elaborados.

6.1.4 Sinalário contextualizado

Com o andamento dos estudos, a Pesquisadora levou outros materiais impressos (Figura 03) para compor um sinalário básico, contendo o alfabeto em diferentes formatos, numerais, pronomes, saudações, itens escolares, advérbios, verbos e ações cotidianas.

Novamente, o modo visual foi associado ao linguístico, pois o material era composto por imagens das letras, palavras, sinais e objetos correlacionados.

Figura 03 – Sinalário básico



Fonte: Arquivo pessoas da Pesquisadora (captura de tela extraída de Word, 28 de Abril de 2023).

O grupo já estava percebendo as diferenças linguísticas e culturais entre eles (ouvintes) e a colega surda. O olhar sobre a surdez não deve reforçar uma noção de deficiência enquanto condição incapacitante dos sujeitos, pelo contrário, deve fortalecer a compreensão sobre as diferenças enquanto aspectos antropológicos da diversidade humana (Skliar, 1997, 1998a, 1998b). Então, o material serviu para marcar a representatividade surda na sala de aula.

Assim, o grupo organizou todo o material impresso que a Pesquisadora disponibilizou em um mural (Imagem 03), para que a visualização dos sinais estivesse acessível diariamente e pudesse facilitar a comunicação, relembrando os sinais quando necessário e tornando a sala um registro visual do trabalho realizado pelo grupo. Os registros visuais disponibilizados pela sala se tornam importantes instrumentos de comunicação e aprendizagem (Bezemer & Kress, 2015).

Imagem 03 – Pesquisadora e estudante surda apresentando os sinais com o mural



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (captura de tela extraída de registro audiovisual, 28 de Abril de 2023).

Na foto (Imagem 03) também é possível observar um dos momentos práticos de sinalização, novamente, contando com a atuação central da estudante surda. Durante os momentos práticos, os participantes direcionavam atentamente os olhares para a estudante surda, que conduzia as situações junto da Pesquisadora; enquanto isso, o grupo levantava algumas questões e/ou fazia colocações contextuais, para melhor compreender como se comunicar com ela. Nessa foto (Imagem 03) há uma orquestra considerável de eventos multimodais, a saber: o modo linguístico – sendo empregado pela Pesquisadora, pela estudante surda e por alguns participantes – o modo visual dado pelos elementos gráficos das figuras do sinalário (Figura 03) colada no mural e o modo acional ao apontar para as figuras no mural orientando os participantes sobre os sinais.

Neste caminho, o engajamento do grupo se intensificou, principalmente, com as narrativas produzidas e com o protagonismo da estudante surda; indicando a sofisticação das habilidades linguísticas e comunicativas entre o grupo, bem como uma atitude autônoma da estudante surda na aplicação dos conhecimentos vivenciados entre o grupo. O protagonismo da estudante surda e a interação entre o grupo caracterizou um marco sociocultural de reconhecimento da identidade surda e de constituição de uma comunidade surda.

No decorrer das primeiras intervenções, os participantes demonstraram aprimorar os seus conhecimentos linguísticos, sofisticando as relações que faziam entre o signo linguístico e o significado, bem como entre a iconicidade dos sinais e os parâmetros da língua. Por isso, a Pesquisadora chamava a atenção para a composição dos sinais dentro da perspectiva da visualidade como função retórica para destacar o caráter icônico.

Em síntese, o modo linguístico oral e escrito é/foi mais favorável para a maioria dos estudantes ouvintes do grupo, pois se baseia, geralmente, em um conjunto de ferramentas psicológicas e fonológicas, predominantemente, oral-auditiva; enquanto que para pessoas surdas se baseia em um conjunto predominantemente visual-acional. Então, as ações realizadas pela Pesquisadora até aqui disponibilizaram para o grupo essas ferramentas psicológicas visuais e sociolinguísticas necessárias para a modelagem de um contexto bilíngue. Neste caminho, o grupo já demonstrava indicativos de uma familiarização com a cultura surda.

6.2 Familiarização com a cultura surda

O conhecimento da Libras aproximou o grupo da colega surda e, conseqüentemente, da cultura surda. As primeiras noções sobre a cultura surda tiveram um início sutil, desde quando a estudante surda ingressou na escola. Contudo, a familiarização passou a ter maior sentido concreto quando o grupo teve o contato formal com Libras; através da Pesquisadora e, principalmente, conforme a estudante surda protagonizava o ensino da sua língua materna junto com a Pesquisadora.

Quando o processo de domínio do grupo sobre a Libras teve início, os diálogos começaram a ser produzidos no contexto. Nesse momento, a Pesquisadora aproveitou para apresentar ao grupo o conceito de classificadores⁵⁵ e sua relação com os sinais dos verbos e

⁵⁵ O classificador é um tipo de morfema, utilizado através das configurações de mãos que podem ser afixado a um morfema lexical (sinal) para mencionar a classe a que pertence o referente desse sinal, para descrevê-lo quanto à forma e tamanho, ou para descrever a maneira como esse referente se comporta na ação verbal

seus movimentos/direções, para atribuir sentido gramatical às ações em Libras. Isso foi conscientemente planejado pela Pesquisadora para ser abordado quando o conhecimento de Libras e a familiarização com a cultura surda estivesse em sintonia e em um nível mais profundo de imersão pelo grupo.

6.2.1 Verbos e classificadores

Neste momento, usando um material impresso ilustrado e colorido, a Pesquisadora apresentou alguns verbos de uso rotineiro, como: estudar, aprender, ensinar, explicar, ler, escrever, pensar, perguntar, responder, ajudar, avisar, entre outros, chamando a atenção para o movimento que as personagens ilustradas no material estavam fazendo, pois alguns movimentos manuais e corporais guardavam forte relação com os sinais dos verbos na Libras. Na sequência, a Pesquisadora demonstrou como a sinalização dos verbos “perguntar”, “responder”, “ajudar” e “avisar” poderia sofrer alterações no movimento manual e/ou direção entre o locutor e interlocutor, destacando quem deve informar e a quem deve ser informado.

Com isso, as explicações fornecidas pela pesquisadora por meio do modo visual contido nas imagens do material ilustrado e o modo linguístico através da demonstração do comportamento dos sinais destacados acima tiveram a função retórica de introduzir o conceito de classificador ao grupo e mostrar o uso deste recurso gramatical. Assim, a Pesquisadora apresentou ao grupo como os classificadores e os cinco parâmetros se combinam para acompanhar o verbo, contextualizar e dar sentido a ação na sinalização, sofisticando a comunicação.

O modo visual foi predominantemente explorado em todo o estudo linguístico, no qual o modo linguístico esteve sempre associado ao modo visual. O modo visual sempre teve função primária, como ponto de partida e caráter contínuo em todas as abordagens. Assim, o modo visual foi empregado pela Pesquisadora para marcar a diferença sociolinguística entre uma língua visual-acional e outra auditivo-oral, isto criou possibilidades para o grupo conhecer a Libras a partir da sua característica mais marcante, que é a visualidade.

Como já definido, a visualidade é fundamental na cultura surda (Quadros, 2008a; Strobel, 2016). É neste sentido que a multimodalidade (Jewitt et al., 2000) e a perspectiva sociocultural (Vigotski et al., 2010) pode contribuir no aspecto pedagógico, através do conhecimento profundo por parte da docente Pesquisadora sobre cultura surda e a combinação

(semântico); logo, são expressões que acompanham outros sinais para atribuir propriedades físicas, descrever tamanho, dar formas e fornecer movimento ou ação (Pizzio, Campello, Rezende, & Quadros, 2009).

desse conhecimento com as noções sobre os recursos semióticos visuais, linguísticos e acionais.

Esses conhecimentos socioculturais e sociolinguísticos são essenciais e indissociáveis para a organização e desenvolvimento de estratégias didático-pedagógicas que potencializem uma pedagogia visual (Campello, 2007) e bilíngue (Müller & Karnopp, 2015; Quadros, 2006; Skliar, 1998b, 1998a). Com isso, a exploração do modo visual viabilizou a produção de significados sobre as particularidades da cultura surda e da Libras. Neste caminho, reconhecendo que o grupo já possuía um conhecimento básico da Libras e da cultura surda, a Pesquisadora propôs dois desafios práticos de conversação.

6.2.2 Conversação: dialogando em Libras

No primeiro desafio de conversação, a Pesquisadora e a estudante surda apresentaram um diálogo para o grupo (Imagem 04), enquanto o grupo observava e a Pesquisadora fazia a interpretação simultânea. Nessa conversa entre as duas, foram retomados vários dos sinais estudados em intervenções anteriores, como: datilologia, saudações, cotidiano e verbos.

Imagem 04 – Pesquisadora e estudante surda começando o diálogo do primeiro desafio



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (captura de tela extraída de registro audiovisual, 28 de Abril de 2023).

No primeiro desafio, o modo linguístico bimodal empregado pela Pesquisadora (Imagem 04) facilitou a compreensão do grupo sobre o diálogo ao interpretar o que estavam conversando. Em seguida, a Pesquisadora lançou o segundo desafio, em que ela e a estudante surda elaborariam outro diálogo, mas, desta vez, não haveria sua interpretação simultânea,

sendo que um ou dois integrantes deveriam assumir o papel de Intérprete de Libras para interpretar ao restante do grupo a narrativa produzida no diálogo. Com isso, uma das tutoras e um dos estudantes (Imagem 05) se prontificou a participar do desafio e a Pesquisadora orientou que cada um faria a voz simultânea na interpretação.

Imagem 05 – Pesquisadora, estudantes e tutora no segundo desafio



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (captura de tela extraída de registro audiovisual, 28 de Abril de 2023).

Os participantes não conseguiram realizar o desafio e, como é possível observar na foto (Imagem 05), os dois participantes ficaram estáticos no momento. As falas estabelecidas entre Pesquisadora e estudante surda foram espontâneas, conforme a descrição a seguir (Excerto 05):

Excerto 05 – Narrativa entre Pesquisadora e menina surda

Ellen: *“Oi, tudo bem? Qual seu nome?”*

Estudante: *“Oi meu nome é DATILOLOGIA NOME, e o seu?”*

Ellen: *“Meu nome é E – L – L – E – N. Prazer em te conhecer!”*

Estudante: *“Prazer!”*

Ellen: *“Qual tua idade?”*

Estudante: *“Eu tenho 13 anos e tu, qual a tua idade?”*

Ellen: *“Eu tenho 30 anos. Tu estudas aqui nesta escola?”*

Estudante: *“Sim e tu?”*

Ellen: *“Eu trabalhava aqui na escola, agora me mudei e trabalho em uma escola em outra cidade.”* (Tradução própria: excerto extraído de registro audiovisual, 28 de Abril de 2023).

Então, foi realizada uma nova tentativa, mas após as duas apresentarem seus nomes o menino não conseguiu continuar a interpretação simultânea, demonstrando uma expressão facial de espanto ao perceber como era difícil utilizar um modo linguístico diferente (Imagem 06), pois o estudante teve que empregar o modo linguístico visual-acional, com o qual não estava acostumado usar e não era sua principal ferramenta cultural de comunicação.

Imagem 06 – Sequência com menino e tutora tentando realizar novamente a interpretação



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (capturas de tela extraída de registro audiovisual, 28 de Abril de 2023).

Assim, a tutora assumiu o papel de Intérprete e realizou a maior parte do desafio (Imagem 06). No final, a estudante surda demonstrou imensa alegria, provavelmente, pelo fato de que a sua língua natural estava sendo valorizada pelas pessoas do grupo ao qual ela pertencia e pelas tentativas de uma comunicação mais fluida que também estavam sendo estabelecidas. Semelhantemente, durante e ao final da narrativa, o grupo também manifestou satisfação ao conseguir entender melhor a colega surda e poder realizar as primeiras tentativas de interação com ela, usando ferramentas mediacionais mais elaboradas.

Neste desafio, o fenômeno sociocultural observado envolveu uma inversão de papéis, em que as ferramentas culturais disponibilizadas privilegiavam os recursos semióticos de comunicação da estudante surda, com isso, ela obteve um desempenho mais eficiente que os participantes ouvintes, que não dominavam ainda as ferramentas necessárias para estabelecer uma comunicação em Libras. Portanto, já era esperado que os participantes ouvintes enfrentassem maior dificuldade, pois as ferramentas utilizadas naquele momento favoreciam a estudante surda, que possui maior fluência nos recursos semióticos oferecidos a ela.

6.2.3 Constituindo uma comunidade surda de aprendizagem: indicativos e reflexões

Após o encerramento dos desafios, um dos tutores relatou: *“coisa boa esse silêncio que fica nas falas, poder conversar sem som é gostoso, parece que me tranquiliza, é uma coisa boa!”* (Tutor Bruno, excerto extraído de registro audiovisual, 28 de Abril de 2028). Com isso, a Pesquisadora comentou que: *“é a voz do silêncio!”* (Pesquisadora, excerto extraído de registro audiovisual, 28 de Abril de 2028). Uma das tutoras também comentou para a Pesquisadora, com entusiasmo, que havia começado a manipular um aplicativo para aprimorar a comunicação com a estudante em outras atividades da turma, dizendo: *“ontem eu quase consegui, com o aplicativo Libras”* (Tutora Mari, excerto extraído de registro audiovisual, 28 de Abril de 2028).

Conseguir estabelecer a fluência na comunicação com a estudante surda era um objetivo central. A partir de tudo isso, os tutores perceberam que já possuíam domínio para investir na atribuição de sinais pessoais – o batismo em Língua de Sinais – para se identificarem entre o grupo.

Por estas razões, a Pesquisadora usou os desafios com a função retórica para ensinar os estudantes a perceberem a cultura surda e a tentarem uma comunicação com a estudante surda, pois não basta conhecer um extenso sinalário se não houver o entendimento das particularidades envolvidas em uma comunicação visual-acional. Desde a apresentação dos classificadores e dos verbos – com o material impresso ilustrado – até o desenvolvimento dos dois desafios narrativos, a Pesquisadora transitou do modo visual para o modo linguístico auditivo-oral e, principalmente, visual-acional.

No segundo desafio, quando a Pesquisadora eliminou do contexto o modo auditivo-oral, o grupo precisou buscar as ferramentas psicológicas para tentar compreender a comunicação. Então, os modos como a Pesquisadora orquestrou os diferentes recursos semióticos nos desafios, fez com que a parte ouvinte do grupo se colocasse em uma situação semelhante às experiências diárias da colega surda, em que a maioria utiliza uma comunicação que ela não possui as ferramentas psicológicas e fisiológicas para compreender. Contudo, neste caso, os colegas ouvintes já possuíam noções da Libras para tentar entender a comunicação visual-acional.

Somado a isso, o entendimento de uma comunicação visual-acional foi potencializado quando se fortaleceu a familiarização com a cultura surda. Então, o reconhecimento do grupo sobre a riqueza de uma comunicação visual, a participação mais efetiva da estudante surda entre o grupo e a naturalidade que os tutores e a maioria dos colegas ouvintes demonstrava ao

se aproximar da menina, indicaram que a familiarização com a cultura surda já era uma realidade na turma da Floresta. Além disso, a constituição de uma comunidade surda ocorre através do fortalecimento e do compartilhamento de experiências culturais visuais e linguísticas, entre surdos e ouvintes (Strobel, 2009, 2016).

Então, a presença da Pesquisadora não foi a razão da constituição de uma comunidade surda na turma da Floresta, mas foi um dos fatores que colocou em evidência as características necessárias para que aquela comunidade de aprendizagem pudesse reconhecer a importância da Libras e da cultura surda na inclusão da menina surda e na transformação da turma da floresta em uma comunidade de surda de aprendizagem. Com isso, a base do triângulo teórico-metodológico, o bilinguismo, foi formada, se concretizando com a modelagem de um contexto bilíngue. Assim, o AstroLibras avançou para a produção dos significados científicos.

7 Produzindo significados científicos

O presente capítulo pretende i - descrever como a mediação e a interação entre docente e estudantes geram possibilidades para a aprendizagem dos novos signos linguísticos de Astronomia em um contexto bilíngue multimodal de produção de significados científicos e ii - demonstrar como a estudante surda e os/as estudantes ouvintes resistem, dominam e/ou se apropriam de novos signos linguísticos no processo aprendizagem de Astronomia através de eventos multimodais visuais e bilíngues.

No decorrer deste capítulo são apresentados os diferentes recursos semióticos, as funções retóricas estabelecidas e a orquestra dos diferentes modos durante a produção dos significados científicos. Portanto, são descritos os acontecimentos, analisados os eventos multimodais e discutidos os resultados obtidos. Foram consideradas neste capítulo a 11^a, 12^a, 14^a e 15^a intervenções, por terem sido ministradas presencialmente pela Pesquisadora, lembrando que a 11^a, 12^a participou a Intérprete de Libras e na 13^a intervenção a estudante surda não compareceu.

A produção de significados científicos no contexto escolar é uma prática intencional e retórica para aproximar os estudantes dos conceitos e técnicas das Ciências, através da aprendizagem da linguagem utilizada pelas comunidades científicas, sendo o/a docente um dos principais representantes nesse contexto (Bezemer & Kress, 2015; Jewitt et al., 2000; Kress, 2010; Kress, Jewitt, et al., 2001; Mortimer & Scott, 2002, 2003).

Além disso, considerando a aproximação entre a semiótica social da multimodalidade e a perspectiva sociocultural, a produção de significados envolve cinco conceitos fundamentais para compor um plano sólido para a Educação Científica; esses conceitos (fenômenos socioculturais) são: a mediação e a interação, o domínio e a apropriação (Wertsch, 1998). Então, a produção dos significados perpassou esses fenômenos durante a orquestra dos recursos semióticos sociais da multimodalidade (Jewitt, 2009; Kress, Jewitt, et al., 2001; Mortimer et al., 2014).

Para lembrar, a maior parte das terminologias científicas consistiu na introdução de sinais linguísticos da Astronomia (Vivian, 2018), que serão utilizados pela primeira vez no processo de aprendizagem de Ciências em comunidade surda diferente daquela que participou na criação desses sinais. Em síntese, os signos são centrais na perspectiva sociocultural e na abordagem semiótica social multimodal; por isso, será dada uma atenção maior aos sinais

utilizados e aos modos como esses sinais são retoricamente articulados e empregados nas narrativas, para produzirem os significados científicos.

7.1 Mediação e Interação

A linguagem científica no contexto escolar é produzida através da articulação entre os recursos semióticos retoricamente orquestrados nas ações docentes (Bezemer & Kress, 2015; Mortimer & Scott, 2003; Wertsch, 2007). Assim, a ação docente representa a comunidade científica e possibilita a interação entre estudantes e socialização dos significados científicos (Mortimer et al., 2014; Mortimer & Scott, 2003; Wertsch, 1998), oferecendo ferramentas psicológicas para promover a aprendizagem científica (Vigotski et al., 2010; Vigotsky, 1931). Então, esta seção apresenta como a mediação e a interação ocorre durante as transições semióticas na produção dos significados científicos, na seguinte ordem: o sistema solar, o Sol e as estrelas, das estrelas aos buracos negros, o universo e o *BigBang* e AstroLibras em jogo.

Primeiramente, para situar a ordem dos acontecimentos, os estudos de Astronomia tiveram início desde a confecção de protótipos planetários pelos estudantes (Imagem 07), usando esferas de isopor – antes mesmo do módulo II ter começado. A confecção desse material foi uma iniciativa do grupo, realizada nas oficinas de arte e pintura na presença apenas dos tutores. A elaboração desse material envolveu estudos preliminares sobre alguns aspectos dos astros, para caracterizar os mesmos.

Imagem 07 – Confecção dos protótipos planetários



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (capturas de tela extraída de registro audiovisual, 03 de Março de 2023).

Nas fotos (Imagem 07) é possível observar um dos estudantes pintando o protótipo do planeta Terra e os detalhes visuais atribuídos na confecção instrumental dos demais astros do sistema solar. Os estudantes exploraram o modo visual associado ao modo instrumental para caracterizar cada astro conforme o relevo e atmosfera dos mesmos. A pintura (Imagem 08) e a texturização serviram de estratégia para destacar alguns significados científicos relativos à formação dos astros, temperatura, composição, entre outras características. Materiais concretos se constituem um instrumento multimodal que permite manipulação e a experiência sensorial tátil.

A introdução dos estudos de Astronomia partiu do sistema solar e, assim como dos estudos linguísticos bilíngues, começou em formato expositivo e demonstrativo, mas no decorrer das propostas, a exploração dos conceitos envolveu maior articulação entre os modos linguístico, visual, instrumental e acional, tornando o módulo II mais dinâmico. Além disso, na aprendizagem de Ciências de pessoas surdas, a maior parte da proposta didático-pedagógica deve partir de experiências multissensoriais visuais (Xavier et al., 2019).

7.1.1 O Sistema Solar

A aprendizagem científica começou com a abordagem sobre as relações entre escalas astronômicas e proporções, alguns conceitos básicos sobre, manipulação de um material impresso (Figura 04) sobre o sistema solar, elaborado pela Pesquisadora, que foi encaminhado via e-mail e disponibilizado ao grupo.

Esse material era colorido e continha as imagens⁵⁶ dos oito planetas, seus anéis, algumas luas e o Sol. No material havia fichas descritivas sobre cada um dos astros⁵⁷, com as principais informações resumidamente escritas, como tamanho, distância em relação ao Sol, temperatura e composição.

O material foi administrado pelos tutores com o apoio virtual da Pesquisadora, a qual realizou a sinalização do sistema solar e a apresentação bilíngue desses conceitos. Esse material, embora tenha sido ministrado de forma mais expositiva ao grupo, envolvia a articulação entre o modo visual e o modo linguístico escrito, servindo de modelo bidimensional informativo sobre os planetas.

⁵⁶ As imagens para compor o material impresso foram coletadas na galeria do *Website* oficial da Nasa, disponível em: <https://www.nasa.gov/>.

⁵⁷ As definições foram escritas com base em Horvath (2008), Kepler e Saraiva (2014) e Mourão (1987).

Figura 04 – Sistema Solar para impressão e recorte

<p>Sol É uma estrela. Temperatura superficial é de: 5537.778°C.</p>	<p>Mercúrio Mais próximo ao Sol. Temperatura varia de: 407°C a -183°C Revolução é de 87,97 dias.</p>	
<p>Vênus Vênus é o mais quente. Temperatura atinge: 470° C Tamanho é semelhante ao da Terra. Revolução: 224,7 dias.</p>	<p>Terra Nosso planeta. Possui um satélite natural, a Lua. Temperatura efetiva é de: 22° C Rotação é de 23h56m, um dia. Revolução é de 365,26 dias, um ano; está a 149,600000 km de distância do Sol.</p>	
<p>Marte O planeta vermelho. Temperatura efetiva é de: -23° C Satélites naturais: 2 Tem água em condições diferentes ao da Terra. Revolução leva: 686,98 dias</p>	<p>Cinturão de Asteróides Agrupamento de formações rochosas, entre Marte e Júpiter.</p>	
<p>Júpiter, Maior planeta do nosso sistema. Composição é gasosa. temperatura é de -150°C Possui anéis. Satélites naturais: 65 Revolução: 11,86 anos</p>	<p>Saturno É gasoso. Possui lindos anéis ao seu redor além. Satélites naturais: 62 Temperatura: -180°C Revolução: 29,46 anos</p>	
<p>Urano É gasoso. Possui anéis. Satélites naturais: 27 Temperatura: -210 °C Revolução: 84,04 anos</p>	<p>Netuno Último planeta, a 4488,400000 km do Sol. É gasoso. Possui anéis. Satélites naturais: 14 Temperatura: -210 °C Revolução: 164,8 anos</p>	

Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (capturas de tela extraída de registro gráfico, 15 de Maio de 2023).

O objetivo didático do material impresso era de permitir ao grupo que pudessem observar as imagens, recortar as mesmas, relacionar com as fichas e colar em cartazes; por meio do modo linguístico e visual. O modo linguístico e visual, contidos no material impresso, tiveram como principal função retórica proporcionar a exploração dos primeiros conceitos pelos estudantes, permitir a organização das informações e facilitar a percepção das características fundamentais de cada astro.

Então, o material impresso deixou de ser um par de folhas com figuras coloridas e algumas frases; pois o material se transformou em uma entidade científica e um instrumento de mediação entre os estudantes e a Pesquisadora por meio dos signos científicos visuais. Como os estudantes colocavam todo o material que recebiam da Pesquisadora em murais na sala, o ambiente se tornou um registro visual para o grupo, transformando aquele local em um tipo de laboratório de Astronomia ou um observatório particular da turma. Assim, o estudo dos sinais e dos conceitos astronômicos podia ser revisado diariamente pelos estudantes, não se restringindo apenas às intervenções presenciais com a Pesquisadora.

Na sequência, a segunda parte de intervenções retomou sobre o sistema solar e depois avançou para o estudo sobre o Sol, as estrelas e buracos negros, contando com a atuação da Intérprete de Libras, que retornou seu trabalho com o grupo. Considerando isso, a Pesquisadora aproveitou para estabelecer uma breve reflexão, retomando aspectos gerais abordados durante o conhecimento da Libras e da familiarização com a cultura surda (Imagem 08).

Imagem 08 – Pesquisadora e Intérprete durante a fala de reflexão



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (capturas de tela extraída de registro audiovisual, 03 de Julho de 2023).

A reflexão elaborada no modo linguístico (Imagem 08) teve função retórica de enfatizar o aprendizado bilíngue na promoção da inclusão da colega surda no grupo e na acessibilidade da linguagem científica. Essa reflexão também enfatizou aos estudantes como os conhecimentos do módulo I se relacionavam com o módulo II, devido ao caráter bilíngue do contexto. A fala da Pesquisadora (Excerto 06) pode ser conferida a seguir:

Excerto 06 – Pesquisadora retomando importância das Ciências para todo@s

Ellen: "Como eu falei para vocês, a Ciência é um conhecimento importante para todos e todas, mas muitas vezes, as pessoas surdas ficam sem acesso a esse conhecimento, pela falta de sinais, pela falta do uso e da circulação em sala de aula desses conceitos e, muitas vezes, também, a escola, quando tem um colega surdo e a gente não tem o conhecimento da língua desse colega [...] a Libras, é importante que nós também aprendamos a língua dessas

peessoas, para que a gente consiga se comunicar com elas e elas não sejam pessoas a parte do mundo, mas sim pessoas incluídas no nosso mundo. [...] A igualdade é importante para que sejamos tratados de modo igual, mas precisamos de algo além da igualdade, que é a equidade, quando eu dou as mesmas condições para aquela pessoa de conseguir aprender, de conseguir interagir e de participar na sociedade [...]. Então, é por isso que a gente fez toda aquela parte inicial de ir aprendendo Libras.“ (Excerto extraído de gravação audiovisual, 03 de Julho de 2023).

Nesta fala (Excerto 06), a Intérprete sinalizou simultaneamente e enfatizou, através da repetição de sinais, as seguintes terminologias: “Libras”, “Astronomia”, “Ciência”, “importante”, “nós”, “comunicação”, “tod@s”, “surd@”, “aprender”, “como?”, “igualdade” (a Intérprete usou o mesmo sinal para equidade, complementando com a sinalização de ouvinte + surd@ + aprender + igual). Esses signos já possuem sinais, inclusive para a terminologia “Astronomia” (Capovilla & Raphael, 2006, 2008).

A repetição de sinais é uma estratégia frequentemente utilizada na interpretação do Português para a Libras no contexto escolar e tem a função linguística de enfatizar os significados fundamentais de uma narrativa, para que o/a estudante surdo compreenda a essência do que está sendo dito pelo orador(a). Para lembrar, o aprendizado tardio da Libras pela pessoa surda limita o seu repertório linguístico (Skliar, 1998a). Por isso, nesse caso, a Intérprete usou as repetições como estratégia para adaptar a narrativa, enfatizando os sinais mais conhecidos pela estudante.

A comunicação envolve um processo complexo e multimodal (Bezemer & Kress, 2015), que se torna mais complexo ainda na interpretação entre as línguas orais e sinalizadas, pois envolve uma transição do modo auditivo para o modo visual e vice-versa. A complexidade e principal distinção entre a língua oral e a sinalizada, é que na Língua de Sinais os signos são visuais (Vigotski, 2011; Vygotski, 1983), pois se trata de uma língua visual (Quadros, 2008a, 2008b; Quadros & Karnopp, 2004; Quadros & Perlin, 2007; Quadros et al., 2009; Skliar, 1998b) ou, como foi denominado nesta pesquisa, visual-acional. Além de envolver a transição entre signos visuais e auditivos, na interpretação é preciso manter o sentido semântico dos enunciados e adaptar a narrativa ao nível de conhecimento do interlocutor (Quadros, 2004).

Com isso, após a fala de introdução (Excerto 06), a Intérprete e a pesquisadora apresentaram ao grupo o sinal para AstroLibras, considerando a união do sinal de

“Astronomia” e o sinal de “Libras” (Capovilla & Raphael, 2008) (Imagem 09), similar à união das palavras em Português.

Imagem 09 – Sequência a Intérprete de Libras sinalizando AstroLibras



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (capturas de tela extraída de registro audiovisual, 03 de Julho de 2023).

Com a presença da Intérprete, a Pesquisadora optou por usar o modo linguístico auditivo-oral unimodal, enquanto a Intérprete realizava o modo linguístico visual-acional através da interpretação simultânea. Além disso, atuação da Intérprete potencializou o modo linguístico, permitindo a sofisticação da comunicação pelo grupo; pois com a Intérprete, a Pesquisadora não precisou transitar constantemente entre o modo linguístico auditivo-oral e o visual-acional, isso deixa a comunicação densa e não é recomendado.

Como supracitado, os sinais são signos visuais (Vigotski, 2011; Vygotski, 1983), então, durante as comunicações realizadas em Língua de Sinais, os recursos semióticos que expressam visualidade devem ser preservados e enriquecidos, principalmente quando está fortemente relacionado ao modo linguístico, para que os significados produzidos nas narrativas não sejam perdidos. Com isso, o docente deve assumir a função docente e o Intérprete a interpretação, evitando a confusão entre os papéis e a confusão para a/o estudante surdo(a) (J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021; W. D. de Oliveira & Benite, 2015a, 2015b).

Ainda quanto à atuação da Intérprete e à complexidade do contexto, a profissional manifestou sua preocupação e responsabilidade com a interpretação dos conceitos científicos, sobre sistema solar e evolução estelar. A Intérprete relatou que não tinha muito conhecimento sobre sinais científicos, mas faria o possível para manter o compromisso linguístico. A preocupação da Intérprete é recorrente entre os/as profissionais que atuam nas aulas de Ciências, devido o desconhecimento dos sinais para terminologias científicas (Florentino et al., 2015; W. D. de Oliveira & Benite, 2015a; Vivian & Leonel, 2019, 2020) e também devido

à falta de sinais para essas terminologias, se configurando dois obstáculos que interferem a interpretação (Vivian & Leonel, 2019, 2020, 2021a, 2022a). Além disso, durante as falas da Pesquisadora e interpretação, eram apresentadas imagens em slides referentes aos astros que estavam sendo conceituados.

Assim, o modo visual contido nas imagens permitia complementar os conceitos que eram verbalizados na fala oral e sinalizada, pois as imagens também têm o potencial de carregar signos visuais (conceitos científicos), através de representações fenomenológicas que se aproximam das entidades científicas. Então, os conceitos estavam sendo disponibilizados pelo modo linguístico e pelo modo visual conjuntamente.

Neste sentido, a Intérprete recebeu previamente o material contendo as imagens, a definição e os sinais dos principais conceitos que seriam utilizados (Quadro 04). Além disso, a Pesquisadora e a interprete combinaram que, durante a introdução de conceitos novos, a Pesquisadora informaria o sinal e, conseqüentemente, esse sinal poderia ser incluído pela Intérprete no repertório da interpretação. Essa combinação serviu para tornar a produção de significados coerente e organizada, tanto para a Intérprete, quanto para a Pesquisadora e, principalmente, para a estudante surda.

A literatura na área da educação científica para estudantes surdos – em contexto inclusivo – recomenda a necessidade de um trabalho conjunto e maior aproximação entre docentes e Intérpretes, desde o planejamento didático (Darroz et al., 2020; J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021; M. Pessanha et al., 2015; Vivian, 2018), (Vivian, 2018). Os acordos prévios entre docente e Intérprete são fundamentais para a fluidez das comunicações (Quadros, 2004) e são desejáveis para a produção dos significados em um contexto bilíngüe, que transitam predominantemente o modo linguístico visual e o modo linguístico auditivo. Estes combinados são denominados alinhamentos interativos, que definem os papéis do Intérprete na sala de aula inclusiva (Leite, 2005).

Semelhantemente, com base no compromisso ético com a interpretação, a profissional mantinha um olhar atento à Pesquisadora e à estudante surda, acompanhando as expressões das mesmas enquanto interpretava cada narrativa. Este olhar atento da Intérprete à Pesquisadora teve o intuito de observar os indícios da aprovação sobre sua performance e se certificar de que estava atingindo o objetivo dos enunciados. Então, mesmo com as carências linguísticas na sinalização de algumas terminologias científicas, a interpretação foi realizada com maestria e a comunicação foi satisfatória, pois em algumas situações, a estudante surda conseguia fazer comentários ou tirar dúvidas, isso só foi possível porque estava acompanhando as informações no decorrer da interpretação.

Com base em pressupostos teóricos e práticos sobre a atuação do Intérprete de Libras (Quadros, 2004; Vivian & Leonel, 2020), não é comum esse profissional se preocupar com a aprovação do docente sobre seu desempenho linguístico. Entretanto, provavelmente, essa preocupação se deu pelo fato de a Pesquisadora também ser bilíngue e não por insegurança profissional. Com os acordos estabelecidos entre a Pesquisadora e a Intérprete, com a reflexão realizada com o grupo e com os materiais preparados, o estudo sobre o sistema solar teve continuidade, posteriormente, partindo para o estudo sobre o Sol e as estrelas.

Com isso, a Pesquisadora solicitou ao grupo que pegasse os protótipos dos astros em isopor e distribuíssem esse material na sala, usando como critério de organização a ordem dos planetas em relação ao Sol. Obviamente, não era possível posicionar os astros usando escala e os estudantes foram esclarecidos sobre isso; mas a manipulação dos materiais contribuiu para a mediação entre o grupo e a pesquisadora, bem como para a compreensão dos significados pelos estudantes, favorecendo a orquestra dos recursos semióticos pela Pesquisadora, que pode transitar do modo instrumental para o modo linguístico e acional com mais flexibilidade e objetividade.

Então, uma das tutoras pegou o material em isopor e chamou os estudantes para que a ajudassem a organizar o sistema solar (Imagem 10), conforme o pedido da Pesquisadora. O grupo prontamente posicionou o sistema solar alinhado, do Sol, passando por Mercúrio até terminar em Netuno, distribuído no chão da sala de aula, que foi sinalizado nesta ordem: sistema solar (Vivian, 2018), Sol (Capovilla & Raphael, 2006), Mercúrio, Vênus (Vivian, 2018), Terra (Capovilla & Raphael, 2006), Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno (Vivian, 2018).

Imagem 10 – Sequência com os estudantes e a tutora posicionando o sistema solar na sala



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (capturas de tela extraída de registro audiovisual, 03 de Julho de 2023).

Os protótipos do sistema solar permitiram uma articulação entre o modo acional e o modo instrumental. Com isso, os estudantes precisaram se movimentar, manipular e relembrar os conceitos e a ordem do sistema solar para montar o mesmo no chão da sala de aula; o modo instrumental permitiu aos estudantes rever as posições dos astros e a composição do sistema solar.

O modo instrumental transformou os protótipos de isopor em entidades científicas e teve como função retórica materializar objetos astronômicos que não podem ser manipulados, aproximando os estudantes de entidades científicas fisicamente distantes e fisicamente inacessíveis. Na ausência de materiais didáticos bilíngues e de laboratório de Ciências, a confecção de materiais concretos se torna uma alternativa para adaptar os conteúdos, facilitando a abstração e acessibilidade (Dias et al., 2020; J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021; Xavier et al., 2019).

Então, a partir dos protótipos posicionados no chão da sala, a Pesquisadora revisou a sinalização dos astros do sistema solar, que já haviam sido sinalizados em momentos anteriores, com o material impresso (Figura 04). Para isso, a Pesquisadora caminhou entre o sistema solar, se abaixou, apontou e/ou segurou os astros enquanto questionava os sinais e as características estudadas (Imagem 11), para instigar os estudantes a recordarem os conceitos, ao mesmo tempo, auxiliando os estudantes no detalhamento dessas características.

O modo instrumental permitiu maiores possibilidades de articulação entre os recursos semióticos, pois foi retoricamente combinado ao modo acional, ao visual e ao linguístico na apresentação dos conceitos do sistema solar, possibilitando também maiores oportunidades pedagógicas para representar os conceitos, chamar a atenção dos estudantes, situar as falas e contextualizar toda a comunicação. Os modelos concretos têm o potencial de materializar os conceitos e oportunizar um contato mais direto com objetos científicos do que o modo linguístico, visual e acional isoladamente (Jewitt et al., 2000; Kress, Jewitt, et al., 2001).

Imagem 11 – Sequência com a Pesquisadora abordando sobre o sistema solar



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (capturas de tela extraída de registro audiovisual, 03 de Julho de 2023).

Então, a orquestra entre o modo acional, desempenhado nos movimentos da Pesquisadora ao caminhar, se abaixar, apontar e/ou segurar; o modo linguístico, sinalizando e descrevendo; e o modo instrumental, com os astros em isopor, teve a função retórica de conduzir simultaneamente os estudantes ouvintes (pelo som da voz) e a estudante surda (visualmente) na discussão sobre o sistema solar. Além disso, o modo acional foi usado para situar a estudante surda sobre qual objeto astronômico estava sendo apresentado, permitindo que a menina acompanhasse a sequência da sinalização, usando o modo instrumental de contexto.

O modo acional e o modo linguístico foram intencionalmente orquestrados pela Pesquisadora, porque na aprendizagem bilíngue – quando o locutor realiza a narrativa na língua auditivo-oral para o público ouvinte – primeiro se pronuncia a palavra em Português e, depois, se mostra o sinal do objeto estudado; já na língua visual-acional é o oposto, primeiro se mostra o objeto e depois o sinal correspondente.

Com isso, o material de isopor se tornou um recurso semiótico de representação do sistema solar. Desta maneira, passou a compor a orquestra dos recursos semióticos, onde o modo instrumental, com as esferas de isopor, se transformou em uma entidade científica, através de um processo de modelagem retórica que informava significados científicos sobre os astros.

Conseqüentemente, a manipulação do material de isopor serviu de modelo concreto para mediar e orientar as ações entre a Pesquisadora e estudantes. Semelhantemente, o material instrumental (Imagem 10 e 11) se configurou um recurso semiótico mais dinâmico do que o material impresso (Figura 04) utilizado nas abordagens anteriores. Somado a isso, a transição do material impresso para o material instrumental também estabeleceu uma diferença multimodal entre um modelo bidimensional e outro modelo tridimensional (Jewitt et al., 2000) do sistema solar, sendo que, neste caso, o modelo tridimensional teve mais potencial didático e forneceu maiores possibilidades de mediação.

O modelo tridimensional permitiu aos estudantes não apenas a observação dos astros, mas também a manipulação, o movimento, o contato imediato e aproximação com as entidades científicas – que são perspectivas que o modo linguístico, o visual bidimensional e o acional dificilmente podem possibilitar trabalhando isoladamente.

O uso de um objetivo pode servir de ferramenta mediacional auxiliar e/ou complementar a compreensão dos conceitos, onde a manipulação de tal objetivo pode fornecer um direcionamento ao raciocínio dos estudantes, reforçando a narrativa do docente

sobre os conceitos envolvidos para os estudantes; a manipulação de objetos se torna um instrumento para contextualizar o discurso (Laburú, Godoy, & Zômpero, 2016).

Além disso, o modo acional passou a ganhar enfoque na orquestra dos significados, articulado ao modo instrumental, que também teve potencial visual – no caso dos protótipos de isopor. Neste caminho, com o sistema solar posicionado pelos estudantes no chão da sala, a Pesquisadora aproveitou para destacar o comportamento dinâmico dos astros, revendo a ideia do padrão linear adotado pelos estudantes na organização do sistema solar. Essa ideia de alinhamento e linearidade pode ser reforçada pelo modelo das imagens propostas em livros didáticos, em que, muitas vezes, o sistema solar é representado alinhado e estático, induzindo uma compreensão equivocada (Langhi & Nardi, 2007).

Com isso, o modelo planetário tridimensional, mesmo descumprindo as escalas, facilitou a demonstração do movimento desses astros e permitiu à Pesquisadora enfatizar a relação desses movimentos com o movimento dos sinais que significam os astros. Logo, o modelo foi usado para aproximar os estudantes da relação dos movimentos, configurações de mão e expressões faciais dos sinais com a dinâmica, formato, composição ou outra característica que descreva melhor o astro. Para contextualizar, a Pesquisadora retomou o sinal de “Júpiter” (Vivian, 2018), reproduzindo uma breve narrativa (Excerto 07):

Excerto 07 – Pesquisadora orientando sobre iconicidade do sinal de Júpiter

Ellen: “*por que esse é o sinal de Júpiter?*” (CM: 16, com movimento retilíneo, se afastando e expressão facial contraindo o ar mudando para CM: 14 – Imagem 12).

Estudante neurotípico: “*porque ele é o maior.*”

Estudante neurodiverso: “*e porque ele é gasoso.*” (excerto extraído de gravação audiovisual, 03 de Julho de 2023).

Na narrativa acima, a Pesquisadora levantou a questão sobre o sinal de Júpiter para enfatizar o significado que cada recurso semiótico carrega na composição da sinalização de um conceito científico. Com isso, usando as próprias respostas dos estudantes, foi possível situar os estudantes que o modo acional representava dinamicamente o volume (maior) e a composição do astro (gasoso) e o visual representava o formato do astro (esfera grande) (Imagem 12).

Então, os estudantes puderam refletir sobre a relação fonológica, gramatical e morfológica estudada na aprendizagem bilíngue com os modos como o sinal é formado e as

características que significam o astro. Assim, o modo linguístico visual-acional compôs e significou o sinal. Neste sentido, a Pesquisadora deu sequência na caracterização dos astros, destacando as relações com os sinais, onde alguns sinais indicavam a letra inicial do planeta e outros a coloração, como no caso do sinal de “Marte” (sinal planeta + sinal vermelho) (Vivian, 2018) e o sinal da “Terra” (Capovilla & Raphael, 2006), que lembra o sinal de “criação”.

Imagem 12 – Intérprete sinalizando Júpiter e depois sinalizando Terra



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (capturas de tela extraídas de registro audiovisual, 03 de Julho de 2023).

Com isso, considerando a iconicidade de cada sinal, a Pesquisadora mostrou que os quatro primeiros planetas eram rochosos e os outros quatro eram gasosos, sendo Júpiter o maior planeta do nosso sistema e detentor do maior número conhecido de luas em sua órbita; já Saturno possuía os maiores anéis dentre os quatro. Assim, destacando algumas características Químicas e Físicas de cada astro, bem como a combinação entre os modos para compor os sinais que identificam essas características para dar sentido aos sinais.

Quando a Pesquisadora mostrou o sinal de “anel”, novamente enfatizou a iconicidade do sinal, para destacar e diferença da sinalização conforme o significado que o conceito carrega usando um paralelo entre a Libras e a Língua Portuguesa como comparativo, dizendo: *“esse aqui é o sinal de anel, porque a gente não tá falando do anel do dedo, a gente tá falando do sinal do anel do planeta* (Sinal de anel planetário (Vivian, 2018) = duas mãos CM: 18 e movimento em semicírculos com as duas mãos, sinal de anel joia (Capovilla & Raphael, 2008) = uma mão faz CM: 05, outra mão CM: 18 e movimento retilíneo em direção ao dedo anelar da mão com CM: 05)” (Pesquisadora, excerto extraído de gravação audiovisual, 03 de Junho de 2023).

Quanto ao sinal de “Plutão” (planeta + pequeno + frio) (Vivian, 2018), a Pesquisadora chamou a atenção para o fato de o astro ser caracterizado como um planeta anão gelado; similarmente, mostrou o sinal de “cinturão de asteroides” (CM: 67 e movimento semicircular encontrando as duas mãos).

Desta forma, a Pesquisadora pode rever com os estudantes a importância da iconicidade dos sinais em relação aos objetos que qualificam (Quadros, 2008a; Quadros & Karnopp, 2004), pois os recursos semióticos se combinam na composição do sinal e guardam forte relação com o significado científico que expressam (Imagem 12).

Possibilitar estas reflexões aos estudantes é fundamental para que reconheçam as particularidades dos conceitos, entendam como os conceitos são moldados pela língua sinais e como a linguagem científica se constitui na cultura surda, gerando reflexões e noções sobre as possibilidades para a criação de sinais aos conceitos em Português ainda não sinalizados.

Os estudantes também não haviam elaborado protótipos para: a Lua, cometas (Capovilla & Raphael, 2008), cinturão de asteroides, meteoro e asteroides e Plutão (Vivian, 2018), no modelo planetário que organizaram no chão, mas esses conceitos foram abordados e sinalizados na sequência. Além disso, a Pesquisadora enfatizou que após a revisão sobre o sistema solar, o Sol teria um destaque nas abordagens seguintes, para compreender a evolução das estrelas.

Percebendo a ausência dos mesmos, um dos estudantes (neurodiverso) prontamente pegou as folhas de revistas velhas em uma caixa na sala, rasgou, amassou e formou pequenas esferas, posicionando essas esferas entre Marte e Júpiter (Imagem 13), depois, uma esfera maior posicionando depois de Netuno, para representar e sinalizarem: o cinturão de asteroides e Plutão (Vivian, 2018).

Imagem 13 – Estudante posicionando o cinturão de asteróides e Plutão



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (capturas de tela extraída de registro audiovisual, 03 de Julho de 2023).

A ação do estudante (Imagem 13) demonstrou que havia uma preocupação por parte do estudante em apresentar um modelo planetário mais completo; essa preocupação pode ter origem nas falas da Pesquisadora que enfatizaram a importância de cada característica Química e Física na composição dos significados sobre as entidades científicas e a relação dessas características na representação dos conceitos científicos.

Em síntese, a multimodalidade permitiu transformar retoricamente os objetos do cotidiano (esferas de isopor e papel) em entidades científicas com finalidades educacionais, bem como se configurou uma potencial ferramenta de mediação das ações dos estudantes e da Pesquisadora, de interação entre os estudantes e Pesquisadora, bem como de produção de significados científicos bilíngues.

Na perspectiva sociocultural e na semiótica social multimodal os signos estão no cerne das experiências sociais das pessoas que criam significados, através de modos verbais e não verbais que orientam as ações dos indivíduos e dão sentidos a essas experiências sociais. Na sala de aula de Ciências, os múltiplos modos de produção dos significados servem para reproduzir uma linguagem específica da comunidade científica e, no contexto bilíngue, servem para reproduzir uma linguagem científica acessível à cultura surda.

Finalizando a etapa dos estudos sobre o sistema solar, a Pesquisadora utilizou um vídeo com uma curta simulação sobre o movimento dos planetas ao redor do Sol, denominada “o verdadeiro movimento do Sistema Solar”. Nessa simulação, os astros fazem uma trajetória helicoidal ao redor do Sol, que também está se movendo pela Galáxia. Durante o vídeo, os estudantes expressavam admiração, usando interjeições, como: “*nossa!*”, “*bei!*” e diziam para a Pesquisadora: “*passa o vídeo de novo!*”, “*é muito legal!*” (Estudantes, excertos extraídos de registro audiovisual, 03 de Julho de 2023).

Na apresentação do vídeo a Pesquisadora não fez comentários ou explicações, pois o modo visual articulado ao modo acional contido no recurso tecnológico dinâmico possui função retórica consideravelmente explicativa, podendo dispensar o modo linguístico em determinadas situações abstratas – como neste caso.

O modo digital disponibilizado pelo vídeo permitiu revisar os conceitos estudados por meio dos protótipos de isopor e salientar as características visuais e acionais presentes no movimento helicoidal do sistema solar. O modo digital permitiu maiores possibilidades do que o modelo instrumental tridimensional, pois propôs um fenômeno astronômico importante (trajetória dos planetas em movimento helicoidal) que não seria humanamente possível apresentar em uma sala de aula somente pelos modos linguísticos, visuais, acionais e instrumentais isoladamente.

Além disso, o modo digital contribuiu para reforçar como os planetas se comportam em relação ao Sol e quebrar as noções de linearidade adotada pelos estudantes na organização dos protótipos de planetas no chão da sala. Então, o uso de vídeos com simulações permitiu contextualizar de maneira dinâmica os conceitos e fenômenos científicos, contribuindo no aprendizado científico na cultura surda (Cozendey, Costa, & Pessanha, 2013; Cozendey, Pessanha, et al., 2013; Dias et al., 2020; J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021; Paiva, 2011; Picanço & Cabral Neto, 2017; Vivian & Leonel, 2021b).

Dessa maneira, o modo visual bidimensional, o modo instrumental tridimensional, o modo digital, o modo linguístico e o modo acional foram retoricamente articulados para tornar o conhecimento científico acessível e aproximar a comunidade surda da comunidade científica. Na produção de significados é preciso considerar os diferentes recursos semióticos sociais e multimodais (Bezemer & Kress, 2015; Mortimer et al., 2014) a interação entre as pessoas e o potencial mediacional durante a ação e seleção desses recursos semióticos para representar os conceitos (Vygotski, 1991; Wertsch, 2007).

Neste caminho, a composição dos significados científicos básicos e introdutórios sobre o sistema solar foi orientada Pesquisadora durante a orquestra entre os recursos linguísticos, visuais, instrumentais, digitais e acionais, ao transitar entre o uso das imagens impressas, os protótipos de isopor, as narrativas, gestos (apontar, segurar os astros) e o vídeo, com função retórica fundamentada na sinalização dos astros juntamente com os estudantes.

Com isso, a Pesquisadora encerrou os estudos introdutórios sobre o sistema solar e se encaminhou para a segunda parte, que envolveu o estudo das características do Sol e a relação entre o Sol e a formação dos planetas do nosso sistema solar.

7.1.2 O Sol e as estrelas

Para este tópico, a Pesquisadora utilizou uma sequência de imagens em slides⁵⁸, vídeos com a simulação da expansão de estrelas e de proporção, bem como o uso dos protótipos de isopor. Além disso, para centralizar a abordagem do Sol, um menino personificou o Sol.

Para chamar o menino para fazer a atuação de Sol (Imagem 14), a Pesquisadora oralizou a palavra Sol, apontou para o menino que representava o Sol e sinalizou a terminologia: Sol (Capovilla & Raphael, 2006). Assim, ela orientou por meio do modo linguístico bimodal (oral/sinalizado) e acional (virando para o menino e apontando) os

⁵⁸As imagens para compor a apresentação foram coletadas na galeria do *Website* oficial da Nasa, disponível em: <https://www.nasa.gov/>.

estudantes ouvintes e a estudante surda sobre o começo de uma nova abordagem conceitual, que seria o sol e as estrelas.

Imagem 14 – Momento que a Pesquisadora chamou o menino Sol



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (capturas de tela extraída de registro audiovisual, 03 de Julho de 2023).

Na sequência, foi solicitado ao menino (Imagem 14) se apresentar como se fosse o Sol e se identificando para seus colegas; ele se descreveu como uma estrela, usando o respectivo sinal do “Sol”, informando que estava localizado no centro de um sistema solar e cheio de planetas ao seu redor, usando sinal de “sistema solar”, “planetas” e “muitos”.

Nesse momento, o menino passou a ser o Sol e, por uns instantes, não representava uma pessoa e sim um astro; logo, por analogia, o menino se tornou uma entidade científica representada pelo modo instrumental e acional – porque ele se movia. O modo instrumental/acional metaforicamente presente na atuação do menino como Sol foi orquestrado juntamente com o modo linguístico, durante suas falas de apresentação do astro. Os dois recursos trabalharam juntos para chamar a atenção do grupo para o astro, expor algumas características (sinal e categoria do astro) e fazer uma transição dinâmica do estudo do sistema solar – ainda no chão da sala – para o estudo do Sol e das estrelas. O uso de analogias pode assumir função retórica metafórica para representar uma ideia ou pensamento com a finalidade de produzir significados através da modelagem e transformação dos significados (Kress, Jewitt, et al., 2001).

Quanto às características do Sol, os estudantes já sabiam que o astro é uma estrela, pois em vários momentos em que se comentou a categoria do astro os estudantes concordavam com a informação, acenando a cabeça e, alguns, verbalizando para a Pesquisadora. Para marcar a diferença entre os signos linguísticos empregados para cada astro, a Pesquisadora mostrou o sinal de “Sol” (Capovilla & Raphael, 2006) e de “estrela” (Capovilla & Raphael, 2008), chamando a atenção para configuração de mão e movimentos

distintos, bem como para a singularidade icônica entre ambos na representação de luz e brilho.

Com isso, a Pesquisadora partiu para outro momento e realizou um questionamento inicial, sobre qual seria a composição do Sol, sugerindo como possibilidades as propriedades líquida, gasosa ou sólida, bem como uma aparente semelhança com a lava vulcânica ou as chamas do fogo. Espontaneamente, um estudante respondeu com convicção: “*Rochoso?! Impossível! É meio líquido, meio gasoso*” (Estudante neurodiverso, excerto extraído de registro audiovisual, 03 de julho de 2023).

Partindo disto, a Pesquisadora concordou que era uma mistura gasosa, mas complementando que se tratava de um gás em temperatura muito elevada e, logo, o Sol consistia em um estado de plasma. Situar o conceito de plasma foi desafiador para Pesquisadora e Intérprete, pois não havia um sinal conhecido no momento, para denominar o conceito em Libras; portanto, a Intérprete optou pela sinalização da palavra “P – L – A – S – M – A” em datilologia e olhou para Pesquisadora e repetiu o sinal que a Pesquisadora fez. O sinal de “plasma” foi arbitrariamente constituído similar ao sinal usado para gás, fogo e cola, com movimento manual ágil e com expressão facial contraída, segurando e soltando o ar suavemente. A Intérprete concordou com a morfologia do sinal e incorporou o mesmo no repertório da interpretação.

Este momento foi majoritariamente orquestrado pelo modo linguístico, pois naquela ocasião, não havia um objeto, uma imagem ou simulação que representasse o plasma. Foi possível perceber que a Intérprete e a Pesquisadora conversaram e se olharam para entrar em um acordo sobre a interpretação dos significados (Imagem 15), pois precisaram encontrar um recurso linguístico para definir o conceito e o sinal de plasma.

Imagem 15 – Pesquisadora e Intérprete tentando compor o sinal de “plasma” em conjunto



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (capturas de tela extraída de registro audiovisual, 03 de Julho de 2023).

Notavelmente, nesta situação (Imagem 15), a falta de outros recursos semióticos associados ao modo linguístico prejudicou a abordagem e a interpretação e, com a ausência dessa associação, não foi possível assegurar que houve um entendimento pela estudante surda sobre o sinal alternativamente criado. O que aconteceu nesta ocasião (Imagem 15), em que docente e Intérprete de Libras desconhecem o sinal científico para representar o conceito e tentam entrar em um acordo durante a aula, é comumente enfrentado por muitos desses profissionais; principalmente, nos contextos inclusivos, mesmo em uma sala de aula bilíngue (Florentino et al., 2015; W. D. de Oliveira & Benite, 2015a; M. C. R. Pessanha, Cozendey, & Rocha, 2013; M. Pessanha et al., 2015; Rocha & Cozendey, 2013; Vivian & Leonel, 2019, 2020, 2022a).

Neste sentido, para minimizar a ausência de outros recursos semióticos no momento, a Pesquisadora complementou a abordagem usando o modo linguístico para realizar uma analogia. Na analogia, a Pesquisadora enfatizou aos estudantes que era equivocado comparar o Sol a uma bola de fogo, pois o Sol não era uma bola de fogo que se apagaria em algum momento futuro; explicando que, na verdade, se tratava de uma mistura gasosa, altamente aquecida, gerando energia, que percebemos em forma de luz. A Intérprete sinalizou usando os sinais de “esfera”, “gasoso”, “quente” e “luz” (Capovilla & Raphael, 2006, 2008) com intensificador e expressão facial contraída.

A Pesquisadora diferenciou o Sol do fogo como retórica para desmistificar possíveis noções equivocadas sobre o fim evolutivo do Sol. Em determinadas situações, docentes usam de analogias, fazendo comparações ou perguntas, por pressupor que o objeto/assunto de comparação pertence às possibilidades de discurso do estudante; portanto, pode ser um fato supostamente conhecido ou do cotidiano do aprendiz, assim favorecendo a compreensão (Laburú et al., 2016).

Continuando, a Pesquisadora retornou a utilizar o modo instrumental, alterando o Sol humano pelo protótipo de isopor que representava o Sol (Imagem 16) para enfatizar a relação entre a nossa estrela e o sistema solar já estudado. Neste momento, a Pesquisadora trocou o modelo instrumental humano do menino Sol, para o modo instrumental concreto, com a esfera de isopor que representava o Sol. Esta transição entre os dois modos marcou o momento em que o estudo sobre a composição Sol passaria para um estudo mais conceitual sobre a composição dos planetas e a relação disso com o Sol.

Imagem 16 – Pesquisadora fazendo a transição do menino Sol para o Sol de isopor



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (capturas de tela extraída de registro audiovisual, 03 de Julho de 2023).

Segurando o Sol – a esfera de isopor – a Pesquisadora apontou para os planetas no chão (Imagem 16) e comentou que os quatro primeiros planetas eram rochosos por se concentrarem mais próximos do Sol, logo eram mais massivos (usando o sinal de “massa” (Cardoso et al., 2010), CM: 67 sobre a palma da outra mão CM: 05 e movimento retilíneo vertical para baixo com as duas mãos juntas sem alterar a configuração de mão de ambas) ou mais pesados (CM: 01, duas mãos com as palmas para cima, movimentos retilíneos opostos na vertical e expressão fácil contraindo o ar) (Imagem 19).

Novamente, o modo linguístico tornou a ser prevalente, mesmo com os protótipos no chão da sala que permitiriam o uso do modo instrumental, a Pesquisadora apenas usou o modo instrumental associado ao modo acional para apontar e direcionar a estudante surda sobre cada astro que estava sendo conceituado. Nesta situação, o modo linguístico foi o condutor principal da comunicação, enquanto os outros modos – acional e instrumental – serviram apenas para complementar o modo linguístico. Contudo, como os sinais eram icônicos, não foi difícil para a Intérprete incluir os mesmos no repertório e assegurar a fluidez da interpretação.

Assim, a Pesquisadora sinalizou e orientou a Intérprete sobre os parâmetros do sinal e a Intérprete sinalizou por meio de uma articulação entre os sinais de “pedra/rocha” (Capovilla & Raphael, 2006), massa (Cardoso et al., 2010), “proximidade”(Capovilla & Raphael, 2006) e “planeta” (Vivian, 2018), na interpretação da narrativa. Enquanto isso, a Pesquisadora também explicou – apontando mais uma vez – que os demais planetas, os quatro mais afastados, eram gigantes gasosos.

A Intérprete usou o sinal de “gasoso” (Capovilla & Raphael, 2008), o sinal de “afastamento” (Capovilla & Raphael, 2006), o sinal de “Sol” (Capovilla & Raphael, 2006) e o sinal de “planeta” (Vivian, 2018) no repertório. Nesses momentos, a Intérprete e a Pesquisadora sinalizavam alguns conceitos conjuntamente (Imagem 17), para reforçar a introdução de sinais que carregavam importância conceitual na descrição dos astros.

Imagem 17 – Pesquisadora sinalizando massivo e a Intérprete sinalizando proximidade



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (captura de tela extraída de registro audiovisual, 03 de Julho de 2023).

Em seguida, a Pesquisadora enfatizou aos estudantes que o Sol foi o astro fundamental para a origem do nosso sistema solar, na composição rochosa e gasosa dos planetas, bem como dos minerais que encontramos na Terra. A Intérprete usou o sinal de “comparar”, “Sol”, “estrelas”, rocha/pedra, “gás”, (Capovilla & Raphael, 2006, 2008) “planeta” (Vivian, 2018), mais o sinal de “diferença” (Capovilla & Raphael, 2008), “sistema solar” (Vivian, 2018), “poeira” e de “Sol” (Capovilla & Raphael, 2006) para compor a narrativa na interpretação.

Com isso, a Pesquisadora chamou a atenção para os conceitos e sinais de “rochoso”, “gasoso”, “proximidade” e “afastamento” (Capovilla & Raphael, 2006, 2008), como estratégia para introduzir o processo de formação das estrelas e a relação com a composição dos astros que se formam ao redor das mesmas, usando o protótipo do Sol para compor o entendimento da evolução estelar – por ser a nossa estrela mais próxima e mais conhecida.

O modo linguístico foi predominante na explicação sobre composição do Sol e dos planetas do sistema solar; mas para introduzir as abordagens sobre a evolução estelar, ainda usando o Sol como referência, a Pesquisadora transitou para o modo digital, usando um vídeo com simulação da expansão de uma estrela similar ao Sol (Figura 05). Essa transição começou com a Pesquisadora explicando que o Sol e outras estrelas têm um período de surgimento, de vida útil e de encerramento. Quando a Pesquisadora destacou que o Sol teria

um fim, um dos estudantes – que acompanhava atentamente as falas, a apresentação em slides da Pesquisadora e fazia anotações – realizou um comentário. Desse comentário, surgiu a seguinte narrativa (Excerto 08):

Excerto 08 – Pesquisadora enfatizando a diferença entre expansão e explosão

Estudante neurotípico: “*e aí ele vai apagar!*”.

Ellen: “*Não, é aí é que tá!*”

Estudante neurotípico: “*ele vai explodir!*”

Ellen: “*Ele vai expandir!*” (mostrando a simulação de uma estrela expandindo – Figura 05).

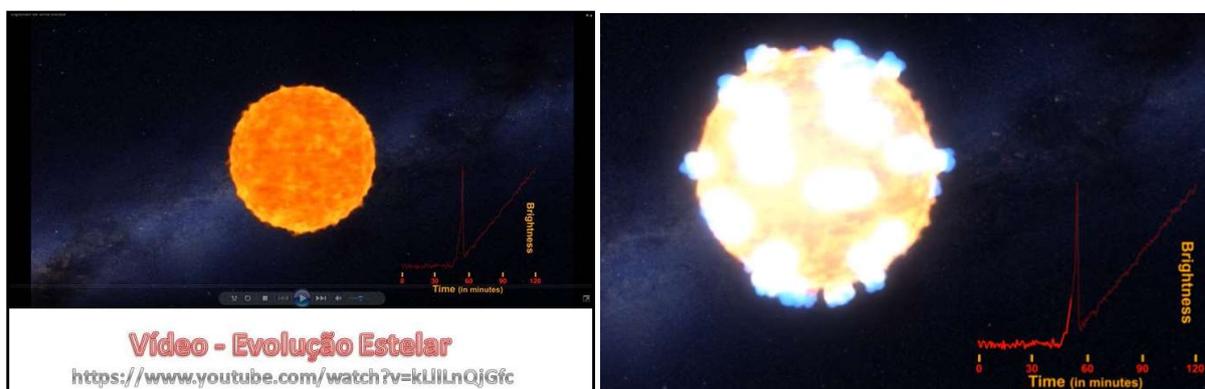
Estudante neurotípico: “*Oooooohhh!*” (Excerto extraído de registro audiovisual, 03 de Julho de 2023)

A partir da conversa entre os dois, foi possível perceber que mesmo a Pesquisadora já tendo alertado o grupo de que o Sol não era uma bola de fogo que iria explodir e se apagar um dos estudantes ainda carregava essa noção. Neste sentido, a Pesquisadora utilizou do modo linguístico e do modo digital para reforçar a expansão do Sol (Figura 05). Os erros conceituais de Astronomia presentes nos materiais didáticos, nas imagens e nas falas de pessoas que desconhecem o assunto podem reforçar noções extremamente equivocadas que são socialmente compartilhadas; neste sentido, cabe ao docente desmistificar as informações usando da linguagem científica (Langhi, 2011; Langhi & Nardi, 2007, 2013, 2014).

Neste sentido, a visualização da simulação contribuiu para reforçar a explicação sobre expansão, mas, também foi necessário esclarecer que a simulação representava um fenômeno em tempo extremamente acelerado, para não recair em outros erros conceituais. Os estudantes sempre devem ser informados sobre as possíveis alterações das escalas, período temporal, coloração, entre outras questões que podem surgir no uso de imagens ou simulações, sempre mantendo o caráter científico – principalmente, na área da Astronomia (Bolzan & Leonel, 2017; Langhi & Nardi, 2007; Vivian, 2018; Xavier et al., 2019).

Então, os recursos semióticos intencionalmente escolhidos devem ser previamente avaliados pelo docente, pois a finalidade é potencializar a abordagem conceitual; caso contrário, se as imagens ou simulações contiverem erros conceituais graves, o modo selecionado pode restringir a compreensão do fenômeno ou gerar noções equivocadas.

Figura 05 – Expansão de uma estrela

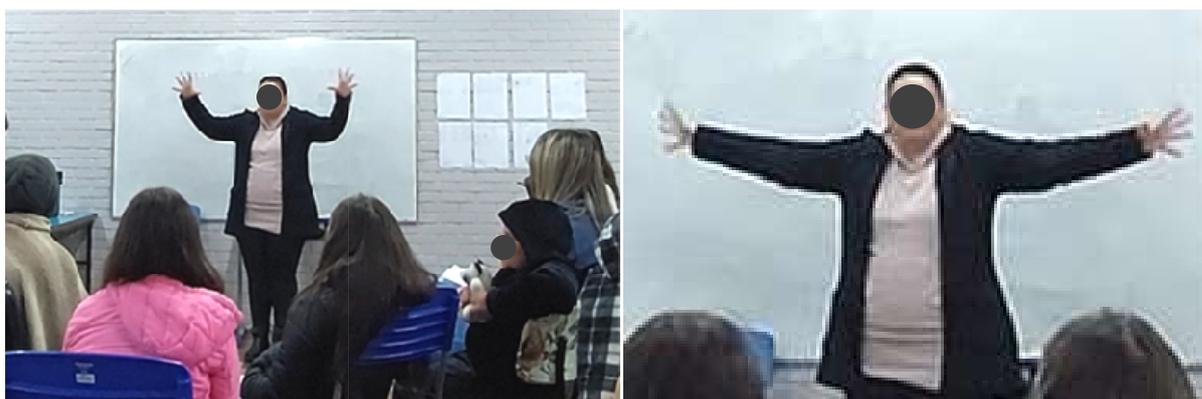


Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=kLIILnQjGfc> (capturas de tela, 03 de Julho de 2023).

Com a simulação (Figura 05), logo após esclarecer sobre o período temporal acelerado na simulação, um dos estudantes enfatizou: *“isso vai ser há muitos cinco milhões de anos, a gente nem vai tá mais aqui e esses planetinhas aí, nem vão mais existir!”* (Estudante neurodiverso, excerto extraído de registro audiovisual, 03 de Julho de 2023) para concordar e chamar a atenção para a informação que a Pesquisadora estava indicando. Então, foi positivo na abordagem de expansão o uso do modo digital associado ao esclarecimento dado pelo modo linguístico.

Na sinalização sobre o fenômeno de expansão estelar do Sol (Imagem 18), a Intérprete usou um sinal similar ao sinal de “gasoso” (Capovilla & Raphael, 2008), mas com ênfase no afastamento brusco das mãos e na amplitude dos braços, movimentando mais lento nas extremidades. Nesse sinal, o modo acional correspondeu à dinâmica de um gás em expansão, dando o movimento do interior para o exterior.

Imagem 18 – Intérprete sinalizando expansão estelar



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (capturas de tela extraídas de registro audiovisual, 03 de Julho de 2023).

Quanto à cor do Sol, a Pesquisadora mostrou uma imagem do Sol observado em diferentes variações do espectro e perguntou ao grupo qual era a cor do Sol (Figura 06). A Pesquisadora orientou a Intérprete a sinalizar espectro usando o sinal para representar diferentes “cores” (Capovilla & Raphael, 2008) e um classificador para “onda” (dedo indicador em movimento ondular) associado.

A Pesquisadora utilizou a pergunta através do modo linguístico, mas usou o modo visual, com as imagens da espectroscopia do Sol (Figura 06), com função retórica de contextualizar a pergunta, ampliar a problematização e fornecer possibilidades de respostas – pois a primeira imagem antecipava algumas informações visuais.

Figura 06 – Espectroscopia do Sol



Fonte: https://www.nasa.gov/sites/default/files/multi_wavelength_feb_25_pre-flare_1.jpg, https://www.nasa.gov/sites/default/files/images/656133main_coronalhole_sdo_blank_full.jpg (capturas de tela extraídas de apresentação de slides, 03 de Julho de 2023).

Esta parte da explicação foi conduzida pelo modo linguístico, mas o modo visual com as imagens do slide (Figura 06) já havia preparado o contexto. O modo linguístico e o visual foram articulados com o intuito de proporcionar ao grupo uma reflexão de que nem sempre os astros correspondem ao que se observa a olho nu da Terra; pois os instrumentos utilizados podem fornecer informações sobre composição, volume, fase evolutiva – entre outras características – sendo que a coloração varia conforme os elementos químicos do astro e tipos de instrumentos de observação.

Com as imagens do Sol e após a Intérprete sinalizar o questionamento, a estudante surda apontou para a imagem (Figura 06) e afirmou que a cor do Sol era amarela e alguns colegas comentaram que era laranja. Então, a Pesquisadora esclareceu que a cor observada

dependia muito do instrumento utilizado, e a coloração tinha relação com a composição do Sol, percebidos através da reflexão da luz em diferentes comprimentos de ondas até nós.

Para responder à pesquisadora, observou-se que a estudante surda usou primeiramente a imagem, apontando para o recurso visual (Figura 06), usando o recurso linguístico de forma secundária, quando, sinalizou “cor amarela”. Isso se deve ao fato de as experiências visuais serem primordiais na cultura surda (Campello, 2007; Quadros, 2008a; Strobel, 2016).

No contexto pedagógico da educação de surdos, uma imagem não é apenas uma ilustração qualquer, pois deve estar carregada de problematização, contextualização e informação iconicamente significativa (Campello, 2007; R. M. Santos et al., 2018). Similarmente, na perspectiva sociocultural sobre a surdez, os signos são visuais (Vygotski, 2011; Vygotski, 1983) e potencialmente úteis tanto nas formas de comunicação (Bezemer & Kress, 2015; Jewitt et al., 2000; Kress, 2010), quanto no uso das ferramentas de mediação e de interação entre as pessoas (Vygotski, 1991; Vygotsky, 1934; Wertsch, 1991, 1998). Além disso, estudantes surdos tendem a ser muito detalhistas a iconicidade das imagens, logo, essas imagens precisam manter a coerência entre o grau de iconicidade e o teor dos significados científicos (Bolzan & Leonel, 2017; R. M. Santos et al., 2018; Vivian, 2018; Vivian & Leonel, 2019; Xavier et al., 2019).

Quanto à sinalização de comprimento de onda, novamente, foi necessária a negociação entre a Pesquisadora e Intérprete (Imagem 19). Assim, a Pesquisadora orientou a Intérprete a utilizar o sinal de “luz”, na horizontal, em frente ao rosto, em sentido oposto entre o receptor e o interlocutor, associado ao sinal de “onda” (CM: 49, com movimento sinuoso).

Imagem 19 – Pesquisadora e Intérprete negociando a sinalização de comprimento de onda



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (capturas de tela extraída de registro audiovisual, 03 de Julho de 2023).

Portanto, a composição do sinal de comprimento de onda foi realizada por meio da articulação entre as diferentes configurações de mão, ponto de articulação, movimento e

orientação, onde o significado dinâmico do comportamento da luz foi, predominantemente, representado pelo modo acional que operou sobre o modo linguístico.

Como se tratava de um conceito novo e sem um sinal conhecido no momento, para tentar contextualizar e exemplificar o que significava a variação das cores emitidas do espectro e do comprimento de onda, a Pesquisadora tornou a usar uma analogia. Assim, usando apenas o modo linguístico, a Pesquisadora comparou o fenômeno com a realização de exames de imagem – exame em raio X – que seria um método para observar os ossos do corpo, similarmente, há métodos para observar o Sol e as estrelas para entender melhor a composição entre outras características. Na sinalização, a Intérprete usou no repertório o sinal de “comparativo”, o sinal de “Sol”, sinal de “imagem”, sinal de “corpo humano”, sinal de “ver” e sinal de “observar” (Capovilla & Raphael, 2006, 2008).

Portanto, a Pesquisadora usou as imagens da espectroscopia das estrelas para abordar a relação entre a coloração das estrelas e a composição. Assim, a apresentação dos conceitos, mediada pelo modo linguístico, serviu para detalhar as características; enquanto a apresentação dos conceitos mediada pelo modo visual – imagens (Figura 06) – permitiu complementar o modo linguístico, transformando os conceitos abstratos em informações visualmente observáveis. Além disso, a articulação entre o modo visual e linguístico facilitou a criação de um sinal provisório (comprimento de onda), para que fosse incorporado ao modo linguístico visual-acional; contribuindo para tornar a linguagem científica mais acessível à estudante surda.

No contexto familiar é natural que as pessoas surdas criem sinais caseiros próprios, constituídos e utilizados especificamente dentro daquele ambiente para estabelecer uma forma de comunicação (Goldfeld, 1997; Skliar, 1998a). Semelhantemente, no contexto pedagógico, criar sinais provisórios durante as aulas é comumente realizado, principalmente entre Intérprete e estudante (H. A. G. Barbosa & Rosa, 2017); se caracterizando como uma estratégia pedagógica válida e positiva na aprendizagem (Bolzan & Leonel, 2017; J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021). Na sala de aula inclusiva, docente, estudantes ouvintes, surdos e Intérprete de Libras devem interagir visando o alcance dos objetivos de aprendizagem, pois todos contribuem através de suas falas (Leite, 2005).

Então, a mediação e a interação entre os sujeitos pode ser potencializada quando há uma articulação entre diferentes modos, pois os diferentes modos permitem diferentes possibilidades de interpretação, comunicação e aprendizagem; a articulação multimodal disponibiliza ao sujeito opções de pensamento, através de diferentes modos de utilizar as

ferramentas psicológicas. Essas articulações multimodais e as possibilidades geradas podem diminuir as lacunas linguísticas referentes aos conceitos mais abstratos.

Até este momento, a Pesquisadora estava preparando o contexto para ingressar no estudo de conceitos mais abstratos, partindo para os próximos conceitos. Por isso, a Pesquisadora começou mostrando algumas características das estrelas – como a cor, composição e expansão – para antecipar explicações sobre o processo de surgimento das estrelas, fusão e final evolutivo, bem como, retomar a relação desse processo na origem dos planetas e na formação de buracos negros.

7.1.3 Das estrelas aos buracos negros

Assim, para apresentar como surgem as estrelas, a Pesquisadora primeiramente questionou aos estudantes se sabiam a origem, mas nenhum estudante se manifestou. Esse questionamento foi realizado apenas pelo modo linguístico, sem o uso de uma imagem para compor o modo visual, como foi realizado anteriormente na abordagem sobre a cor do Sol e comprimento de onda; a ausência de um recurso visual dificultou o entendimento pelos estudantes, devido à falta de um contexto e nível de abstração. Portanto, a Pesquisadora explicou que as estrelas se formavam a partir de regiões muito gasosas, caminhando entre os estudantes com o computador, mostrando uma imagem de uma nebulosa (Imagem 20).

Imagem 20 – Pesquisadora mostrando uma imagem e o sinal de “nebulosa”



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora, https://www.nasa.gov/sites/default/files/images/110699main_image_feature_285_ajhfull.jpg (capturas de tela extraída de registro audiovisual e apresentação de slides, 03 de Julho de 2023).

Portanto, a Pesquisadora descreveu que a região gasosa correspondia ao berçário das estrelas, local onde havia partículas, que se agrupavam com a ação da gravidade; logo essas partículas colidiam e se agrupavam dando início a uma nova estrela, em seguida sinalizou “nebulosa” (Vivian, 2018) (Imagem 20). Assim, a Pesquisadora associou o modo linguístico ao modo visual, onde o modo linguístico forneceu a descrição e o modo visual forneceu a contextualização das informações descritas.

Na interpretação, a Intérprete sinalizou a região de concentração gasosa e nascimento, com o sinal de “gás”, o sinal de “aproximação”, o sinal de “união” e de “nascer” (utilizado para nascimento de pessoa) (Capovilla & Raphael, 2006, 2008).

Com isso, a Pesquisadora orientou a Intérprete a utilizar o sinal de “surgimento/criação” (Capovilla & Raphael, 2006, 2008) e também mostrou para a Intérprete o sinal de “gravidade” (Cardoso et al., 2010) (CM: 50, movimento retilíneo, com as duas mãos se aproximando lentamente e expressão facial contraída) (Imagem 21). Assim, a Intérprete adicionou no repertório o sinal de “surgir” (Capovilla & Raphael, 2006) e de “gravidade” (Cardoso et al., 2010), reformulando a interpretação.

Imagem 21 – Pesquisadora e Intérprete sinalizando gravidade



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (capturas de tela extraída de registro audiovisual, 03 de Julho de 2023).

Neste momento, a Intérprete pode alterar seu repertório para utilizar os sinais mais coerentes aos conceitos científicos; porque a Pesquisadora é uma docente bilíngue e percebeu a situação, podendo orientar a Intérprete na ocasião (Imagem 24). Contudo, em muitos casos, isso não é possível, pois os docentes desconhecem Libras e cultura surda (Florentino et al.,

2015; J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021; W. D. de Oliveira & Benite, 2015a, 2015b; Paiva, 2011; Vivian & Leonel, 2019, 2020) e, geralmente, os Intérpretes desconhecem as terminologias científicas, bem como os sinais mais coerentes ao significado científico (Florentino et al., 2015; W. D. de Oliveira & Benite, 2015a; Vivian & Leonel, 2019, 2020, 2022a) dificultando essas negociações narrativas durante a aula.

Com isso, muitos Intérpretes acabam enfrentando problemas na seleção dos sinais, utilizando sinais equivocados (Darroz et al., 2020; J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021) ou sinais do uso cotidiano, que podem divergir do conceito científico (Botan & Paulo, 2014; M. Pessanha et al., 2015; Vargas & Gobara, 2013, 2015b); como ocorreu nesta situação, em que a Intérprete usou o sinal de “nascido” que remete ao conceito de parto e é utilizado para identificar nascimento de pessoa e não surgimento ou criação, que possui mais sentido semântico com nascimento de estrelas.

Continuando a abordagem do surgimento das estrelas, uma das tutoras comentou com o grupo como havia entendido esta parte da evolução estelar, dizendo: “*Então, o início de uma estrela é uma nebulosa?!?*” (Tutora Mari, excerto extraído de registro audiovisual, 03 de Julho de 2023). A Pesquisadora complementou da seguinte maneira: “*e no final da evolução da estrela ela pode gerar outras nebulosas, continuando um ciclo evolutivo*” (Tutora Mari, excerto extraído de registro audiovisual, 03 de Julho de 2023); respondendo como se comporta o mecanismo do universo para manter seus elementos, por meio de processos constantes e relacionados.

Então, as imagens do Sol, o vídeo da expansão solar, a criação de sinais provisórios para alguns conceitos e o andar da Pesquisadora entre os estudantes com o *notebook* serviram de recurso semiótico visual, digital e acional na modelagem dos recursos linguísticos orais e sinalizados, durante a descrição e definição de conceitos abstratos como espectro, comprimento de onda, expansão e nebulosa. Assim, a transição entre os recursos semióticos visuais, digitais, linguísticos e acionais contribuiu na exploração das ferramentas mediacionais – linguagem científica – bem como favoreceu algumas interações entre a Pesquisadora e a Intérprete e entre a Pesquisadora e Participantes.

Durante a utilização do modo linguístico, a Pesquisadora frequentemente utilizava questionamentos para tentar sondar os estudantes, chamar a atenção deles para os conceitos que seriam estudados e promover alguma forma de interação. Somado a isso, o modo acional, empregado ao caminhar até os estudantes com o computador, também teve o objetivo de aproximação entre estudantes e a Pesquisadora, visando a interação. Com isso, a Pesquisadora conseguiu que alguns estudantes participassem; mas, a maioria dos estudantes quase não se

movia ou se manifestava, mesmo com as tentativas de estabelecer maior interação e, conseqüentemente, comunicação. Desta forma, a interação entre os pares ainda não estava espontaneamente fluindo no grupo, possivelmente decorrente de as abordagens terem sido predominantemente expositivas.

Entretanto, a aprendizagem de Ciências implica nos estudantes usarem a linguagem científica (J. M. Fernandes et al., 2020; Kress, Jewitt, et al., 2001; Mortimer & Scott, 2003), para isso é necessário interação e comunicação. Portanto, é fundamental envolver os estudantes em tarefas pedagógicas e situações práticas multissensoriais, que estimulem a interação, exijam a autonomia e permitam aos estudantes vivenciar os conceitos (J. F. de Oliveira & Ferraz, 2021; W. D. de Oliveira & Benite, 2015a; Paiva, 2011; Xavier et al., 2019), tornando a sala de aula em um espaço para explorações sociais, multimodais e sensoriais (Gomes et al., 2015; Kress, 2010; Kress, Jewitt, et al., 2001).

Assim, era preciso tornar as intervenções mais práticas e dinâmicas, já que os próximos conceitos que seriam abordados envolviam maior nível de abstração. Contudo, as dinâmicas foram planejadas para intervenções mais avançadas, com a utilização do jogo de charadas de astronomia bilíngue, após os estudos conceituais.

Então, após abordar o surgimento das estrelas, a Pesquisadora continuou usando o modo linguístico, para iniciar um novo momento de abordagem conceitual, questionando ao grupo se eles sabiam o motivo de as estrelas emitirem luz e, dessa vez, três estudantes responderam que seria pelo fato de a estrela ser muito quente e associaram a expansão e a emissão de luz com calor.

Com isso, a Pesquisadora introduziu o conceito de fusão, descrevendo como um processo no qual as partículas gasosas em alta temperatura sofriam fortes colisões até se fundirem e, com isso, gerando energia, expandindo a estrela e; conseqüentemente, emitindo essa energia em forma de luz e calor – como percebemos aqui da Terra. Essa parte a Pesquisadora sinalizou junto com a Intérprete, mostrando a ela os sinais de “fusão” (Imagem 22) e enfatizando o movimento intenso do giro e da expansão no sinal de “fusão” (Vivian, 2018).

Novamente, a Pesquisadora foi até os estudantes para mostrar as imagens para representar fusão e apresentar o conceito, finalizando com a sinalização do conceito de “fusão” (Vivian, 2018), juntamente com a Intérprete (Imagem 22).

Imagem 22 – Pesquisadora mostrando imagem e sinalizando “fusão” com a Intérprete



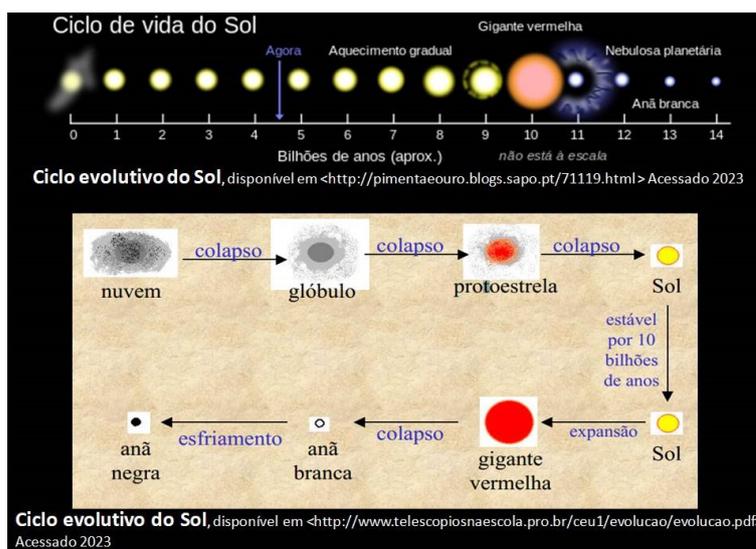
Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora, <https://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/gkper.jpg>, https://www.nasa.gov/sites/default/files/images/643608main_hubble_full.jpg (capturas de tela extraídas de registro audiovisual e de apresentação de slides, 03 de Julho de 2023).

Durante a descrição, a Intérprete usou o sinal de “gases”, “colisão”, luz (Capovilla & Raphael, 2008), e o sinal de “expansão”, mas posicionado do centro do tórax para frente, no repertório (Imagem 22). A escolha em sinalizar a luz saindo do tórax para frente foi uma estratégia potencialmente escolhida pela Intérprete, pois, com isso, ela estabeleceu a relação de energia produzida no interior e expandindo para o exterior da estrela. Neste momento, a Pesquisadora introduziu assunto e definiu o conceito através do modo linguístico; em seguida, forneceu o contexto pelo modo visual como imagem que reforçava a luminosidade das estrelas e colapso gerado pela fusão, concluindo a definição com o modo linguístico visual-acional, na sinalização. Assim, foi produzido, através da orquestra entre o modo linguístico e visual, o significado de fusão.

Então a Pesquisadora partiu para o momento de encerramento sobre evolução estelar, retomando o Sol como referência, mostrando uma imagem da evolução solar (Figura 07) e, em seguida, dizendo: “*um dia em que o Sol expandir ele vai se tornar uma gigante vermelha, e aí a luz dele vai ser tão intensa que até aqui à Terra (apontando para Terra e para o Sol de isopor), vai super aquecer ou talvez ele engula todos esses planetas aqui (apontando para Mercúrio e Vênus)*” (Pesquisadora, excerto extraído de registro audiovisual, 03 de Julho de

2023), interpretando simultaneamente para a estudante surda, já que estava mostrando os planetas e a estudante não conseguiria dividir a atenção entre a observação dos astros indicados pela Pesquisadora e a sinalização realizada pela Intérprete.

Figura 07– Ciclo evolutivo do Sol



Fonte: <http://pimentaeouro.blogs.sapo.pt/71119.html>, <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/ceu1/evolucao/evolucao.pdf> (captura de tela extraída de apresentação de slides, 03 de Julho de 2023).

A Pesquisadora optou por oralizar e sinalizar simultaneamente (modo linguístico bimodal) porque se a estudante surda olhasse para a Intérprete não conseguiria acompanhar visualmente os planetas mostrados pela Pesquisadora, como os demais estudantes ouvintes poderiam fazer sem perder a orientação dada pelo modo linguístico. Entretanto, essa prática se constitui em um tipo de bimodalismo e não é recomendado, pois ao oralizar e sinalizar simultaneamente, a comunicação pode ser prejudicada e a sinalização recai a subordinação gramatical da Língua Portuguesa, tornando apenas um Português sinalizado (S. Fernandes & Moreira, 2014).

Por outro lado, a presença de um Intérprete não é a garantia total de acessibilidade, é preciso entender que o estudante surdo precisa de tempo para olhar as anotações no quadro, olhar os materiais que o docente está utilizando e ainda acompanhar a interpretação (Quadros, 2004). Então, o docente precisa reconhecer os acontecimentos que demandam atenção visual dos estudantes surdos, para que não percam as explicações, a interpretação e apresentações utilizadas no decorrer da aula; por isso que a Pesquisadora explicou nas duas línguas no momento que apresentava as características das estrelas em relação ao Sol e sua expansão.

Assim, a Pesquisadora usou a orquestra entre o modo visual com a imagem, o modo acional de apontar para os planetas e o modo linguístico oral e sinalizado simultâneo como estratégia para assegurar que os estudantes ouvintes e a estudante surda tivessem a mesma oportunidade de ouvir e ver as explicações de maneira contextualizada e equitativa. É importante que os estudantes surdos tenham uma visualização favorável dos acontecimentos da sala de aula de Ciências, assim como os ouvintes (Darroz et al., 2020), para que as informações não sejam perdidas ou fragmentadas.

Com isso, no final da explicação e da contextualização sobre a fusão, a expansão do Sol e as consequências na Terra, a estudante surda complementou afirmando que “*o sol expandiu há 5000... milhões de anos, antes de ter mamutes e antes dos dinossauros*” (Estudante surda, tradução própria, excerto extraído de gravação audiovisual, 03 de Julho 2023) (Imagem 23).

Imagem 23 – Estudante surda sinalizando passado e dinossauro



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (capturas de tela extraídas de registro audiovisual, 03 de Julho de 2023).

A estudante usou o sinal de “passado”, sinal do número “5” e “0”, sinal de “elefante grande”, sinal de “dinossauro”, sinal de “explosão”, sinal de “Sol”, sinal de “expansão” e sinal de “antes”. Então, a orquestra dos diferentes recursos semióticos pela Pesquisadora forneceu o significado e um contexto, contribuindo para que a estudante surda pudesse interagir com a turma e expor suas ideias ao grupo.

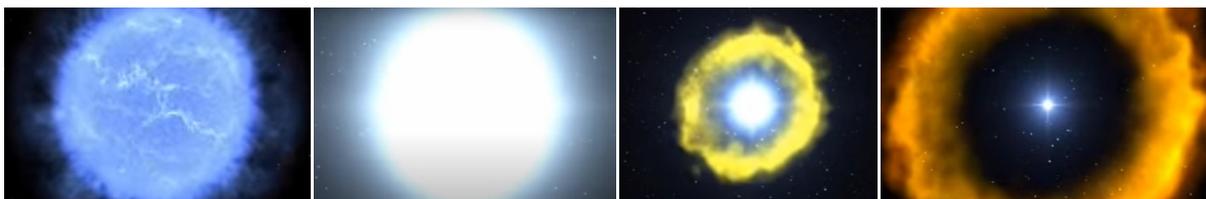
A Pesquisadora, a Intérprete e tutores não entenderam o motivo da estudante surda fazer menção ao número “5”, mas notaram que a estudante tinha uma noção mais sofisticada sobre o intervalo temporal necessário para a ocorrência de um fenômeno astronômico,

atribuindo o conceito de “milhões” e/ou “bilhões” e de “passado/antigamente” na sua narrativa.

Então, partindo para o momento de conclusão, a Pesquisadora abordou sobre o final da evolução estelar, introduzindo o conceito de buraco negro. Para marcar a transição para esse momento, a Pesquisadora utilizou o modo digital e mostrou outra simulação da expansão estelar, com outra estrela diferente do Sol (Figura 08). Quando a Pesquisadora chamou a atenção do grupo para o intervalo temporal para ocorrência do evento, novamente, a estudante surda comentou que “*a expansão demorava uns 5 milhões de anos*” (Estudante surda, tradução própria, excerto extraído de gravação audiovisual, 03 de Julho 2023), usando o sinal de “expansão”, similar ao utilizado pela Pesquisadora e pela Intérprete em outros momentos, com um movimento lento, sinal de “passado”, sinal de “demorar”, sinal do número “5” e, várias vezes, o sinal do número “0”.

A simulação permitiu a visualização dinâmica de algumas partes do processo do fenômeno, possibilitando a observação mais detalhada de um evento astronômico que não pode ser humanamente acompanhado sem um recurso digital. Os recursos digitais têm o potencial de sofisticar as formas de produzir significados que não seriam naturalmente acessíveis ao ser humano (Kress, 2005).

Figura 08 – Simulação da expansão de uma estrela supernova



Fonte: <https://youtu.be/LYCclRwM6vA>: (capturas de tela extraídas de vídeo, 03 de Julho de 2023).

Na sequência, após a simulação, a Pesquisadora usou o modo linguístico para questionar os estudantes, se eles sabiam o que aconteceria no final da vida evolutiva de uma estrela, depois que ela expandiu e não teria mais energia suficiente para continuar a fusão do gás em seu interior. Em seguida, articulou o modo visual ao modo linguístico, mostrando uma imagem de uma estrela anã e de um buraco negro (Imagem 24). Neste instante, um estudante comentou: “*Ela vira um nada perdido no espaço, ou... O terror da Ciência*” (Estudante neurodiverso, excerto extraído de registro audiovisual, 03 de Julho de 2023), fazendo menção implícita aos buracos negros.

Imagem 24 – Sequência sinalizando buraco negro



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora e <https://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/print.jpg>, https://www.nasa.gov/sites/default/files/images/729665main_A-BlackHoleArt-pia16695_full.jpg; (capturas de tela extraídas de registro audiovisual, 03 de Julho de 2023).

Assim, a Pesquisadora informou que estrelas menores, como o nosso Sol, não possuem massa e energia suficiente para fundir e expandir até se tornar um buraco negro; terminando a evolução como uma anã branca. Já as estrelas maiores, como as gigantes azuis, possuem capacidade para se transformarem em buracos negros, devido ao potencial massivo desses astros. Em seguida, sinalizou “buraco negro” (Vivian, 2018) e complementou a explicação, dizendo (excerto 09):

Excerto 09 – Pesquisadora explicando sobre buraco negro

Ellen: *“O buraco negro se forma da colisão de duas estrelas extremamente grandes, ou das gigantes azuis, que a gente chama, quando ela expande e explode, e vai se tornar um buraco negro... Toda a luz que vem até ele não reflete, ela é... Como se fosse engolida... Absorvida! Então, nem toda estrela vai se tornar um buraco negro, o Sol ele não vai ser um buraco negro, porque não tem massa suficiente, não tem energia e gás pra isso [...] Mas, ele (o buraco negro) não é um aspirador espacial, sugando tudo. Ele tá ali, a luz que vai até ele é atraída, se uma estrela estiver próxima ela vai ser atraída”.* (Pesquisadora, excerto extraído de registro audiovisual, 03 de Julho de 2023).

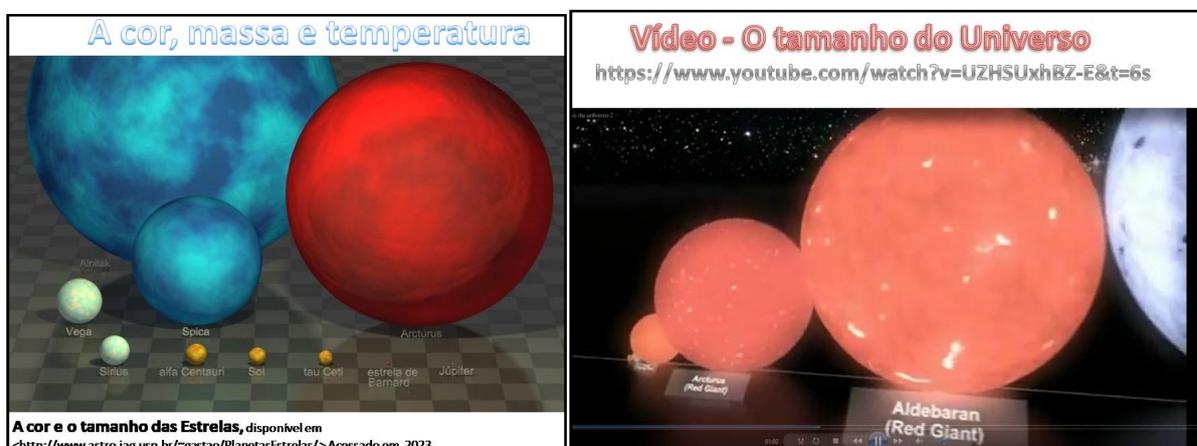
Na sinalização, a Intérprete usou o sinal de “estrela” (Capovilla & Raphael, 2008), “fusão” (Vivian, 2018), “expansão”, “estrelinha”, “ou” e o sinal de “buraco negro” (Vivian, 2018); já utilizando os sinais que foram conceituados anteriormente, como fusão e expansão. Na sequência, a estudante surda foi até a frente do computador (Imagem 27) para explicar o que entendeu, sinalizando com os mesmos sinais utilizados pela Intérprete e pela Pesquisadora, mas fazendo repetições nos sinais de “fusão”, de “expansão”, de “buraco

negro” (Vivian, 2018), adicionando o sinal de “luz” no repertório e em direção ao sinal de “buraco negro” (traduzindo: luz sendo atraída pelo buraco negro).

Portanto, os modos digitais, linguísticos e visuais foram retoricamente orquestrados para explicar o final evolutivo de uma estrela e compor o significado de buraco negro, onde o modo digital (a simulação) e o modo visual (a imagem) carregavam significados visuais que contextualizaram os dois fenômenos astronômicos, enquanto o modo linguístico (falas da Pesquisadora e interpretação) complementou os significados visuais por meio da descrição dos fenômenos e apresentação do sinal de “buraco negro” (Vivian, 2018) (Imagem 27).

Posteriormente, para contextualizar sobre os tamanhos das estrelas, a Pesquisadora retomou o uso do modo visual, mostrando uma imagem do comparativo entre as estrelas e, posteriormente, finaliza a abordagem com o modo digital, usando um vídeo com a simulação de escala e proporção entre as estrelas – denominado “O tamanho do Universo II” (Figura 09).

Figura 09 – Imagem e simulação “O tamanho do universo II” do comparativo entre estrelas:



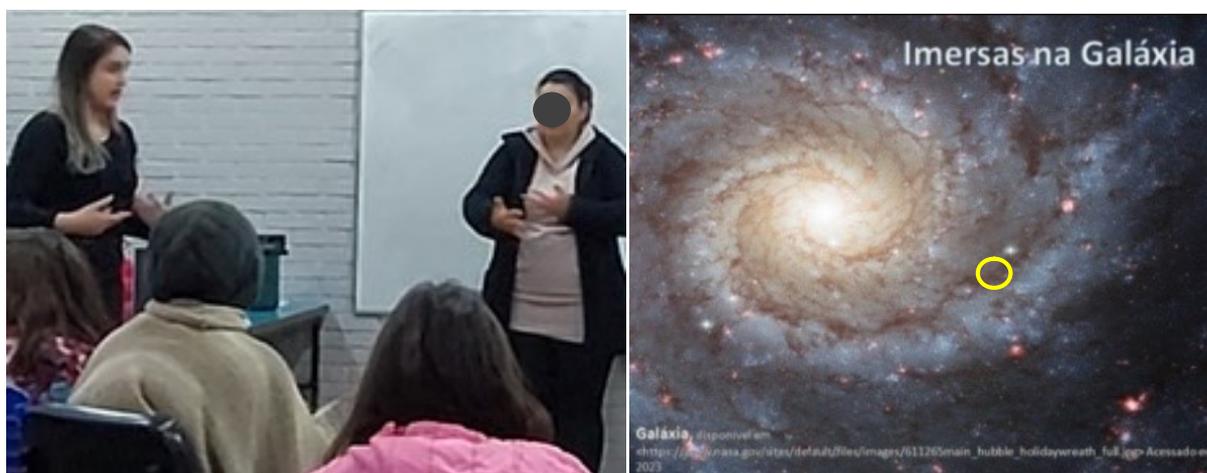
Fonte: <http://www.astro.iag.usp.br/~gastao/PlanetasEstrelas/>, <https://www.youtube.com/watch?v=UZHSUxhBZ-E&t=6s> (capturas de tela, 03 de Julho de 2023).

O vídeo com a simulação (Figura 09) empolgou os estudantes, que pediram para assistir duas vezes. As simulações permitem chamar a atenção dos estudantes (Vargas & Gobara, 2011) de maneira lúdica (Xavier et al., 2019); entretanto, uma simulação de fenômenos científicos não é apenas uma simples animação, pois se configura um recurso pedagógico capaz de proporcionar a aprendizagem de Astronomia (L. D. de D. Menezes, 2011) e um tipo de recurso inclusivo na educação científica para surdos (Cozendey, Costa, et al., 2013).

Após a simulação, outro estudante se manifestou, fazendo o seguinte questionamento: “*uma pessoa já foi capturada por um buraco negro, tipo ser sugada?*” (Estudante neurotípico, excerto extraído de registro audiovisual, 03 de Julho de 2023). A Pesquisadora informou que não, devido a distância desse astro em relação à Terra. Em seguida, outro menino complementou a informação, destacando que: “*tem um buraco negro no centro da galáxia*” (Estudante neurodiverso, excerto extraído de registro audiovisual, 03 de julho de 2023).

Assim, a Pesquisadora partiu do comentário do estudante para encerrar o momento, concordando com a informação e mostrando a imagem da Via Láctea (Imagem 25), para contextualizar e revisar os astros e fenômenos estudados: as nebulosas as estrelas, os buracos negros, o Sol, o sistema solar e a Terra – destacando onde estamos. Por fim, foi apresentado o sinal de “galáxia” (Vivian, 2018), onde a Pesquisadora enfatizou a afinidade entre o sinal e a dinâmica da Galáxia, para demarcar a iconicidade presente na composição do signo linguístico que define esse astro. O modo acional do sinal teve o papel de significar o movimento da galáxia no espaço.

Imagem 25 – Grupo sinalizando Galáxia



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora, https://www.nasa.gov/sites/default/files/images/611265main_hubble_holidaywreath_full.jpg (capturas de tela extraídas de registro audiovisual, 03 de Julho de 2023).

Além disso, a sequência didática adotada na disposição dos conceitos pela Pesquisadora – partindo do sistema solar, das estrelas até chegar a galáxia e retornar ao sistema solar – teve como função retórica articular os conceitos, para enfatizar as relações sistêmicas que se estabelecem entre os fenômenos astronômicos, bem como antecipar a próxima parte dos estudos, visando explicar o surgimento do universo e o *BigBang*. Já a

transição entre os modos – visuais, digitais, acionais, instrumentais e linguísticos – empregada pela Pesquisadora serviu para marcar cada momento de transição conceitual. Para lembrar, a orquestra dos diferentes recursos semióticos potencializa o uso das ferramentas mediacionais, favorecendo a interpretação dos conceitos que fornecem significados aos fenômenos científicos (Mortimer et al., 2014).

Na maior parte dos estudos, o modo linguístico e o visual foram predominantes e se complementavam para dar sentido e produzir os significados. Em especial, o modo linguístico foi favorecido com a atuação da Intérprete, pois permitiu que a Pesquisadora transitasse com mais flexibilidade prática entre os recursos visuais, digitais, acionais e instrumentais. Assim, não houve uma frequente necessidade de realizar uma comunicação bimodal, que poderia ter prejudicado a fluidez das explicações. Além disso, o trabalho conjunto entre a Pesquisadora e a Intérprete garantiu maior rigor linguístico na apresentação dos significados e permitiu uma sinalização mais coerente com as terminologias científicas.

Essa forma de trabalho pedagógico é denominada de atuação codocente⁵⁹. A codocência na Educação Bilíngue implica na atuação conjunta entre os atores do espaço educacional (Kelman & Castro, 2023). Nesse caso, os atores foram a Pesquisadora e a Intérprete. A atuação pedagógica codocente ocorre quando docente e Intérprete trabalham mutuamente nos planejamentos e, principalmente, nas negociações e parceria em sala de aula (Kelman & Castro, 2023; Philippsen, Gauche, Tuxi, & Felten, 2019), se configurando uma prática eficiente na aprendizagem científica de estudantes surdos (Philippsen et al., 2019).

Então, os primeiros estudos foram marcados por um trabalho pedagógico bilíngue, codocente e por uma série de eventos multimodais; através do modo visual com imagens, do modo digital com vídeos, o modo instrumental com a metáfora do menino Sol e manipulação de protótipos de isopor, bem como o modo linguístico através das falas da Pesquisadora e da profissional na interpretação. Esses modos foram retoricamente orquestrados para estabelecer os significados científicos referentes ao sistema solar, sol, estrelas, fusão e buracos negros, bem como apresentar os signos linguísticos dos mesmos, destacando o caráter conceitual e dinâmico dos fenômenos.

Contudo, o próximo estudo, que foi uma revisão geral e até a abordagem do *BigBang*, não contou com a atuação da Intérprete de Libras, então, a comunicação oral e sinalizada foi realizada pela Pesquisadora, novamente em modo linguístico bimodal. Com isso, a

⁵⁹ Codocência ou coensino, bi-docência ou ensino compartilhado, envolvem práticas diferentes: na bi-docência há dois docentes ministrando aula em um mesmo espaço, sem que haja interação entre o professor regente e outro profissional; já a codocência ou coensino é uma forma de ensinar em que há uma participação de dois profissionais nas atividades pedagógicas (Kelman & Castro, 2023).

Pesquisadora intensificou a utilização de recursos visuais, tanto com imagens quanto com simulações.

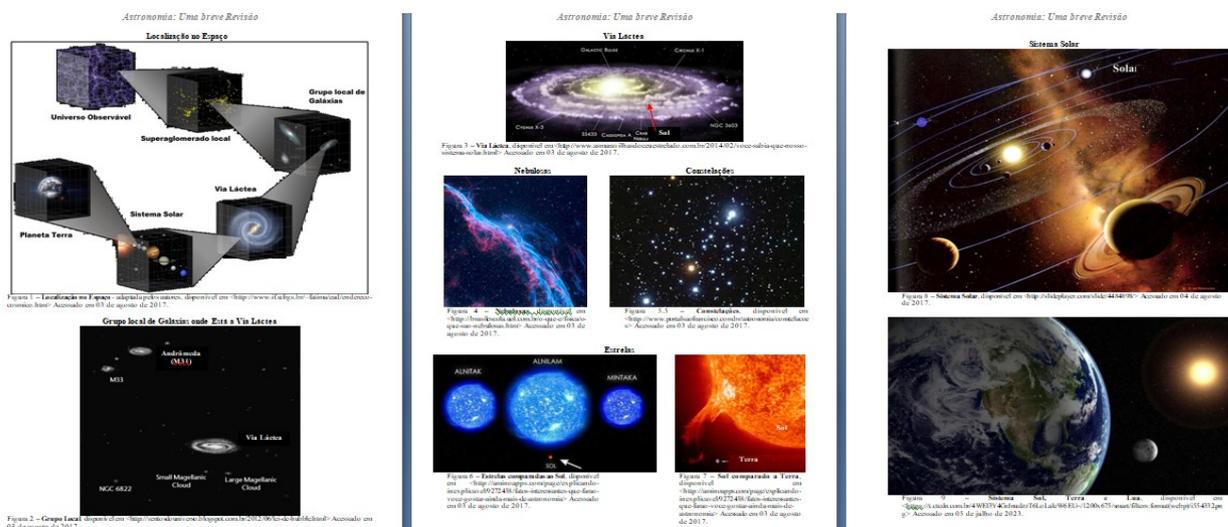
7.1.4 O universo e o BigBang

Na finalização dos estudos, antes de chegar ao conceito de *BigBang*, a Pesquisadora realizou uma retomada – usando um material impresso colorido com imagens⁶⁰, que relembavam todos os tópicos estudados – como estratégia para introduzir o conceito de *BigBang* na produção dos significados e encerrar com esse conceito a parte teórica do módulo II.

Neste caminho, o material impresso preparado pela Pesquisadora era constituído de uma sequência de imagens (Figura 10). A primeira imagem apresentava um fluxograma partindo do universo observável, avançando para o grupo local de galáxias, para a Via Láctea e assim por diante, até chegar à imagem do sistema solar e da Terra. Depois, havia a imagem individualizada de alguns astros específicos.

Assim, o material era predominantemente carregado de recurso visual e foi usado para rever os astros, os conceitos, bem como a sinalização. O modo visual do material informava cada momento do estudo, que partiu do sistema solar até voltar ao sistema solar, permitindo revisitar esses momentos conforme os significados haviam sido produzidos com o grupo.

Figura 10 – Material impresso elaborado pela Pesquisadora



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora, (capturas de tela extraídas de *word*, 14 de Julho de 2023).

⁶⁰As imagens para compor o material impresso foram coletadas na galeria do *Website* oficial da Nasa, disponível em: <https://www.nasa.gov/>.

Cada estudante recebeu o conjunto de três folhas com as imagens para manipular (Figura 10), observar de perto e poder acompanhar junto com as falas da Pesquisadora. Então, o modo visual marcou o começo de um novo momento e preparou o terreno para apresentar um novo e último conceito do estudo, o *BigBang*, lembrando que este conceito não possui um sinal conhecido na literatura nacional; já o modo linguístico foi utilizado de forma complementar e secundário, para narrar o conteúdo do material e instigar os estudantes sobre a sinalização a partir das imagens. Na hora que receberam o material, um estudante olhou as imagens e prontamente falou (Excerto 10):

Excerto 10 – Estudante comentando sobre as transições da descrição gráfica das figuras

Estudante neurodiverso: “Uau, que máximo! Dentro desse bloco tem galáxias, que dentro das Galáxias, tem a nossa Galáxia, que dentro da nossa galáxia, tem nosso sistema solar, que dentro do nosso sistema solar tem a Terra e dentro da Terra tem o continente, que dentro do continente tem as cidades, que dentro das cidades tem Caçapava, que tem a escola da Floresta que tem eu aqui, oh!” (Estudante neurodiverso, excerto extraído de registro audiovisual, 14 de Julho de 2023).

Portanto, embora os materiais e recursos tenham sido pensados e estruturados a luz da cultura surda, eles não eram exclusivamente significativos para a estudante surda; como pode ser notado, os recursos visuais impactavam outros estudantes da turma, como no caso da narrativa realizada pelo estudante acima. Na perspectiva da educação inclusiva, as propostas pedagógicas devem atender aos estudantes como um todo, considerando instrumentos diversificados, que possam ser trabalhados em diferentes níveis de compreensão e de desempenho desses estudantes (Libardi et al., 2013).

Em síntese, estabelecer uma proposta pedagógica em um contexto bilíngue é um desafio educacional político no ensino-aprendizagem científico (W. D. de Oliveira & Benite, 2015a); para enfrentar esse desafio, deve haver uma coerência entre as práticas pedagógicas e a práxis política (Borges & Costa, 2010), ou seja, entre a pedagogia visual bilíngue e a educação inclusiva.

Continuando, com a falta de uma Intérprete a Pesquisadora contou com a parceria de uma das tutoras para poder apresentar as imagens e conversar sobre cada uma com o grupo. Assim, a Pesquisadora usava o modo linguístico para conduzir a revisão, o modo acional para

apontar para as imagens do material e o modo visual contido no material para compor os significados e a sinalização.

Aqui, o modo acional teve um papel mais básico, mas importante, pois serviu para guiar os estudantes e orientar a estudante surda sobre cada astro que estava sendo discutido. Com o modo linguístico, enquanto mostrava as imagens, a Pesquisadora questionava ao grupo do que se tratavam as mesmas (Imagem 26) e os estudantes sinalizavam junto, fazendo alguns seus comentários.

Na apresentação, a Pesquisadora mostrava a imagem, falava o nome do astro em Português, em seguida, o grupo sinalizava. Portanto, o modo linguístico oral orientava os estudantes ouvintes, enquanto o modo linguístico sinalizado e o modo acional – apontando para a imagem – orientava a estudante surda.

Imagem 26 – Pesquisadora fazendo a revisão, com ajuda da tutora



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (capturas de tela extraídas de registro audiovisual, 14 de Julho de 2023).

Enquanto a Pesquisadora estava apresentando, a estudante surda se manifestava constantemente fazendo comentários e, algumas vezes, antecipando a sinalização de algumas imagens do material, como estratégia para provar à Pesquisadora e ao grupo que ela já dominava aqueles conceitos e sinais científicos. A manifestação prioritária e intensa da Língua de Sinais pelas pessoas surdas indica um sentimento de pertencimento à cultura surda (Campello, 2007; Perlin, 1998, 2004; Skliar, 1998a; Strobel, 2016). Possivelmente, pela postura da estudante neste momento de revisão geral, o sentimento de pertencimento à cultura surda e a aproximação com a linguagem científica já era uma realidade.

Durante a apresentação, a menina chamou a atenção para a imagem com um comparativo da proporção entre estrelas do cinturão de órion e o Sol. A menina levantou, foi até a Pesquisadora, apontou a imagem no material e explicou aos colegas o que significava aquela imagem. A menina sinalizou que a imagem correspondia à comparação entre os

diferentes tamanhos das estrelas, sendo que elas eram gigantes. Ela usou o sinal de “comparação”, “diferente”, “tamanho”, “estrelas” e “Sol”, “grande”, “azul” (Imagem 31). Novamente, a estudante partiu da imagem para fazer seu comentário – assim como aconteceu no estudo sobre a cor do Sol e em outros momentos, reforçando o papel primordial que a visualidade tem na cultura surda.

Depois, em uma imagem do sistema solar – em órbitas circulares – a estudante também partiu da imagem, localizando a posição da Terra, ela mostrou aos colegas, indicando em ordem numérica que correspondia ao terceiro planeta do sistema e estava acompanhado da Lua; em seguida, mostrou como se movia o sistema solar, lembrando o que assistiu na simulação “o verdadeiro movimento do sistema solar” (Figura 13), apresentada pelos tutores em uma intervenção virtual. A estudante usou o sinal de “sistema solar”, “3”, “Terra”, “Lua” e o sinal com os dois dedos indicadores em movimento similar a trajetória helicoidais (Imagem 27).

Imagem 27 – Estudante surda sinalizando sobre as estrelas e sistema solar



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (capturas de tela extraídas de registro audiovisual, 14 de Julho de 2023).

Quando a estudante sinalizou o movimento dos planetas ao redor do Sol (Imagem 27) a Pesquisadora usou o modo linguístico e o acional para relacionar o movimento dos astros a uma dança espacial, metaforicamente, dizendo que todo o universo tem um movimento específico, como o observado na simulação dos planetas, “*faziam uma dança bonita no espaço*” (Pesquisadora: excerto extraído de gravação audiovisual, 14 de Julho de 2023). A metáfora foi retoricamente orquestrada pelo modo linguístico na fala da Pesquisadora e pelo modo acional no movimento dos braços, mãos e corpo, com o propósito de enfatizar o movimento e a dinâmica do universo.

Ainda sobre a imagem do sistema solar, outro estudante se manifestou e comentou: “*a água veio do meteoro né!*” (Estudante neurotípico, excerto extraído de registro audiovisual, 14 de Julho de 2023). Essa pergunta permitiu que a Pesquisadora retomasse sobre a formação

do sistema solar, origem dos planetas a partir das partículas que foram ejetadas no surgimento do Sol e de outros astros. Os questionamentos dos estudantes – como este ou quando perguntou se uma pessoa já havia chegado próximo de um buraco negro, entre outros – demonstravam a curiosidade em compreender o universo. A curiosidade humana é uma característica importante da Astronomia e o que impulsionou a área da Educação em Astronomia (Gama & Henrique, 2010; Langhi & Nardi, 2009a, 2009b, 2014; Libardi et al., 2013; Soler & Leite, 2012).

Neste sentido, ainda sobre a dinâmica do universo, a Pesquisadora apresentou uma sequência de dez vídeos com breves simulações⁶¹, conforme a ordem a seguir: 1 - o tamanho do universo I, 2 - o tamanho do universo II, 3 - o verdadeiro movimento do sistema solar, 4 - colisão de duas estrelas, 5 - buraco negro e horizonte de eventos, 6 - buraco negro e jatos de energia, 7 - colisão de buracos negros, 8 - buraco negro aniquilando estrela, 9 - campo gravitacional e 10 - o *BigBang*.

A ordem adotada teve objetivo de revisar o que foi estudado até o momento, complementar o recurso visual do material impresso e possibilitar a abordagem sobre o *BigBang*, partindo do modo digital. Então, neste momento dos estudos, o modo linguístico foi totalmente secundário e complementar ao modo digital, que possuía um contexto imagético dinâmico consideravelmente carregado de signos visuais não linguísticos.

Antes de passar os vídeos, a Pesquisadora alertou, repetidamente, que as simulações eram realizadas através de programação de imagens e com intervalo de tempo extremamente acelerado, explicando enfaticamente que não eram gravações realizadas por uma câmera na Terra que foi direcionada para o céu. Algumas das simulações já haviam sido apresentadas pelos tutores em intervenções virtuais com a Pesquisadora; além disso, os estudantes gostavam muito e pediam para assistir mais de uma vez sempre que eram levados vídeos. Foi somente no final das simulações que o conceito de *BigBang* foi definido.

Nos vídeos sobre o tamanho do universo I e II (Figura 11 e 12) são apresentadas comparações com escalas e proporção dos astros; no vídeo I, há uma mulher deitada em um gramado de um campo aberto, e é simulada uma viagem espacial partindo lentamente do centro do olho da mulher, passando pela atmosfera terrestre, pela Terra, pelo sistema solar, pela galáxia, pelo grupo local, até parar no universo observável. No vídeo II, há um comparativo proporcional entre alguns planetas e estrelas.

⁶¹ A busca por simulações foi realizada em canais do <https://www.youtube.com/> e na galeria de imagens do <https://www.google.com/intl/pt-BR/photos/about/> em formato de animação e/ou GIFS, usando as denominações na ordem que aparecem listadas. Os links específicos de cada simulação estão disponíveis nas imagens de capturas de tela na sequência desta seção.

Figura 11 – Simulação “O tamanho do universo I”



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=-6OWyL3W1w>: (capturas de tela, 14 de Julho de 2023).

Como é possível observar no primeiro vídeo sobre o tamanho do universo I, a simulação partiu de um ponto na Terra, avançando para o sistema solar até passar pela Via Láctea e chegar no universo observável. Esta simulação foi escolhida pelo potencial visual na apresentação das escalas e também por seguir o mesmo padrão adotado pela Pesquisadora na organização do módulo II, que começou no sistema solar até o estudo das estrelas da galáxia e voltando para o sistema solar. Essa organização foi importante para manter uma coerência conceitual para os estudantes.

Em um contexto multimodal de educação científica, as funções retóricas adotadas no processo de modelagem e de produção dos significados acontecem no decorrer do tempo, conforme os objetivos docentes (Kress, Jewitt, et al., 2001; Mortimer et al., 2014; Mortimer & Scott, 2003). É função docente elaborar uma proposta didaticamente alicerçada em uma hierarquia conceitual que faça sentido na produção dos significados. Com isso, novamente, o outro vídeo sobre a simulação do tamanho do universo II, também começou pelos planetas do sistema solar, fazendo comparações escalares com outros astros próximos, até chegar em outros mais distantes.

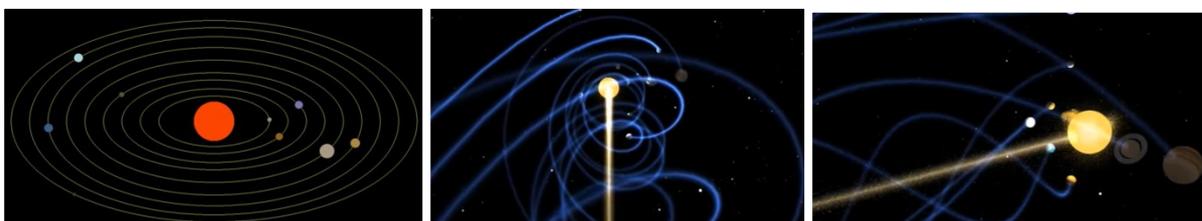
Figura 12- Simulação “O tamanho do universo II”



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=UZHSUxhBZ-E&t=6s> (capturas de tela, 14 de Julho de 2023).

Neste caminho, o outro vídeo retomou sobre o sistema solar, apresentando uma simulação sobre o verdadeiro movimento do sistema solar (Figura 13) mostra os planetas orbitando o Sol com trajetórias helicoidais, enquanto o astro viaja pela galáxia.

Figura 13 – Simulação “O verdadeiro movimento do sistema solar”



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=0D5OzdCBIE0>: (capturas de tela, 14 de Julho de 2023).

Na sequência, foram apresentadas as simulações sobre estrelas e buracos negros, relembrando o estudo da evolução estelar, realizado após o estudo do sistema solar. Na simulação da colisão entre duas estrelas aparecem as mesmas orbitando entre si até se aproximarem e formarem um buraco negro; depois, são apresentadas as simulações sobre o buraco negro e horizonte de eventos, buraco negro e jatos de energia, colisão de buracos negros e buraco negro aniquilando estrela (Figura 14).

Os fenômenos foram apresentados sob diferentes perspectivas gráficas, para mostrar com rotações e movimentos a diferença dinâmica do fenômeno e compor uma representação e descrição visual mais completa possível do comportamento desse astro.

Figura 14 – Simulações “colisão de estrelas”, “buraco negro e horizonte de eventos”, “buraco negro e jatos de energia”, “colisão de buracos negros” e “buraco negro aniquilando estrela”



Fonte: <https://www.youtube.com/shorts/JrQvdg8JHv8>, <https://saibama.is/wp-content/uploads/2020/10/a912e3d3387b44d273a08bb803b7c700.gif>, <https://www.youtube.com/shorts/9zoaCNyLe3Y>, <https://youtu.be/PIfOYFOVSO8>, <https://imagens.publico.pt/imagens.aspx/1599356?tp=UH&db=IMAGENS&type=GIF>: (capturas de tela, 14 de Julho de 2023).

Durante as simulações, a estudante surda comentou que: “*quando as estrelas se aproximam elas colidem e depois fazem fusão.* (sinal de esfera + sinal de aproximar + sinal de colisão + sinal de girar + sinal de fusão (Vivian, 2018) + sinal de gás expandindo)” (estudante surda, tradução própria, excerto extraído de gravação audiovisual, 14 de julho de 2023).

Novamente, o comentário da estudante partiu do recurso visual, complementando com o modo linguístico a informação. Além disso, a estudante utilizou os sinais conforme foram sinalizados pela Pesquisadora e pela Intérprete. Em seguida, no final das simulações sobre buracos negros, outro estudante comentou sobre o fenômeno com entusiasmo, dizendo: “*eu gosto é do buraco negro, porque esse monstro é real!*” (Estudante neurodiverso, excerto extraído de gravação audiovisual, 14 de Julho de 2023).

A estudante surda complementou a fala do colega, dizendo “*a luz era atraída totalmente pelo buraco negro*” (Estudante surda, excerto extraído de gravação audiovisual, 14 de Julho de 2023). Ela sinalizou a luz se aproximando lentamente, chegando próxima do buraco negro e sendo atraída rapidamente (CM: 03 com movimento sinuoso em direção a outra mão com CM: 73).

Igualmente, na simulação de um buraco negro aniquilando uma estrela, a menina enfatizou que a estrela era desmanchada aos poucos pelo buraco negro, sendo absorvida em movimentos circulares, lentamente, até ser totalmente engolida (sinal de “estrela” + sinal de “gás” com uma mão + sinal “circular” + sinal de “entrar” + sinal CM: 12), incorporando os sinais utilizados pela Pesquisadora e pela Intérprete em sua narrativa.

Como foi possível observar, os recursos digitais escolhidos pela Pesquisadora empolgaram os estudantes, favorecendo o diálogo e a disposição das ideias entre eles. No contexto pedagógico, o uso de recursos digitais com a finalidade de promover a aprendizagem de Astronomia intui um maior interesse entre os estudantes e estimula a curiosidade,

permitindo compartilharem informações durante a aula e levantarem suas dúvidas (L. D. de D. Menezes, 2011). Com isso, novamente, o menino se manifestou, fazendo o seguinte questionamento (Excerto 11):

Excerto 11 – Estudante comentando e questionando a Pesquisadora

Estudante neurodiverso: “Existe o buraco branco? É que tem uma teoria do buraco branco que ele como o buraco negro, só que é branco e ele faz o oposto. Tipo uma teoria que o buraco negro é a porta que leva para um buraco branco, que conecta. Tipo um funil, que entra e sai.” (Estudante neurodiverso, excerto extraído de gravação audiovisual, 14 de Julho de 2023)

Em geral, os estudantes possuem muitas curiosidades envolvendo Astronomia e gostam quando os docentes trabalham com recursos digitais; da parte docente, o trabalho pedagógico também se torna mais satisfatório, pois, normalmente, os estudantes se tornam mais participativos (L. D. de D. Menezes, 2011). Por esta razão, os recursos digitais são ferramentas tecnológicas mediacionais favoráveis para a ação docente e aprendizagem dos estudantes. No momento da pergunta, a Pesquisadora ficou surpresa com a fala do estudante, pois não esperava ser questionada sobre buracos brancos.

Com isso, a Pesquisadora tentou argumentar com o menino, afirmando que existem muitas teorias sobre esses astros, mas que ela não tinha informações suficientes para explicar. Quanto ao funil, a Pesquisadora alegou que existem modelos teóricos que assumem a existência de buracos de minhoca, que seria uma espécie de dimensões interligadas por uma passagem em forma de túnel.

Para tentar demonstrar, a Pesquisadora usou do modo instrumental complementando a explicação que foi realizada pelo modo linguístico, fazendo uma analogia com um material concreto. Na ação docente é como o uso de analogias para relacionar, metaforicamente, alguns conceitos científicos ou fenômenos abstratos, recorrendo ao emprego de diferentes recursos semióticos (Jewitt et al., 2000; Kress, Jewitt, et al., 2001), como ocorreu no caso em que o Sol foi personificado por um dos estudantes. Já na explicação sobre buraco de minhoca, a Pesquisadora segurou uma folha de ofício em branco para demonstrar, metaforicamente, a curvatura do espaço com relação à gravidade.

Assim, por meio de analogia, a folha de ofício se tornou uma entidade científica, com a função retórica de representar o espaço sendo curvado em função da gravidade; já a

gravidade foi representada pelo modo acional, quando a Pesquisadora fez a curvatura com os movimentos manuais.

Então, ela curvou a folha e marcou pontos em posições opostas (Imagem 28), para tentar exemplificar como o espaço fazia uma curvatura interligando esses pontos. Prontamente, no momento ao qual a Pesquisadora sinalizou para a estudante surda, e mostrou como poderia representar a curvatura do espaço, a menina também pegou uma folha de seu caderno e fez um túnel cilíndrico, para ajudar a Pesquisadora na demonstração e demonstrar como havia entendido o fenômeno.

Imagem 28 – Pesquisadora demonstrando a curvatura do espaço-tempo



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (capturas de tela extraídas de registro audiovisual, 14 de Julho de 2023).

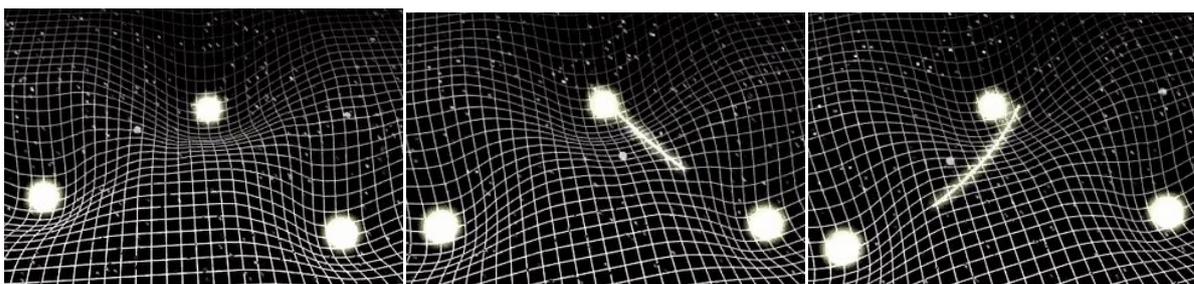
A Pesquisadora aproveitou a situação e também usou o modo acional para demonstrar como percebemos a gravidade na Terra. A Pesquisadora usou o sinal com as duas mãos em CM: 50 se aproximando, para o conceito de gravidade (Cardoso et al., 2010) e exemplificou que na Terra o fenômeno poderia ser observado diferente, por exemplo, quando um objeto cai, (usando sinal com CM: 69 no sentido vertical, até a outra mão com CM: 01).

Para demonstrar, a Pesquisadora segurou um apagador e o largou em queda livre; quando isso aconteceu, a estudante surda espontaneamente afirmou: “*Isso é a gravidade!*” (sinal de “gravidade” (Cardoso et al., 2010)”) (Estudante surda, tradução própria, excerto extraído de gravação audiovisual, 14 de Julho de 2023). A Pesquisadora utilizou a exemplificação para associar com a curiosidade do estudante e avançar para a próxima simulação.

Quanto ao comentário da estudante surda, mais uma vez, ela usou o mesmo sinal utilizado pela Pesquisadora para conceituar “gravidade” (Cardoso et al., 2010), como ela fez para explicar “fusão” e “buraco negro” (Vivian, 2018); porém, dessa vez, partindo do modo acional e demonstrando uma compreensão do conceito por meio do modo linguístico. Na aprendizagem escolar, o modo linguístico é a expressão material, cognitiva ou afetiva entre docentes e estudantes na produção de significados (Jewitt et al., 2000; Kress, Jewitt, et al., 2001). Portanto, havia uma relação de afeto entre a menina e a Pesquisadora, materializada nas interações discursivas, como esta, que a estudante surda fazia em alguns momentos das intervenções.

O conceito de afetividade empregado aqui tem o sentido semântico de afetar, impactar ou causar uma diferença; não necessariamente como um sentimento emocional. Contudo, no caso em que a Pesquisadora é um modelo linguístico e cultural adulto representante da comunidade surda, pode haver também um sentimento afetivo de ligação e identificação emocional entre a estudante surda e a Pesquisadora. Seguindo as falas da estudante e os exemplos dados, a Pesquisadora passou para a simulação do campo gravitacional (Figura 15), para contextualizar visualmente como funciona a curvatura do espaço em função da gravidade e relacionar com esses exemplos.

Figura 15– Simulação do “Campo Gravitacional”



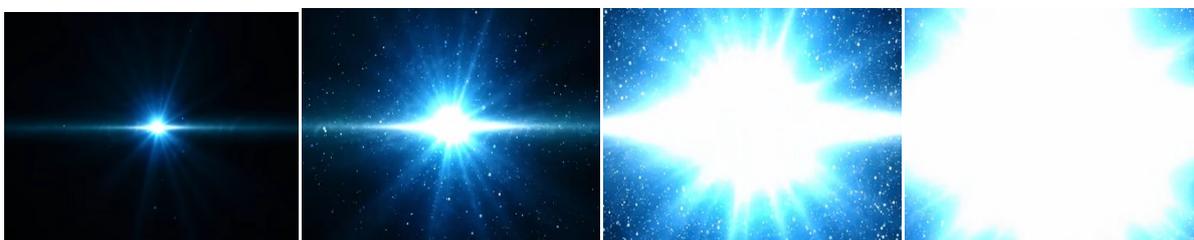
Fonte: <https://mega.ibxk.com.br/2020/08/12/12154041018431.gif?format=jpg>: (capturas de tela, 14 de Julho de 2023).

A Pesquisadora enfatizou que não era possível visualizar a gravidade, mas a simulação permitiu perceber como astros massivos curvam o espaço-tempo. Dessa forma, um estudante, afirmou convicto após o comentário da Pesquisadora: “*É simulação mesmo, até porque não tem como filmar a gravidade!*” (Estudante neurodiverso, excerto extraído de gravação audiovisual, 14 de Julho de 2023) e outro colega complementou logo em seguida “*é uma rede invisível*” (Estudante neurodiverso, excerto extraído de gravação audiovisual, 14 de Julho de 2023).

O comentário de ambos os estudantes foi afirmativo sobre a fala da Pesquisadora, como forma de expressar que tinham noções formadas sobre o fenômeno. Além disso, o estudante neurodiverso também fazia comentários recorrentes para a Pesquisadora, demonstrando uma relação afetiva (de impacto) entre ele e a Pesquisadora, mas também emocional, porque a Pesquisadora era um modelo de autista adulta naquele momento.

Com base na revisão de conceitos fundamentais, principalmente de evolução estelar, fusão, expansão e gravidade, já havia uma estrutura conceitual básica para explicar de forma sutil o *BigBang*. Então, a Pesquisadora mostrou a última simulação, do *BigBang* (Figura 16) para finalizar o roteiro e, depois, explicou que o evento que deu origem ao universo ocorreu após a explosão de uma massa muito concentrada e superaquecida que explodiu e expandiu rapidamente (usando sinal de massa (Cardoso et al., 2010) com expressão facial contraída, sinal de explosão e sinal de expansão). Por fim, a Pesquisadora informou que não havia um sinal para o conceito de *BigBang*, usando datilologia.

Figura 16 – Simulação “*BigBang*”



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=hDcWqidxvz4>: (capturas de tela, 14 de Julho de 2023).

Neste momento, a estudante surda observou com muita atenção a simulação (Figura 16) e depois os sinais usados pela Pesquisadora, então, espontaneamente, a estudante se levantou e mostrou a Pesquisadora como deveria ser sinalizado o fenômeno. A estudante associou os sinais de massa, explosão e expansão na criação do sinal (Imagem 33). Com isso, a Pesquisadora solicitou que a estudante compartilhasse o sinal com o grupo, para que fosse possível avaliar a potencialidade do sinal em relação à terminologia e significados envolvidos no fenômeno. O grupo aceitou em unanimidade o sinal proposto e parabenizou a colega pela criação e contribuição para a linguagem científica em Libras.

A composição do sinal realizado pela estudante partiu da articulação entre os parâmetros constituintes dos sinais de massa, explosão e expansão; isso mostrou a percepção do conceito de *BigBang* e a sua capacidade de incorporar elementos morfológicos da Libras na criação de um sinal para o conceito. A atribuição de sinais deve ser prioritariamente uma

tarefa das pessoas surdas, para isso é necessário conhecer a Língua de Sinais e os significados técnicos que envolvem o novo conceito (Almeidal, Mota, Abreu, Assis, & Ruth, 2015; Bolzan & Leonel, 2017; E. M. Santos et al., 2013; Vargas & Gobara, 2015b; Vivian, 2018; Vivian & Leonel, 2019), por isso, criar um signo é uma evidência de apropriação linguística e cultural por parte da pessoa surda (Goldfeld, 1997; Quadros, 2008a; Skliar, 1998a).

Além disso, sendo a ausência de sinais uma das barreiras linguísticas da Educação de Surdos na área das Ciências da Natureza, a multimodalidade na prática pedagógica fornece ao estudante surdo possibilidades e as ferramentas potencialmente coerentes aos conceitos científicos, por meio do modo visual (J. M. Fernandes & Freitas-Reis, 2022).

Similarmente, o uso e a criação de novas ferramentas culturais (signos) indicam domínio e apropriação da linguagem e da narrativa produzida no contexto (Wertsch, 1998, 2002), mas isso será descrito no próximo tópico, onde é apresentada a trajetória da estudante até o sinal de “*BigBang*”. Além disso, o compartilhamento do sinal com o grupo e a validação do grupo sobre esse sinal mostra como o sinal foi recebido e compreendido pelos ouvintes. Nas fotos (Imagem 29), é possível observar a alegria da estudante com a criação desse sinal e a reação do grupo, aplaudindo a colega pelo desempenho.

Imagem 29 – Estudante criando sinal de “*BigBang*” e sendo aplaudida pelo grupo



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (capturas de tela extraídas de registro audiovisual, 14 de Julho de 2023).

Então, concluindo a parte dos estudos teóricos de Astronomia com o grupo, foi possível refletir sobre as duas primeiras questões desta pesquisa, para lembrar: Como os recursos semióticos são retoricamente orquestrados na ação docente para promover a aprendizagem de Astronomia em um contexto bilíngue? Como as ferramentas culturais são empregadas na ação docente, bem como na leitura e interpretação pelos estudantes dos sinais de Astronomia?

Com base na perspectiva sociocultural, pode ser considerado que a imersão do grupo na cultura surda favoreceu o reconhecimento linguístico e cultural pela estudante surda sobre a sua língua natural. Já com base na multimodalidade, a transição entre os diferentes recursos semióticos orquestrados pela Pesquisadora, viabilizou a interpretação e o uso da linguagem científica pela estudante surda, permitindo a aproximação com a linguagem científica. Então, o estreitamento entre a comunidade surda e a comunidade científica, através da modelagem de um ambiente bilíngue e da produção de significados científicos forneceram caminhos para a menina chegar ao sinal de “*BigBang*”.

Complementando, também é possível considerar que a prática docente influenciou fortemente o comportamento e aprendizagem dos estudantes, principalmente, da estudante surda que buscava constantemente uma referência na Pesquisadora bilíngue, tornando a interação entre elas mais direta. A abordagem docente e as estratégias com que trabalha as intenções e o conteúdo do ensino por meio das diferentes intervenções pedagógicas influenciam os estudantes, resultando em padrões específicos de interação (Souza & Sasseron, 2012).

Além disso, a criação do signo para sinalizar “*BigBang*” pode ser vista como um exemplo da importância da interação social e cultural na sala de aula, contribuindo para a ampliação da linguagem científica na cultura surda. Criar sinais é uma das formas de difundir a linguagem científica em Libras e de aproximar a comunidade surda da comunidade científica (Vargas & Gobara, 2015b; Vivian, 2018; Vivian & Leonel, 2019). Então, a difusão dos sinais na área da Astronomia é uma das estratégias pedagógicas de acessibilidade, inclusão educacional, social e científica (Vivian & Leonel, 2021a).

O *BigBang* foi uma das principais curiosidades dos estudantes, mas o fenômeno foi propositalmente abordado no final para que os estudantes tivessem a oportunidade de entenderem conceitos mais primordiais, aprimorando as noções sobre o universo durante um processo multimodal de produção de significados. Nesta direção, o fenômeno foi abordado no final porque a terminologia “*BigBang*” ainda não possuía um sinal conhecido ou difundido no Brasil; logo, também era primordial o entendimento conceitual, que é uma fase que antecede a

criação de um signo linguístico (Almeida et al., 2015; Bolzan & Leonel, 2017; E. M. Santos et al., 2013; Vargas & Gobara, 2015b; Vivian, 2018).

Neste caminho, a produção dos significados foi viabilizada pela orquestra dos recursos semióticos linguísticos e visuais. Em situações mais específicas, como na apresentação de simulações, admite-se que o modo visual dinâmico e tridimensional se caracterizou como ferramenta mediacional mais eficiente do que o modo linguístico; pois a comunicação unimodal (apenas oral ou sinalizada) pode omitir significados abstratos. Portanto, a transição entre os diferentes recursos semióticos pela pesquisadora gera mais possibilidades mediacionais.

Além disso, na cultura surda as ferramentas psicológicas, como a linguagem e o pensamento, se constituem pelas experiências e signos visuais, por isso a importância da comunicação e da modelagem visual. Então, a produção de significados em alto nível de abstração, muitas vezes, depende da articulação entre diferentes recursos semióticos (Kress, Jewitt, et al., 2001; Mortimer et al., 2014; Mortimer & Scott, 2003) – linguísticos, visuais, instrumentais, acionais (Bezemer & Kress, 2015; Kress, 2010) e digitais (Kress, 2005).

Então, no estudo de revisão e sobre o surgimento do universo e *BigBang*, o modo visual foi predominante, com uso de imagens e depois com o modo digital, com as simulações. As transições entre esses dois modos e a forma como estes modos foram retoricamente articulados consistiu no uso do modo linguístico, que fez o plano de fundo e serviu de recurso semiótico não dominante. Além disso, o modo instrumental e acional foram recursos adjacentes aos demais no decorrer de maior parte das narrativas nesta etapa do estudo.

Portanto, todos os conceitos estudados, como o surgimento do sistema solar, a formação dos planetas, a evolução estelar, a fusão, a expansão, os buracos negros, a gravidade até chegar ao conceito de *BigBang* foram revisados com o grupo através de recursos visuais, imagéticos e digitais, onde a fala foi apenas um elemento complementar no roteiro narrativo da produção dos significados. A visualidade esteve presente nas três partes do módulo II e foi intensificada, principalmente pelo uso de modelos dinâmicos disponibilizados pelo modo digital.

Encerrando as apresentações a Pesquisadora abriu o diálogo ao grupo, questionando se gostaram de aprender Astronomia em Libras. A maioria do grupo respondeu que sim, alguns sinalizaram positivamente com a cabeça e outros não se manifestaram. Entretanto, apenas um estudante descreveu o que achou e respondeu: “*Eu gostei! Uma, porque eu tô aprendendo, conseguindo me comunicar com ela (colega surda) e, outra, que eu fiquei sabendo que ela é*

boa em programar. Eu gosto de programar!”. (Estudante neurodiverso: excerto extraído de gravação audiovisual, 14 de julho de 2023).

Este menino foi um dos estudantes mais participativos, além da estudante surda. Como supracitado em outro momento, assim como a estudante surda percebia na Pesquisadora um modelo de referência adulta, isto é, linguística e culturalmente, o menino neurodiverso também se identificava com a Pesquisadora por compartilharem característica de um mesmo espectro, pois ele e a Pesquisadora são autistas. Depois, outro menino também se demonstrou atento ao estudo, pois fazia perguntas, comentários e anotações, enquanto a Pesquisadora falava e apresentava as imagens e os conceitos, mas as interações mais diretas com a Pesquisadora foram restritas há poucos estudantes.

Quanto à participação, como já foi dito, na maior parte do tempo os estudantes permaneciam sentados e apenas olhando, com exceção da menina surda e de dois meninos que faziam algumas colocações e/ou levantavam dúvidas durante as abordagens. Por outro lado, uma menina e um menino dificilmente permaneciam entre o grupo, se afastando para o fundo da sala. Então, a interação entre os estudantes não foi marcante até a finalização da parte teórica dos estudos, no encerramento do AstroLibras. Portanto, para estimular a interação e a socialização entre o grupo, bem como viabilizar o uso da linguagem científica foi proposto o jogo de Charadas de Astronomia Bilíngue (Quadro 04).

7.1.5 AstroLibras em jogo

Neste caminho, quando a Pesquisadora anunciou a hora do jogo, vários estudantes gritaram com euforia “*Eh, joguinho!*” (14 de Julho de 2023). Promover a interação era um dos objetivos fundamentais da proposta didática, pois a aprendizagem científica se consolida através das interações sociais estabelecidas em sala de aula (J. M. Fernandes et al., 2020). Além disso, para se compreender como os indivíduos se envolvem na ação mediada, é preciso que eles se interajam e usem as ferramentas culturais ou os meios mediacionais (Wertsch, 1998); neste caso específico, a ferramenta fundamental é a linguagem científica.

Então, a Pesquisadora mostrou que o jogo era composto por fichas com os conceitos em Português, os sinais, as imagens e as charadas (Imagem 30). Assim, a Pesquisadora separou as peças em quatro classes e informou ao grupo que deveriam encontrar os quartetos correspondentes até que todas as charadas fossem descobertas e os quartetos completados.

Imagem 30 – Peças do jogo em papel cartão, recortadas e plastificadas



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (capturas de tela extraídas de registro audiovisual, 14 de Julho de 2023).

A Pesquisadora também orientou que os estudantes formassem quatro grupos, em cada uma das quatro mesas, conforme a categoria que possuíam maior domínio. Então, aqueles que conseguiam ler com mais fluência se dedicaram às fichas com as charadas; os que compreendiam melhor os sinais se comprometeram a encontrar os mesmos; já os que ainda não liam com facilidade se preocuparam em encontrar o conceito e/ou a imagem. A partir das instruções da Pesquisadora o grupo começou a se organizar nas classes e jogar (Imagem 31).

Imagem 31 – Grupo se organizando e jogando



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (capturas de tela extraídas de registro audiovisual, 14 de Julho de 2023).

Com a cooperação e trabalho colaborativo todo o grupo se empenhou em realizar o jogo (Imagem 31). Durante o jogo a Pesquisadora não precisou interferir ou orientar os estudantes, pois os próprios estudantes questionavam e respondiam uns aos outros. Somente em alguns momentos teve estudantes que mostravam uma peça com o sinal para

Pesquisadora, esperando sua validação – principalmente a estudante surda. Além disso, a estudante surda assumiu um papel de liderança no jogo, transitando entre o grupo, verificando as peças para os colegas e ajudando a encontrar as peças faltantes.

Durante o jogo os estudantes dialogavam entre si, mostrando as peças uns aos outros, verificando entre eles se o conceito, a charada, o sinal e a imagem correspondiam. Similarmente, em situações que alguém cometia um equívoco, outro colega explicava ou indicava o conceito, a charada, o sinal ou a imagem correta para completar o quarteto de peças corretamente.

Então, o jogo foi o momento em que os estudantes precisaram utilizar a linguagem científica para mediar as ações entre seus pares e com isso, houve interação. Em geral, a maioria das ações humanas é mediada pela linguagem, durante processos sociais interativos e é por meio dessas interações sociais que os conhecimentos são produzidos (Mortimer & Scott, 2002; Souza & Sasseron, 2012; Vygotski, 1991; Vygotsky, 1934; Werstch, 1979; Wertsch, 1998).

O jogo se tornou uma ferramenta sociocultural multimodal para mediar a ação dos estudantes, pois o mesmo carregava uma articulação sólida entre quatro recursos semióticos, a saber, o modo linguístico, visual, instrumental e acional. Os modos estiveram presentes nas charadas escritas, nas narrativas dos estudantes, nas imagens, na manipulação, na movimentação (caminhar/apontar/levantar) e organização das peças. Com isso, observou-se que quanto maior a articulação entre os modos, maiores são as possibilidades de ação mediada, socialização, comunicação e interação, aproximando os sujeitos e a linguagem científica. A interação entre os estudantes é um fenômeno sociocultural substancial no processo de aprendizagem científica (Mortimer & Scott, 2002; Souza & Sasseron, 2012).

Igualmente, o jogo se constituiu em um conjunto de recursos semióticos sociais e multimodais, potencialmente favorável na interação, viabilizando o processo de aprendizagem produção de significados científicos em um contexto bilíngue. Com isso, se destacaram alguns indicativos de domínio e apropriação da linguagem científica pelos estudantes.

7.2 Domínio e Apropriação

Esta seção é centrada nos aspectos que apontem para a aprendizagem dos estudantes, considerando as ações, comportamentos, falas, entre outros modos e meios mediacionais (Bezemer & Kress, 2015; Mortimer & El-Hani, 2013; Vigotski et al., 2010; Vygotsky, 1931; Wertsch, 1998). A aprendizagem pode ser entendida como um processo transformador

(Vigotski et al., 2010), e ocorre quando os sujeitos passam a dominar e se apropriar dos significados produzidos no contexto. Desta forma, as transições multimodais interferem na aprendizagem (Bezemer & Kress, 2015; Mortimer et al., 2014), oferecendo e estimulando novas ferramentas para pensar e modificar a ação humana (Wertsch, 1998). Com isso, esta seção pretende descrever como o processo de domínio e apropriação da Língua de Sinais, da cultura surda e da linguagem científica ocorreu em cada momento e modificou a ação da estudante surda.

Contudo, esse processo pode ser difícil de ser quantificado e/ou precisamente descrito, pois demanda de muitos instrumentos e métodos de averiguação, mas alguns indicadores podem contribuir qualitativamente: identificação e/ou resistência (Wertsch, 1998, 2002). Na cultura surda, o protagonismo surdo é uma das formas de perceber a identificação do sujeito com a Língua de Sinais e com a cultura, pois é através da apropriação linguística e cultural que se constitui a identidade surda (Quadros, 2008a). Além disso, a constituição de uma identidade própria é o cerne da apropriação por um indivíduo (Wertsch, 1998, 2002).

O protagonismo surdo é uma forma de destacar o engajamento e as ações específicas do sujeito dentro de um contexto. Com isso, o conceito de protagonismo assume princípios semelhantes ao conceito de identificação, podendo ser considerado um aspecto de apropriação e, por isso, podem ser utilizados como equivalentes. Nesta pesquisa, o protagonismo surdo e a identificação da estudante surda com a Língua de Sinais e com a cultura surda foram percebidos nas mudanças comportamentais e atitudinais na postura da menina, que passou a interagir com o grupo e encorajar o aprendizado bilíngue dos colegas. Além disso, a estudante apresentou potencial capacidade de adaptação da linguagem científica aos aspectos linguísticos e culturais, principalmente com a criação do sinal “*BigBang*”.

Em termos de domínio e apropriação, cada indivíduo tem uma história de experiência em desenvolvimento com ferramentas culturais e a postura do indivíduo durante esse desenvolvimento pode fornecer uma visão sobre suas habilidades constituídas (Wertsch, 1998). Com isso, este tópico foi subdividido em: protagonismo surdo e identidade surda, identificação e/ou resistência dos estudantes ouvintes, o processo de aprendizagem: alguns apontamentos.

7.2.1 Protagonismo surdo e identidade surda

Então, a identificação da estudante surda com a língua e com a cultura surda pode ter sido positivamente influenciada pelo fato de que a estudante surda já conhecia a Pesquisadora

e tinha afinidade porque a Pesquisadora foi a Orientadora Educacional da escola e é bilíngue. Quando a Pesquisadora entrava na sala, a estudante surda instantaneamente mudava sua postura, tentando interagir, cumprimentando e, às vezes, fazendo alguns relatos breves, como: “*oi, tudo bem?! Olha minha touca é um cachorro, ele balança as orelhas, olha como é!*” (sinais utilizados: oi + tudo bem + apontar dedo indicador para toca + cachorro + balançar com a cabeça + orelha + apontar dedo indicador + balançar a cabeça).” (Estudante surda, conversa informal transcrita pela Pesquisadora, 03 de março de 2023).

A atenção da Pesquisadora importava consideravelmente para a estudante, pois a presença da Pesquisadora alterava a condição linguística do contexto, por transitar entre as línguas oral e sinalizada.

Portanto, a apropriação de ferramentas culturais muitas vezes não é uma função da psicologia do indivíduo, normalmente, abrange uma função do contexto em que os indivíduos agem (Wertsch, 2002). O contexto da estudante surda sofreu uma modificação sociocultural substancial com a presença da Pesquisadora bilíngue na escola e na sua turma, devido compartilhamento das características da cultura surda; o mesmo pode ser dito com relação ao menino neurodiverso, que se aproximou da Pesquisadora por compartilharem de um mesmo espectro.

Para relembrar, a estudante passou maior parte da sua escolarização sem Intérprete de Libras, sem recursos de acessibilidade e teve o ensino bilíngue tardio. Com isso, frequentemente, a estudante se demonstrava desanimada, debaixo do seu capuz, introvertida e indiferente aos eventos da sala de aula (Imagem 32). Esta introversão pode ser recorrente da falta de interação e comunicação com seus pares, que não utilizam a mesma língua.

A privação linguística é um dos fatores que levam a prejuízos emocionais da pessoa surda (Goldfeld, 1997) e ao isolamento social. Contudo, quando a menina notou a presença da Pesquisadora na sala usando o mesmo modo linguístico que ela (língua materna), a postura da estudante mudou.

A presença da Pesquisadora e da Libras na sala de aula contribuiu para que a estudante surda passasse por essa mudança. Na sequência de fotos (Imagem 32), é possível observar que as crianças se olham e se movimentam, enquanto isso, a estudante surda permanece debruçada em sua mesa – o que era frequente.

Imagem 32 - Estudante surda com cabeça abaixada



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (captura de tela extraída de registro audiovisual, 27 de Março de 2023).

Na ausência de outras pessoas surdas, o encontro surdo-surdo – que é indispensável na formação da identidade surda (Skliar, 1998a) – fica comprometido. Além disso, com a ausência de Intérprete de Libras, a estudante surda não possuía um modelo de identificação linguística e cultural, pois nos contextos inclusivos é natural maior proximidade e vínculo entre surdos e Intérpretes. Portanto, uma escola que não destaca a língua dos surdos nem disponibiliza de referências culturais e linguísticas para seus estudantes surdos pode se tornar um local de inseguranças e não de acolhimento e inclusão.

Portanto, a presença da Pesquisadora bilíngue proporcionou para a estudante surda um modelo de referência linguística e cultural mais próximo (parecido) com o encontro surdo-surdo, mesmo se tratando de uma pessoa ouvinte; pois a Pesquisadora era uma representante da comunidade surda. Nas fotos seguintes (Imagem 33) é possível observar uma mudança na postura da menina, que levantou sua cabeça quando percebeu a tutora falando e a Pesquisadora sinalizando.

Imagem 33 – Estudante percebeu a presença da Pesquisadora sinalizando e ergueu a cabeça



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (captura de tela extraída de registro audiovisual, 27 de Março de 2023).

Então, quando a estudante também percebeu que a Pesquisadora estava manipulando um material bilíngue, solicitou para olhar e conferiu todo o material. Quando a Pesquisadora começou a sinalizar o alfabeto para todo o grupo, a estudante sinalizava e olhava para seus colegas, conferindo se todos também estavam sinalizando. Com isso, a Pesquisadora pediu a colaboração da menina, que prontamente se levantou e passou a ministrar a aula, assumindo o papel de Professora.

Assim, a estudante mostrava o material, sinalizava e observava como os colegas estavam sinalizando, ajudando aqueles colegas que tinham menos habilidades manuais para configurar o sinal (Imagem 34). Esta mudança de comportamento foi o primeiro indício de identificação da estudante surda com a cultura surda, pois a Pesquisadora usava as ferramentas culturais que faziam sentido contextual para ela.

Imagem 34 – Estudante surda apresentando os materiais e sinalizando com a Pesquisadora



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (capturas de tela extraídas de registro audiovisual, 27 de Março de 2023).

Durante a sinalização, foi possível perceber a estudante surda olhando atentamente para cada colega, verificando como estavam sinalizando, corrigindo a sinalização e andando pela sala, como a Pesquisadora fazia. Este foi o primeiro indicativo de protagonismo surdo percebido na atitude da estudante (Imagem 34).

O protagonismo da estudante potencializou o contexto e o cenário de modelagem bilíngue e a interação entre o grupo, pois ela ia até seus colegas, que por vezes a chamavam para tirar dúvidas ou mostrar se estavam sinalizando corretamente, levando os materiais impressos e orientando seus colegas sobre as tarefas e atividades propostas pela Pesquisadora. Além disso, a estudante geralmente seguia a Pesquisadora com olhares atentos pela sala (Imagem 35).

Imagem 35 – Estudante surda apresentando os sinais e tirando as dúvidas dos colegas



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (capturas de tela extraídas de registro audiovisual, 30 de Março de 2023).

No decorrer das intervenções a estudante manteve esta atitude protagonista, se levantando, indo para o lado da Pesquisadora, acompanhando a Pesquisadora pela sala, passando nas classes dos colegas – com os materiais bilíngues da Pesquisadora. A estudante estava imitando o comportamento da Pesquisadora, isto é, agindo como a pessoa que dominava a Libras naquela escola e orientando as ações dos colegas (Imagem 36).

Imagem 36 – Estudante surda senta ao lado da Pesquisadora na apresentação dos sinais



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (capturas de tela extraídas de registro audiovisual, 28 de Abril de 2023).

As atitudes da estudante, ao imitar a Pesquisadora, ministrar a aula e orientar os colegas (Imagem 36), partiram do seu próprio reconhecimento sobre a sua identidade surda e, conseqüentemente, esse reconhecimento espontâneo da menina é um forte indicativo de apropriação linguística e cultural. O reconhecimento da identidade surda pode ser considerado o principal fenômeno sociocultural e de apropriação. Além disso, é através da posse da Língua de Sinais que as pessoas surdas assumem sua identidade social e cultural (Goldfeld,

1997; Perlin, 2004; Quadros, 2008a; Skliar, 1998a). A constituição da identidade surda⁶² pode ser descrita em, pelo menos, sete tipos diferentes: identidades políticas; identidades surdas híbridas; identidade surda de transição; identidade surda intermediária ou (incompleta); identidade surda flutuante; identidade surda embaçada e identidade surda de diáspora (Perlin, 1998).

Neste caso, a estudante estava em processo de construção da sua identidade surda política e o grupo em constituição de uma comunidade surda. A identidade política envolve um reconhecimento como pessoa surda, bem como o uso predominante da experiência visual na comunicação e nas interações (Perlin, 1998, 2004).

Com isso, foi possível verificar que a quebra sobre dos padrões de anormalidade, a consciência fonológica da Libras e o sentimento de pertencimento a uma comunidade surda já estava em processo de consolidação. Neste caso, o engajamento entre os envolvidos, a capacidade de aplicar um conhecimento com autonomia e de incorporar esse conhecimento como parte de sua identidade, podem ser percebidos como indicativos de domínio e apropriação (Wertsch, 1998, 2002) linguística e cultural.

Neste sentido, não é possível afirmar que a menina já possuía domínio linguístico aprofundado; porém, sua apropriação cultural foi marcante, pois enquanto pessoa surda daquela comunidade, a menina demonstrou que tinha a responsabilidade pelo ensino e pela difusão de sua língua materna entre o grupo, se colocando em posição de igualdade com a Pesquisadora naquele contexto. Então, o reconhecimento de sua identidade surda foi o maior indicativo de apropriação da Libras e da cultura surda.

Portanto, mesmo sem um profundo domínio linguístico, pode-se considerar que a estudante provavelmente se apropriou da Libras e da cultura surda, principalmente por protagonizar as intervenções utilizando as ferramentas culturais específicas da comunidade surda e reconhecer sua identidade surda. Esta situação é um importante indicativo de que a apropriação pode surgir antes do domínio no processo de internalização.

O par domínio e apropriação se constituírem de forma independente (Wertsch, 1998), e não é obrigatoriamente necessário que primeiro um indivíduo domine uma ferramenta cultural, para posteriormente se apropriar. O domínio favorece as condições psicológicas para leitura dos significados, enquanto a apropriação envolve os modos como o indivíduo interpreta o mundo, se empossando das ferramentas culturais e os significados produzidos e

⁶² Outras formas de identidades surdas são percebidas nas intersecções entre os movimentos surdos e outros movimentos sociais, como no caso dos movimentos étnico raciais; com isso, constitui-se também a identidade negra surda (V. F. Carvalho & Campello, 2022).

reproduzindo na linguagem utilizada e nas experiências sociais (Mortimer & El-Hani, 2013; Wertsch, 1998). Então, o que ocorreu aqui mostrou que a apropriação pode ser um fenômeno anterior ao domínio, pois a menina surda demonstrou, ao protagonizar, uma identificação mais profunda com a cultura surda – mesmo sem um repertório amplo de sinais.

Além disso, a Pesquisadora passou a ser sua referência linguística na escola. Então, a estudante surda procurava a Pesquisadora para tirar suas dúvidas e/ou pedir ajuda e, ao mesmo tempo, assim como a Pesquisadora proporcionava o ensino bilíngue, a estudante sentia a necessidade de contribuir com a Pesquisadora, mostrando os sinais que conhecia ou corrigindo os sinais que a Pesquisadora usava de forma diferente ou equivocada.

Próximo da conclusão do módulo I, a estudante demonstrava maior sofisticação linguística, pois quando a Pesquisadora apresentava alguns sinais de uso cotidiano, a estudante surda contribuía contextualizando o sinal para o grupo – já que ela e a Pesquisadora realizavam um trabalho colaborativo na sala; por exemplo, quando a Pesquisadora sinalizou banheiro e lanche, a estudante surda apresentou as seguintes frases (Excerto 12), a saber:

Excerto 12 – Estudante apresentando exemplos contextualizados

Estudante surda: *Primeiro precisa pedir para a Professora antes de ir ao banheiro.* (sinal de primeiro + sinal de pedir + sinal de Professora + sinal de indicar a Professora + sinal preciso + sinal poder + sinal banheiro, com expressão facial franzindo as sobrancelhas e movimento corporal agitado, indicando urgência). [...] *Se comer muito lanche pode engordar, precisa malhar.* (sinal de comer + sinal de lanche + sinal gordo + classificador aumentar o corpo + sinal academia, expressão facial contraindo as bochechas). (Tradução própria, excerto extraído de gravação audiovisual, 28 de Abril de 2023).

Então, foi possível perceber maior sofisticação linguística da estudante, pois ela já conseguia situar os sinais em contextos específicos, formular novos pensamentos a partir daqueles sinais e socializar com o grupo seu conhecimento, indicando que o processo de aprendizagem dos signos linguísticos também estava assumindo funções psicológicas mais elevadas de abstração, domínio e apropriação.

Além disso, a estudante mostrou à Pesquisadora um livro que estava utilizando para estudar Libras informalmente e poder sofisticar o seu repertório linguístico (Imagem 44), e relatou: “*Estou muito feliz!*” (Estudante surda, tradução própria, excerto extraído de registro audiovisual, 28 de Abril de 2023). Somado a isso, a estudante passou a rejeitar o uso do aparelho auditivo, como ato de resistência a imposição ouvintista sofrida por um padrão social

de normalização e tentativa de correção da deficiência. Na cultura surda, surdez é percebida como uma diferença sociolinguística, marcada pelas experiências visuais (Quadros, 2008a; Skliar, 1998a; Strobel, 2016); mas em uma sociedade ouvintista, a diferença situa o sujeito surdo como um estrangeiro (Skliar, 1998a; Strobel, 2016). Então, a manifestação da estudante mostrou o seu reconhecimento da própria identidade surda; logo, a apropriação foi percebida justamente na mudança comportamental e atitudinal em todo o processo.

Consequentemente, o processo foi favorecido pelo protagonismo da estudante surda durante a modelagem de um contexto bilíngue. O protagonismo surdo foi intenso do começo ao fim do módulo I, onde a conclusão das intervenções também foi marcada pela gratidão da estudante surda, do grupo e da Pesquisadora pelos momentos oportunizados. A aprendizagem é um processo social externo que prepara e acompanha o desenvolvimento intelectual/interno (Vigotski et al., 2010).

Nos estudos de Astronomia, a estudante também protagonizou vários momentos. No começo, ela e os demais colegas desconheciam os sinais linguísticos das terminologias científicas, este era um dos diferenciais e objetivo principal do módulo II do AstroLibras. O módulo I preparou a base bilíngue para introdução dos conceitos científicos.

Assim, conforme a Pesquisadora conduzia as apresentações, a estudante surda observava e incluía os sinais específicos no seu repertório. Nas atividades de revisão ou em explicações que exigiam os sinais já apresentados pela Pesquisadora, a estudante surda relembrava seus colegas, chamando a atenção para si e usando os sinais que aprendeu; por vezes mostrando os sinais ao grupo (Imagem 37) ou se levantando, se posicionando ao lado da Pesquisadora e sinalizando o que havia entendido como no caso dos sinais de fusão, buraco negro e *BigBang*. Por fim, no jogo,, a estudante orientou a maior parte.

Imagem 37 – Estudante orientando os colegas, auxiliando a Pesquisadora e criando sinal



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (capturas de tela extraídas de registro audiovisual, 03 e 14 de Julho de 2023).

Com o protagonismo da estudante surda, foi observado que ela passou a incorporar as narrativas da Pesquisadora, utilizando os modos e as ferramentas culturais que a Pesquisadora empregava para comunicar, orientar e mediar a ação no grupo. A reprodução de enunciados e narrativas ou a criação discursiva autoral envolve um processo de apropriação das palavras de outras pessoas, as tornando, pelo menos em parte, como próprias (Wertsch, 1998). Então, adaptar, usar, criar uma nova ferramenta cultural (signos científicos, neste caso) e transformar uma narrativa coletiva (linguagem científica da sala de aula) em seu próprio discurso indicam domínio e apropriação (Wertsch, 1998, 2002). Neste momento, o protagonismo da estudante marcou sua aproximação com a linguagem científica.

Similarmente, esta aproximação também foi marcada pela criação do sinal para “*BigBang*”, que partiu da leitura e interpretação da estudante surda sobre o repertório de sinais retoricamente introduzidos pela Pesquisadora, bem como do reconhecimento da necessidade de atribuir um sinal ao fenômeno. A tentativa de desenvolver novas ferramentas culturais tende a ser uma estratégia para superar algum problema ou restrição percebida nas ferramentas de ação mediada existentes (Wertsch, 1998). Então, a estudante surda reconheceu a necessidade de criar um signo para denominar o fenômeno estudado porque identificou uma barreira na comunicação decorrente da ausência do sinal e ela fez isso utilizando as ferramentas que havia se apropriado.

Portanto, a criação do sinal “*BigBang*” pode ser vista como uma espécie de prova empírica de que os signos de Astronomia empregados pela Pesquisadora se constituíram ferramentas potenciais para expressar os fenômenos científicos da área. Além disso, os sinais foram aceitos e incorporados por ela no seu repertório linguístico, histórico e cultural – desde a modelagem de um ambiente bilíngue até a produção de significados científicos. A introdução de novas ferramentas gera mudanças no desenvolvimento das habilidades (Wertsch, 1998).

Assim, a estudante surda passou a utilizar a linguagem científica no decorrer das intervenções, porque novas ferramentas os signos científicos (Vivian, 2018), foram apresentados ela por alguém que representava tanto a comunidade surda, quanto a comunidade científica. Os signos linguísticos criados e empregados possibilitaram o uso da linguagem científica pela estudante surda, modificando as possibilidades de ação mediada. Então, a ação mediada pode sofrer uma transformação fundamental com a introdução de novas ferramentas cultural e essa ação seria impossível sem as ferramentas mediacionais adequadas (Wertsch, 1991, 1998).

Em suma, a criação do sinal para *BigBang* só foi possível porque os sinais de Astronomia, disponibilizados pela Pesquisadora ao grupo, viabilizaram a produção de significados científicos necessários para a compreensão do fenômeno. A aprendizagem científica não seria acessível à menina surda sem a modelagem de um ambiente bilíngue e a produção de significados científicos. A educação científica para surdos e ouvintes deve englobar um intenso trabalho pedagógico a partir de signos visuais e de uma Educação Bilíngue.

Para protagonizar e orientar as ações de seus pares é necessário dominar a linguagem utilizada no contexto e ter se apropriado dela. Portanto, a estudante surda demonstrou possuir domínio e apropriação da Libras e da cultura surda, pois utilizava dessas ferramentas para situar seus colegas. Por outro lado, embora a estudante surda tenha utilizado a linguagem científica e criado um sinal para expressar o “*BigBang*” é difícil afirmar que ela de fato se apropriou dos significados científicos. Os aspectos indicadores que corroboram na constituição de evidências para avaliar e validar a ocorrência da apropriação de uma ferramenta cultural pelo indivíduo, a ponto de tornar-se um objeto de autorregulação e identidade, não são totalmente precisos (Wertsch, 2002).

Contudo, a menina não demonstrou qualquer tipo de resistência, pelo contrário, a aceitação foi espontânea e a estudante fazia questão de demonstrar seu interesse em fazer parte do trabalho com a Pesquisadora, aprender os sinais e usar esses sinais com o grupo. Além disso, assim como no módulo I, o encerramento de cada momento do módulo II era de muita satisfação (Imagem 38).

Imagem 38 – Saudação entre a estudante, Pesquisadora e Intérprete



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (capturas de tela extraídas de registro audiovisual, 03 e 14 de Julho de 2023).

Neste caminho, a criação de um signo é um dos indicativos mais coerentes ao processo de apropriação, pois esse sinal foi criado a partir de uma história de narrativas constituídas

entre a Pesquisadora e estudantes, através de recursos semióticos variados e de processos sociais comunicativos e interativos, que levaram a estudante a tornar ativa uma nova palavra na Língua de Sinais – com base em um repertório de palavras empregadas pela Pesquisadora. Portanto, o processo de aprendizagem científica foi modelado por uma série de eventos multimodais visuais e de signos linguísticos que transformaram a ação da estudante surda naquele contexto.

Na intervenção que participou a Intérprete de Libras, a estudante surda fez as saudações de encerramento entre as duas e depois solicitou que ambas se saudassem entre si. Depois disso, a menina elogiou e parabenizou a Pesquisadora pela apresentação e imagens que usou, parabenizando também a Intérprete pela sinalização. Em seguida, a estudante se dirigiu à Intérprete e à Pesquisadora e comentou: “*Vocês são parecidas!* (sinal de igualdade + sinal de vocês)” (Estudante surda, tradução própria, excerto extraído de gravação audiovisual em 03 de julho de 2023). Esse comentário, provavelmente, não se referia a características físicas entre a Intérprete de Libras e a Pesquisadora. Embora estivessem usando a mesma cor de roupas, o comentário partiu da sua percepção de que ambas compartilhavam de um mesmo aspecto cultural e linguístico da comunidade surda.

A interação entre a estudante surda e a Pesquisadora sempre foi central nos encontros. A menina passava a maior parte do tempo perto da Pesquisadora e sorrindo, por compartilharem de uma mesma língua. Além dela, o menino neurodiverso também passou constantemente buscando a atenção da Pesquisadora, através de dúvidas e comentários; como foi dito antes, provavelmente, por compartilharem de características neurodiversas, do espectro Autista. A Pesquisadora foi um modelo adulto para o menino autista e para a menina surda.

A percepção da menina enquanto pessoa surda passou a se fortalecer conforme sua língua natural se tornava central nos estudos e era utilizada por todo o grupo envolvido no AstroLibras. O AstroLibras serviu de dispositivo mediacional para a estudante surda, que passou a fazer com que a circulação da Libras em sala fosse mais presente nas demais atividades da turma da Floresta. Uma das tutoras relatou com o encerramento do AstroLibras que a menina passou a ensinar os colegas e tutores na ausência da Pesquisadora, incentivando que se comunicassem com ela; por outro lado, os estudantes se sentiam mais confiantes para se aproximar da colega surda e tentarem se comunicar entre si. A surdez não gera necessariamente prejuízo ou limitação intelectual, psicológica, afetiva e/ou física, mas o diferencial está nas possibilidades oferecidas pela família e pela escola na práxis pedagógica durante o desenvolvimento da pessoa surda (M. P. Mourão & Miranda, 2008).

7.2.2 Identificação e/ou resistência entre os/as estudantes ouvintes

Em geral, por parte dos demais estudantes do grupo, apenas uma pequena parte não se manifestou, apresentando desinteresse e pouca participação nas propostas; especificamente, duas meninas e um menino se afastavam e não se sentavam nos semicírculos junto aos demais colegas e se recusavam – configurando isso como indicativo de resistência ou de não apropriação. No módulo I, a resistência desses três estudantes foi menos latente; mas quando os estudos avançaram para a produção dos significados científicos, o distanciamento dos três aumentou e se tornou desafiador para a Pesquisadora e para os/as tutores(as).

Nos estudos linguísticos, por exemplo, uma das tutoras foi até os três estudantes isolados e os chamou, dizendo: “*Oh, olha só, não vai ter a opção de ficar sentado pelos lados, então vamos lá!*” (Tutora Lu, excerto extraído de registro audiovisual, 27 de Março de 2023). Esses chamados, às vezes, tinham um retorno positivo e as duas meninas retornavam para o grupo e participavam.

Contudo, em atividades de conversação, durante a sinalização do nome e saudações, observou-se que essas duas meninas, em particular, demonstravam algum nível de domínio linguístico mais avançado do que outros estudantes do grupo, pois realizavam a sinalização com maior agilidade e um repertório mais elaborado do que o esperado para iniciantes. Então, uma possibilidade para justificar o afastamento dessas duas estudantes é de que elas tinham domínio linguístico mais sofisticado e, por isso, perdiam facilmente o interesse e se afastavam. Portanto, talvez estas estudantes não tenham demonstrado resistência à proposta bilíngue, mas ao nível da proposta, que para elas era muito simples naquele momento.

Similarmente, o estudante neurodiverso se incomodou com alguns dos desenhos presentes no material bilíngue do alfabeto. Segundo ele, os desenhos eram infantilizados, e ele se recusou a colorir por esta razão. Neste caso, o modo visual foi restritivo ao menino, que se sentiu desconfortável com o proposto naquela atividade. Contudo, como havia entre o grupo crianças com idade entre sete e doze anos, bem como adolescentes de doze a dezessete anos, a Pesquisadora precisou ponderar o realismo dos desenhos, que foram aceitos pela maioria dos demais estudantes presentes no grupo.

Em outro momento, que a dispersão tomou conta do grupo, a Pesquisadora e a tutora interviram para chamar a atenção dos estudantes, que estavam, em sua maioria, conversando paralelamente enquanto a estudante surda apresentava alguns sinais aos colegas. Por vezes, a própria estudante surda chamava a atenção de seus colegas, batendo nas classes e indo até os colegas pedindo para olharem para ela e realizarem os sinais.

Outra vez, a Pesquisadora falou: “*Observem que a (colega surda) está mostrando para vocês, oh! [...] Pessoal, quando vocês observam a (colega surda) e aprendem junto com ela, a língua dela, vocês estão também demonstrando respeito pela língua dela. Entenderam?* (Pesquisadora, excerto extraído de registro audiovisual, 27 de Março de 2023). Então, uma das tutoras reforçou, dizendo (Excerto 13):

Excerto 13 – Tutora chamando atenção do grupo ouvinte para a fala da pesquisadora

Tutora Lu: “Oh, olha só, vocês escutaram o que a Ellen falou, maior parte de vocês não escutou porque estavam conversando, vocês não estão respeitando a (colega surda), [...], ela está em várias das atividades que ela não está conseguindo se comunicar com nós. Vocês estão percebendo o quanto ela tá fora das atividades? E hoje a gente tá tendo uma oportunidade de ter uma atividade com ela. Ficar mantendo uma conversa paralela é um desrespeito com a (colega surda). Alguns de vocês gostariam de estar neste lugar, se sentido desrespeitados, desprezados pelos colegas? Acho que não, né?!” (Excerto extraído de registro audiovisual, 27 de Março de 2023).

A aprendizagem humana envolve afetividade, logo, exigir que os indivíduos dominem novas ferramentas culturais usando estratégias de controle, imposição e/ou intimidação pode encorajar a resistência e não apropriação dessas ferramentas (Wertsch, 2002). Neste sentido, a tutora usou o modo linguístico para chamar atenção dos estudantes ouvintes e tentar sensibilizar a colaboração com a colega surda, que utilizava outro modo de comunicação.

Este episódio de grande dispersão foi observado após 30 minutos de intervenção; notavelmente, isso ocorreu em outras ocasiões, por isso, a Pesquisadora passou a lançar desafios de comunicação, uso dos vídeos com simulações e levou o jogo de charadas, como estratégias para atrair por mais tempo a atenção dos estudantes e proporcionar a interação. Nas aulas de Astronomia é imprescindível à prática docente tornar o contexto em um ambiente enriquecido por um material didático apropriado, de forma tátil, visual e auditiva; jogos didáticos e atividades lúdicas (Nunes, 2017).

Às vistas disso, os recursos semióticos visuais foram potencialmente atrativos, principalmente os que envolveram as simulações e o jogo de charadas. As simulações enfatizam a importância de atividades visuais, criativas e lúdicas na aprendizagem de estudantes surdos e ouvintes (Xavier et al., 2019), contribuindo também na atenção dos estudantes (Plaça, Gobara, Delben, & Vargas, 2011) e uma forma de aproximação virtual com

a realidade (L. D. de D. Menezes, 2011). Da mesma forma, os jogos educativos são recursos visuais e manuais favoráveis no aprendizado (J. M. Fernandes et al., 2020) e têm o potencial de tornar o ambiente mais interativo e as informações mais acessíveis (L. D. de D. Menezes, 2011).

Assim, não é possível afirmar que os estudantes resistiram ou não aceitaram a proposta bilíngue, em geral, pois os estudantes faziam perguntas, sinalizavam quando era solicitado e tentavam se comunicar com a colega surda, principalmente nas atividades lúdicas mencionadas e também nos desafios de comunicação. Durante o desafio II do diálogo entre a Pesquisadora e a estudante surda no módulo I, por exemplo, alguns estudantes simulavam uma conversa usando mímica (Imagem 39), porque admiraram a agilidade da estudante surda e da Pesquisadora durante a sinalização.

Imagem 39 – Dois estudantes simulando uma conversa durante a narrativa



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (capturas de tela extraída de registro audiovisual, 28 de Abril de 2023).

Já nos estudos de Astronomia, no módulo II, apenas um menino e uma das meninas passaram mais tempo se isolando do grupo. Em um momento mais inicial, uma das tutoras chamou sua atenção, pois a menina havia escolhido participar daquele estudo e não estava ali por obrigação. Semelhantemente, a Pesquisadora tentou entender o afastamento da menina, que apenas respondeu que já sabia aquela parte de Astronomia – que se tratava do sistema solar. Novamente, o fato de o assunto estar em um nível anterior ao nível de complexidade que a menina já dominava, tornou o estudo pouco atrativo para ela; mas isso foi se modificando conforme o aprofundamento teórico acontecia.

Então, em algumas situações, a resistência teve origem na frustração das expectativas de certos estudantes. No caso da menina, provavelmente, ela esperava por estudos mais avançados de Libras e depois de Astronomia. Com isso, as questões emocionais, subjacentes

ao processo de aprendizagem, interferem substancialmente na participação, interação e, conseqüentemente, na aprendizagem.

Entretanto, lidar com conflitos emocionais em um contexto educacional pode extrapolar os limites da ação docente, pois o docente pode não disponibilizar das ferramentas necessárias para administrar esses conflitos, podendo também levar a frustração do próprio docente – neste caso, da Pesquisadora e tutoras. Por outro lado, havia aqueles estudantes mais engajados e comprometidos com as abordagens, esses estudantes foram aqueles que mais levantaram questionamentos ou curiosidades durante os estudos; além disso, um dos meninos fazia anotações (Imagem 40), enquanto a Pesquisadora fala e apresentava os conceitos, as imagens, simulações.

Imagem 40 – Estudante observando e fazendo anotações



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (capturas de tela extraídas de registro audiovisual, 03 de Julho de 2023).

O menino demonstrava interesse, com base em sua atitude (de anotar e fazer perguntas) e expressões faciais (surpresa), possivelmente, o menino se identificava com a linguagem que estava sendo produzida naquele contexto, mas seria arriscado inferir que havia algum nível de domínio e/ou apropriação. Assim, uma das principais dificuldades na demonstração de domínio e apropriação dos estudantes ouvintes foi a escassa comunicação, mesmo levantando questionamentos e transitando entre diferentes recursos e estratégias para promover a interação entre os pares.

Contudo, o jogo de charadas se configurou em um dispositivo multimodal potencial, pois a articulação entre os modos linguístico, visual, instrumental e acional foram naturalmente disponibilizados aos estudantes, que puderam manipular com autonomia e socializar a linguagem científica entre seus pares e com acessibilidade bilíngue. O jogo foi um recurso semiótico social e multimodal potente de ação mediada, socialização da linguagem

científica, interação e aprendizagem de Astronomia. Além disso, não houve qualquer tipo de resistência observada com a aplicação do jogo. Portanto, quanto mais recursos semióticos foram disponibilizados, maior foi a interação e menor foi a resistência; quanto maior for a interação, maiores são as possibilidades de comunicação e uso da linguagem científica, bem como do domínio, apropriação e aprendizagem.

Com relação aos sinais específicos para as terminologias científicas (Vivian, 2018), o grupo manifestou compreender facilmente a relação entre os parâmetros linguístico e a dinâmica dos astros e/ou fenômenos astronômicos, inclusive, durante o jogo, os estudantes primeiro identificavam o conceito e o sinal, depois a imagem e depois a charada correspondente. Então, a relação entre o sinal e o significado foi facilmente percebida pelos estudantes, indicando aceitação e entendimento das características sociolinguísticas da Libras e das terminologias científicas, embora ainda não tivessem domínio profundo e apropriação da linguagem das Ciências.

Portanto, seria necessário um período maior com o grupo para acompanhar e observar a consolidação do processo de domínio e apropriação. Contudo, o empenho dos estudantes, a curiosidade e o engajamento que se constituiu no decorrer do processo são indicadores de que o aprendizado da linguagem científica estava sendo moldado naquele contexto. Além disso, outro acontecimento que enfatizou a aceitação do grupo pela proposta foi a participação em uma Feira de Ciências. O grupo organizou e apresentou as atividades desenvolvidas durante o AstroLibras na Feira de Ciências da Unipampa (Imagem 41), através de dois trabalhos que se originaram nos estudos bilíngues e de Astronomia.

Imagem 41 – Apresentação de trabalhos do AstroLibras na Feira de Ciências



Fonte: arquivo pessoal da Pesquisadora (01 de Setembro de 2023).

O objetivo do grupo foi contribuir para a divulgação científica acessível e incluir a colega surda. Os estudantes receberam prêmio destaque – em nível municipal, Caçapava do

Sul - RS e regional, Bagé - RS – devido ao potencial de inclusivo do trabalho realizado e da relevância para a comunidade surda e comunidade científica, também promovendo por meio do AstroLibras o aprendizado de uma nova cultura e língua através da aproximação com conceitos científicos da Astronomia.

7.2.3 O processo de aprendizagem: alguns apontamentos

Então, nas primeiras intervenções, os estudantes demonstravam já possuir algumas noções sobre a datilologia alfabética e numerais em Libras, mas a língua ainda não era utilizada como ferramenta de comunicação. Somado a isso, havia um afastamento – provavelmente não intencional – entre colegas ouvintes e a colega surda, pois não dominavam a língua necessária para se comunicarem. Desta forma, conforme as ferramentas linguísticas foram disponibilizadas, o grupo passou a dominar o modo linguístico visual-acional e a comunicação começou a fluir. Conforme os estudos eram aprofundados, mais os estudantes ouvintes procuravam se aproximar da colega surda, e ela dos seus colegas ouvintes, assim, protagonizando as ações no contexto bilíngue, pois o grupo passou, além de dominar, a se apropriar da língua e da cultura surda; logo, o sentimento de pertencimento a uma comunidade surda se tornou uma marca sociocultural no grupo.

Com isso, o processo de aprendizagem constituído na articulação entre o módulo I e II permitiu o reconhecimento do grupo como uma comunidade surda e a aproximação com a comunidade científica durante a modelagem de um contexto bilíngue e a produção de significados científicos.

Além disso, em comparação com os estudos que não contaram com a presença da Intérprete, a presença da profissional permitiu maior abrangência de significados através do modo linguístico, pois mais conceitos foram apresentados do que nos estudos em que a Professora falava nas duas línguas. A Intérprete contribuiu para a potencialização do modo linguístico no contexto bilíngue, viabilizando a comunicação do conteúdo.

Em uma sala de aula bilíngue, onde há estudantes surdos e ouvintes, o modo linguístico deve ocorrer nas duas línguas utilizadas pela turma, na modalidade oral e sinalizada, com a presença constante de Intérprete de Libras, pois mesmo um docente sendo bilíngue, como no caso desta pesquisa, os recursos semióticos linguísticos podem se fragmentar quando o interlocutor necessita transitar entre duas línguas consecutivamente, se tornando uma tarefa exaustiva. Ademais, é preciso valorizar a função dos Intérpretes de

Libras, garantindo a sua presença, melhores condições de trabalho e um processo de formação permanente.

Com isso, retomando a última questão desta pesquisa, para lembrar: Quais são as possibilidades e restrições fornecidas pelas ferramentas culturais e pelos recursos semióticos multimodais no processo de aprendizagem científica bilíngue e visual? Em suma, na perspectiva sociocultural todas as ferramentas de mediação e formas de interação social importam (Vygotski, 1991; Vygotsky, 1934; Wertsch, 1991, 1998), similarmente, na abordagem semiótica social toda a interação e comunicação é multimodal (Kress, Jewitt, et al., 2001). Contudo, nem todo recurso semiótico possibilita a comunicação se o indivíduo não disponibilizar das ferramentas psicológicas necessárias para leitura e interpretação dos recursos semióticos empregados.

Portanto, uma *práxis* pedagógica voltada para a educação de surdos sem a visualidade não há comunicação, aprendizagem, inclusão e compromisso didático bilíngue. Em um ambiente oralista a comunicação entre surdos e ouvintes seria corrompida sem a imersão na cultura surda e na Língua de Sinais (Skliar, 1998a), dificultando a interação e a socialização. Por outro lado, em um contexto bilíngue, onde os recursos semióticos disponibilizados partem dos princípios antropológicos da cultura surda, da Língua de Sinais (Müller & Karnopp, 2015; Quadros, 2006, 2008a; Skliar, 1997, 1998a) e de modelos pedagógicos visuais (Campello, 2007), surdos e ouvintes se envolvem em um processo justo de aprendizagem.

A criação e a difusão de sinais linguísticos para as terminologias científicas na área da Astronomia são possibilidades em busca por equidade, inclusão, justiça social e justiça cognitiva (Vivian & Leonel, 2021a). Então, os sinais linguísticos de Astronomia favorecem a aprendizagem e a aproximação entre a comunidade surda e a comunidade científica, através de uma Educação Científica Bilíngue e Multimodal.

8 Considerações finais

A presente tese investigou como se constitui o domínio e a apropriação de sinais linguísticos de Astronomia em uma comunidade surda de aprendizagem, considerando a modelagem de um contexto bilíngue e a produção de significados científicos por meio de uma abordagem multimodal visual. A pesquisa destacou a importância de uma triangulação teórica e prática entre os aspectos socioculturais – envolvidas no conhecimento da Libras e da cultura surda – na produção de significados científicos em um contexto de Educação Bilíngue, bem como de ações pedagógicas baseadas em recursos semióticos multimodais visuais para a compreensão de novos conceitos científicos.

A regulamentação da Libras e a implementação da Educação Bilíngue para surdos são dois avanços políticos relativamente recentes, estabelecidos nas últimas décadas. Embora sejam conquistas políticas educacionais e linguísticas significativas, ainda existem muitos desafios na educação para pessoas surdas, especialmente na educação científica. Os maiores desafios envolvem as barreiras linguísticas, que dificultam ou impedem a comunicação entre surdos e ouvintes, gerando privação cognitiva, emocional e social de estudantes surdos; isso, devido à falta de acesso aos conhecimentos, agravando a aprendizagem.

Na educação científica, as principais dificuldades partem de vários fatores, como lacunas na formação inicial e continuada de educadores e Intérpretes de Libras, ausência de Intérpretes de Libras nas escolas, o desconhecimento de metodologias didático-pedagógicas colaborativas e inclusivas, carências linguísticas por parte dos estudantes surdos, a escassez de sinais específicos para terminologias técnicas e científicas – principalmente em Astronomia – e a falta de pesquisas empíricas na área.

Com isso, é necessária a ampliação de políticas públicas que incentivem a formação continuada de Professores e Intérpretes de Libras, incluindo a produção de materiais didático-pedagógicos visuais e bilíngues são fundamentais para a construção de um sistema educacional acessível e inclusivo. Ademais, há uma necessidade de investir em pesquisas e propostas didático-pedagógicas, como a apresentada nesta investigação, para superar os desafios na educação científica para surdos.

Para enfrentar esses desafios, esta tese propôs uma triangulação entre a perspectiva sociocultural, a abordagem semiótica social multimodal e a Educação Bilíngue como pressupostos teóricos na sustentação de uma base empírica na educação científica de crianças surdas e ouvintes. Neste sentido, a perspectiva sociocultural amplia a compreensão sobre a

cultura surda, a Língua de Sinais e a visualidade, enquanto ferramentas culturais indispensáveis de mediação, interação e aprendizagem. Já a abordagem semiótica social multimodal enfatiza o papel dos recursos semióticos – especialmente os visuais – na produção e interpretação dos conceitos valorizando os parâmetros morfológicos da Língua de Sinais e a produção de significados visuais. Desta forma, a perspectiva sociocultural e a abordagem semiótica multimodal proporcionam novas reflexões sobre o processo de aprendizagem.

A aprendizagem é um processo complexo e muitas definições sobre o que é a aprendizagem já foram elaboradas, descrevendo-a como um processo de aquisição, de construção e/ou de internalização. Nesta pesquisa, a aprendizagem foi compreendida como processo de domínio e apropriação de ferramentas culturais e mediacionais que se articulam durante a transformação e modelagem de diferentes recursos semióticos produzidos nas interações sociais e na ação docente.

Neste caminho, a triangulação proposta viabilizou a construção e implementação de uma sequência didático-pedagógica para a aprendizagem de Astronomia Bilíngue. A produção de significados científicos em um ambiente multimodal visual exige uma estreita articulação entre os recursos semióticos empregados e o contexto sociocultural dos estudantes. Portanto, esta tese é produto de estudos teóricos e empíricos produzidos a partir de um cenário complexo que permitiu descrever os diferentes desafios enfrentados na educação científica de uma comunidade de aprendizagem. O cenário apresentava limitações linguísticas e sociais, com a falta de Intérpretes de Libras, pouco contato dos estudantes ouvintes com a Libras e a cultura surda, um limitado repertório linguístico e a identificação cultural pela estudante surda, somado a sua privação do acesso aos conhecimentos técnico-científicos.

Com isso, o reconhecimento da cultura surda, da Libras e a transformação da sala de aula em um contexto bilíngue e inclusivo foi indispensável para a reestruturação do cenário e posterior produção de significados científicos. A disseminação de propostas e práticas inclusivas fortalece a educação de surdos como um todo, abrindo espaço para que mais estudantes surdos alcancem justiça cognitiva, social e educacional.

Além disso, a proposta apresentada pode ser repensada e adaptada para outras áreas da educação científica, com a finalidade de ampliar a difusão de sinais para terminologias científicas considerando práticas pedagógicas visuais e bilíngues. Além disso, o trabalho educacional inclusivo viabiliza a interação entre surdos e ouvintes, facilitando a troca de experiências, o desenvolvimento de habilidades sociais e a aprendizagem.

Neste caminho, o ponto central da proposta apresentada e descrita foi a produção, a testagem e a identificação dos pares com sinais linguísticos de Astronomia por meio da

cultura surda. A educação em Astronomia é uma das áreas pouco explorada na educação de surdos e a mais afetada pela escassez de sinais para as terminologias científicas específicas. Entretanto, a Astronomia, abrange um campo de estudo visual que dialoga profundamente com a cultura surda. Na educação de surdos, o recurso semiótico é predominantemente visual.

Então, quanto mais próximo dos aspectos socioculturais do sujeito for o recurso semiótico disponibilizado, maiores podem ser as potencialidades de ação mediada, interação e aprendizagem. Com isso, entende-se que a eficiência de um recurso semiótico depende de sua possibilidade de articulação com as ferramentas psicológicas pré-existentes do aprendiz, isto é, conforme o contexto cultural, social, institucional e histórico do sujeito. Esta articulação viabiliza aos estudantes o desenvolvimento de uma compreensão mais profunda e funcional dos conceitos astronômicos.

Além disso, a transição entre diferentes recursos semióticos exige diferentes processos psicológicos e, ao contextualizar os sinais linguísticos dentro de atividades práticas e colaborativas, os estudantes encontram possibilidades para conhecer, dominar e se apropriar ou não de um novo repertório mediacional. Similarmente, conforme novos conceitos passam a fazer parte das narrativas coletivas, mudanças comportamentais, afetivas e intelectuais podem acontecer, contribuindo para o domínio e apropriação de novas ferramentas culturais e mediacionais.

Neste caminho, esta tese sustenta que quando a Língua de Sinais não flui e a comunicação é comprometida por barreiras linguísticas, a constituição de um ambiente bilíngue deve preceder a aprendizagem científica. O conhecimento de Libras e a imersão na cultura surda são os pilares da Educação Bilíngue e da caracterização do contexto em uma comunidade surda. Assim, tem-se que a aprendizagem científica, só se concretiza mediante a transformação do grupo em uma comunidade surda e do ambiente em um contexto bilíngue.

Além disso, esta tese também sustenta que a introdução dos sinais para terminologias de Astronomia modifica as relações entre a Ciência escolar, a comunidade surda e a comunidade científica, incentivando o uso e a difusão da linguagem científica bilíngue. Portanto, a proposta de criar e disseminar de sinais para a aprendizagem de Astronomia pode servir de modelo educacional para futuras pesquisas na Educação Bilíngue para surdos, bem como promover estudos lexicográficos para terminologias científicas da área, com o propósito de estabelecer aproximações entre a comunidade surda e a comunidade científica.

Finalmente, foi através da modelagem de um contexto bilíngue e da produção de significados científicos que os sinais linguísticos de Astronomia puderam ser difundidos na cultura surda, diminuindo os abismos entre surdos e ouvintes, bem como entre a comunidade

surda e a comunidade científica, abrindo um horizonte de possibilidades didático-pedagógicas para uma Educação Científica Bilíngue e Multimodal.

Referências

- Acessibilidade Brasil, O. (2011). Dicionário Online de Libras.
- Almeidal, L. da C. de, Mota, V. M. T., Abreu, J. de A., Assis, L. S. de, & Ruth, M. (2015). A Linguagem Científica e a Língua Brasileira De Sinais: estratégia para a criação de sinais. *XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 1–8. Recuperado de <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/sys/resumos/T0566-1.pdf>
- Alves, F. de S., Peixoto, D. E., & Lippe, E. M. O. (2012). Ensino de Astronomia para surdos nas séries iniciais: dificuldades e possibilidades no espaço escolar. *II Simpósio Nacional de Educação em Astronomia*, 299–309. São Paulo, SP. Recuperado de https://www.sabastro.org.br/wp-content/uploads/2017/03/SNEA2012_TCO14.pdf
- André, M. E. D. A. de. (2009). *Etnografia da prática escolar* (Prática Pe). São Paulo, SP: Papyrus.
- Araujo-Neto, W. N. de. (2009). Formas de uso da noção de representação estrutural no Ensino Superior de Química (Universidade de São Paulo). Universidade de São Paulo. <https://doi.org/10.11606/T.48.2009.tde-02092009-143535>
- Astudillo, M. V., & Martín-García, A. V. (2020). Teoria da Atividade: Fundamento para estudo e desenho do Blended Learning. *Cadernos de Pesquisa*, 50(176), 515–533. <https://doi.org/10.1590/198053147127>
- Barbosa, E. dos R. A. (2016). *Navegando no universo surdo: a multimodalidade a favor do ensino de Português como segunda língua em um curso EAD* (Universidade Federal de Minas Gerais). Universidade Federal de Minas Gerais. Recuperado de https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/RMSA-AHVLT3/1/disserta_o_eva_dos_reis.pdf
- Barbosa, H. A. G., & Rosa, K. (2017). As pessoas surdas no Ensino de Ciências - Uma revisão bibliográfica. *XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 7. Recuperado de <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxii/sys/resumos/T1164-1.pdf>
- Bardin, L. (2013). Análise de Conteúdo. *Presses Universitaires de France, 1977*, p. 244. São Paulo: Edições 70. <https://doi.org/10.3917/puf.bard.2013.01>
- Bezemer, J., & Kress, G. (2015). *Multimodality, learning and communication: a Social Semiotic Frame*. London: London: Routledge.
- Bolzan, E. C. V. M. M., & Leonel, A. A. (2017). Ensino de astronomia para a educação de crianças surdas e deficientes auditivos na perspectiva de um intérprete de Libras. *XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 1–8. São Carlos, SP: Sociedade Brasileira de Física. Recuperado de <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxii/sys/resumos/T0795-1.pdf>
- Borges, F. A., & Costa, L. G. (2010). Um estudo de possíveis correlações entre representações docentes e o ensino de Ciências e Matemática para surdos. *Ciência & Educação*, 16(3), 567–583. <https://doi.org/10.1590/s1516-73132010000300005>
- Botan, E., & Paulo, I. J. C. (2014). Ensino de Física para surdos: três estudos de casos da implementação de uma ferramenta didática para o ensino de cinemática. *Experiências em Ensino de Ciências*, 9(1), 1–27. Recuperado de <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/466/438>
- Botan, E., Paulo, I. J. C., & Cardoso, F. C. (2013). Elaboração e implementação de um material didático para o ensino de dinâmica para surdos. *XX Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 1–9. São Paulo, SP: Sociedade Brasileira de Física. Recuperado de <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0133-1.pdf>
- Brasil. *Constituição da República Federativa do Brasil*. , (1988). Brasil: Promulgado em 5 de outubro de 1988.

- Brasil. Lei nº 9.394. , Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) § (1996).
Brasília, Brasil: de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Senado Federal: Ministério da Educação.
- Brasil. *PCN Ensino Fundamental I: Ciências Naturais.* , (1997). Brasil: Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN - 1ª a 4ª série): Ensino Fundamental - Ciências Naturais. Secretaria de Educação Fundamental: Ministério da Educação.
- Brasil. *PCN Ensino Fundamental II: Ciências Naturais.* , (1998). Brasília, Brasil: Parâmetros curriculares nacionais (PCN - 5ª a 8ª série) Ciências Naturais: terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental. Secretaria de Educação Fundamental: Ministério da Educação.
- Brasil. *PCN Ensino Fundamental II: Geografia.* , (1998). Brasília, Brasil: Parâmetros curriculares nacionais (PCN - 5ª a 8ª série) Geografia: terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental. Secretaria de Educação Fundamental: Ministério da Educação.
- Brasil. PCN Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. , Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio: Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias § (2000). Brasil: Brasília: Ministério da Educação.
- Brasil. *PCN Ensino Médio: Ciências Humanas e suas Tecnologias.* , Pub. L. No. Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) Ensino Médio: Parte IV-Ciências Humanas e suas Tecnologias, 75 (2000). Brasília, Brasil: Ministério da Educação.
- Brasil. *PCN Ensino Médio.* , (2000). Brasília, Brasil: Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio Ministério da Educação.
- Brasil. *Lei nº 10.436.* , (2002). Brasil: de 24 de Abril de 2002. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras e dá outras providências.
- Brasil. *PCN+ Ensino Médio: Física.* , (2002). Brasília, Brasil: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN +) para o Ensino Médio: Física. Ministério da Educação.
- Brasil. *Decreto nº 5.626.* , (2005). Brasil: de 22 de Dezembro de 2005. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras, e o art. 18 da Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Regulamenta a Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002.
- Brasil. PNEEI. , Política Nacional de Educação Especial na perspectiva da educação inclusiva § (2008). Brasília, Brasil: Secretaria de Educação Especial: Ministério da Educação.
- Brasil. *Lei nº 12.319.* , (2010). Brasil: de 1º de Setembro de 2010. Regulamenta a profissão de Tradutor e Intérprete da Língua Brasileira de Sinais - Libras.
- Brasil. Lei nº 13.005. , Plano Nacional de Educação (PNE) de 2014-2024 § (2014). Brasília, Brasil: de 25 de junho de 2014. Câmara dos Deputados: Ministério da Educação.
- Brasil. *Lei nº 13.146.* , Pub. L. No. 13.146, 58 (2015). Brasil: Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (LBI): Estatuto da Pessoa com Deficiência, promulgada em 6 de julho de 2015.
- Brasil. BNCC. , Pub. L. No. Base Nacional Comum Curricular (BNCC), Base Nacional Comum Curricular 472 (2018). Brasília, Brasil: Ministério da Educação.
- Brasil. *RCG.* , (2018). Brasil: Referencial Curricular Gaúcho. Ministério da Educação.
- Brasil. *PNEE.* , Pub. L. No. Política Nacional de Educação Especial (PNEE), 124 (2020). Brasília, Brasil: Secretaria de Modalidades Especializadas de Educação: Ministério da Educação.
- Brasil. *Lei nº 14.191.* , Pub. L. No. 14.191, 3 (2021). Brasil: Altera a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional: Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 , para dispor sobre a modalidade de educação bilíngue de surdos. Senado Federal: Ministério da Educação.
- Brito, L. F. (1993). *Integração Social e Educação de Surdos.* Rio de Janeiro: Rio de Janeiro: Babel.
- Campello, A. R. e S. (2007). Pedagogia Visual: Sinal na Educação dos Surdos. In R. M. de Quadros & G. Perlin (Orgs.), *Estudos Surdos II* (p. 100–131). Petrópolis, RJ: Arara Azul.

- Capovilla, F. C., & Raphael, W. D. (2006). *Dicionário Enciclopédico Ilustrado Trilíngue da Língua Brasileira de Sinais: sinais de M a Z* (3^o ed). São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Capovilla, F. C., & Raphael, W. D. (2008). *Dicionário Enciclopédico Ilustrado Trilíngue da Língua Brasileira de Sinais: sinais de A a L* (3^o ed). São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Cardoso, F. C., Botan, E., & Ferreira, M. R. (2010). *Sinalizando a Física 1: vocabulário de Mecânica*. Sinop, MT: Universidade Federal do Mato Grosso. Recuperado de https://drive.google.com/file/d/1uETSkTGvi66utQ7BJchy_42s2Kg9zPv/view
- Cardoso, F. C., & Cicotte, J. F. da S. (2010). *Sinalizando a Física 2: Vocabulário de Eletricidade e Magnetismo* (1^o ed). Sinop, MT: Universidade Federal do Mato Grosso. Recuperado de https://drive.google.com/file/d/11xBb2s8QDXy9CVQh9_8vFHN6P5a93kLe/view
- Cardoso, F. C., & Passero, T. (2010). *Sinalizando a Física 3: Vocabulário de Termodinâmica e Óptica* (1^o ed). Sinop, MT: Universidade Federal do Mato Grosso. Recuperado de <https://drive.google.com/file/d/1pmJRcZyZffEyuENNs61xwTWPqGpdIQo8/view>
- Carvalho, V. F., & Campello, A. R. e S. (2022). A existência de quatorze (14) Identidades Surdas. *Humanidades & Inovação*, 9(14), 139–152. Recuperado de <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadesinovacao/article/view/2792>
- Chizzotti, A. (2006). *Pesquisa qualitativa em ciências humanas* (Vozes). Petrópolis, RJ.
- Cozendey, S. G., Costa, M. da P. R. da, & Pessanha, M. C. R. (2013). O uso de vídeos didáticos bilíngues em aulas de Física. *XX Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 9. Recuperado de <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0572-1.pdf>
- Cozendey, S. G., Pessanha, M. C. R., & Costa, M. da P. R. da. (2013). Vídeos didáticos bilíngues no ensino de leis de Newton. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 35(3), 1–7. <https://doi.org/10.1590/s1806-11172013000300023>
- Cruz, C. R., Goettert, N., & Nogueira, T. C. (2017). Spread the sign-brasil: experiência no registro da Língua de Sinais Brasileira. *VIII Encontro Internacional de Investigadores de Políticas Linguísticas*, 196–201. Florianópolis, SC. Recuperado de <https://www.spreadthesign.com/pt.br>
- Czubek, T. A. (2006). Blue listerine, parochialism, and ASL literacy. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 11(3), 373–381. <https://doi.org/10.1093/deafed/enj033>
- Darroz, L. M., Tyburski, L. P., & Rosa, A. B. da. (2020). O Papel do Tradutor/Intérprete de Língua de Sinais Como mediador em aulas de Física no Ensino Médio. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 11(5), 204–222. <https://doi.org/10.26843/rencima.v11i5.2236>
- Dias, N., Anache, A. A., & Maciel, R. F. (2020). Ensino de Ciências e estudantes surdos: discussões e reflexões. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 11(6), 289–305. <https://doi.org/10.26843/rencima.v11i6.2614>
- Dolce, O., & Pompeo, J. N. (1993). *Fundamentos da Matemática Elementar 9: Geometria Plana* (7^o ed). São Paulo: São Paulo: Editora Atual.
- Engeström, Y. (2001). Expansive Learning at Work: Toward an activity theoretical reconceptualization. *Journal of Education and Work*, 14(1), 133–156. <https://doi.org/10.1080/13639080020028747>
- Felipe, T. a. (2007). *Libras em Contexto: Curso Básico* (8^o ed). Brasília: Rio de Janeiro: WalPrint Gráfica e Editora.
- Fernandes, J. M., & Freitas-Reis, I. de. (2022). Sequência didática multimodal para o ensino de energias: uma experiência com surdos incluídos e o emprego de novos sinais-termos. *Research, Society and Development*, 11(4), 1–26. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i4.26839>

- Fernandes, J. M., Freitas-Reis, I., & Araújo Neto, W. N. de. (2020). Uma revisão sistemática sobre semiótica, multimodalidade e Ensino de Ciências da Natureza na educação do aluno surdo. *Revista Educação e Linguagens*, 9(3), 400–432. <https://doi.org/10.33871/22386084.2020.9.17.400-432>
- Fernandes, S., & Moreira, L. C. (2014). Políticas de educação bilíngue para surdos: o contexto brasileiro. *Educar em Revista*, (spe-2), 51–69. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.37014>
- Florentino, C. P. A., Miranda Junior, P., & Marques, A. C. T. L. (2015). Ensino de Ciências na Educação de Surdos nos anais do ENPEC: 1997-2013. *X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 1–8. Águas de Lindóia, SP: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Recuperado de <https://www.abrapec.com/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R1550-1.PDF>
- Freitas, D. P., Ambrósio, G. V., Gatinho, K. N., & Moreira, E. (2021). Ensino de Física através da Libras : o desafio docente em escolas estaduais de São Luís-MA. *Revista do Professor de Física*, 5(1), 97–108. Recuperado de <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf>
- Gama, L. D., & Henrique, A. B. (2010). Astronomia Na Sala De Aula: Por Quê? *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, (9), 7–15. <https://doi.org/10.37156/relea/2010.09.007>
- Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa* (7^o ed). São Paulo, SP: Atlas S.A.
- Goldfeld, M. (1997). *A criança surda: linguagem e cognição numa perspectiva sociointeracionista* (2^o ed). São Paulo, SP: Plexus - Front Cover.
- Gomes, E. A., Catão, V., & Soares, C. P. (2015). Articulação do conhecimento em museus de Ciências na busca por inclui estudantes surdos: analisando as possibilidades para se contemplar a diversidade em espaços não formais de educação. *Experiências em Ensino de Ciências*, 10(1), 82–97. Recuperado de <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/515/487>
- Horvath, J. E. (2008). *O ABCD da Astronomia e Astrofísica*. São Paulo: Livraria da Física.
- Iezzi, G., & Murakami, C. (1977). *Fundamentos de Matemática Elementar 3: Trigonometria* (2^o ed). São Paulo: Editora Atual. Recuperado de <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Fundamentos+de+Matemática+Elementar+3:+Trigonometria#1>
- Jewitt, C. (2009). *The Routledge Handbook of Multimodal Analysis*. London: Routledge. <https://doi.org/10.1016/j.pragma.2010.03.003>
- Jewitt, C., Kress, G., Ogborn, J., & Tsatsarelis, C. (2000). Teaching and learning: Beyond language. *Teaching Education*, 11(3), 327–341. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1080/713698977>
- Kelman, C. A., & Castro, M. G. F. de. (2023). Codocência entre professor regente e TILSP: parceria necessária na educação bilíngue de surdos. *Revista Teias*, 24(73), 172–184. <https://doi.org/10.12957/teias.2023.74131>
- Kepler, de S. O. F. (2011). O Universo. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 27(4), 698–722. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2010v27nespp698>
- Kepler, de S. O. F., & Saraiva, M. de F. O. (2014). *Astronomia e Astrofísica*. Porto Alegre: Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul Porto.
- Kress, G. (2005). *Literacy in the new media age*. New York, NY: Routledge - Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1353/lan.2006.0242>
- Kress, G. (2010). *Multimodality: a social semiotic approach to contemporary communication*. New York, NY: Routledge - Taylor & Francis.
- Kress, G., Carey, J., Ogborn, J., & Charalampos, T. (2001). *Enseñanza y aprendizaje multimodal: La retórica del aula de ciencias*.
- Kress, G., Jewitt, C., Ogborn, J., & Tsatsarelis, C. (2001). *Multimodal Teaching and*

- Learning: the rhetorics of the Science Classroom*. New York, NY: Continuum.
- Kress, G., & Leeuwen, T. Van. (2001). *Multimodal discourse: the modes and media of contemporary communication*. London: Hoadder Education.
- Kress, G., & Leeuwen, T. Van. (2006). *Reading images: The grammar of visual design* (2^o ed). London: Routledge.
- Kuhn, T. do C. G. (2014). *Processo de criação de termos técnicos em libras para engenharia de produção*. 90. Recuperado de <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1562>
- Laburú, C. E., Godoy, M. T., & Zômpero, A. de F. (2016). Caracterização das indicações circunstanciais emitidas durante atividade discursiva por um professor de ciências: uma Leitura Semiótica. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 18(3), 31–50. <https://doi.org/10.1590/1983-21172016180302>
- Lang, H., & Pagliaro, C. (2007). Factors predicting recall of mathematics terms by deaf students: implications for teaching. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 12(4), 449–460. <https://doi.org/10.1093/deafed/enm021>
- Langhi, R. (2011). Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 28(2), 373–399. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2011v28n2p373>
- Langhi, R., & Nardi, R. (2007). Ensino de astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 24(1), 87–111. Recuperado de <http://www.fsc.ufsc.br/cbef/port/24-1/artpdf/a7.pdf>
- Langhi, R., & Nardi, R. (2009a). Educação em Astronomia no Brasil: alguns Recortes. *XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 1–11.
- Langhi, R., & Nardi, R. (2009b). Ensino da Astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 31(4), 1–8. Recuperado de www.scielo.br/rbef <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0051>
- Langhi, R., & Nardi, R. (2013). *Educação em Astronomia: Repensando a formação de professores*. São Paulo: São Paulo: Escrituras.
- Langhi, R., & Nardi, R. (2014). Justificativas para o ensino de Astronomia: o que dizem os pesquisadores brasileiros? *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 14(3), 41–59.
- Leite, E. M. C. (2005). *Os papéis do Intéprete de Libras na sala de aula inclusiva* (Arara Azul). Rio de Janeiro, RJ: Coleção cultura e diversidade.
- Leontiev, A. N. (1979). The problem of activity in psychology. In J. V. Wertsch (Org.), *The concept of activity in Soviet psychology* (p. 37–71). Armonk, New York: Sharpe.
- Libardi, H., Braz, F. F., Hermeto, M. J. L., Eugênio, D. A., Chicrala, A., & Pedroso, A. P. (2013). Física divertida na Educação Inclusiva. *XX Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 8. Recuperado de <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0693-1.pdf>
- Lüdke, M., & André, M. E. D. A. (1986). *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*. São Paulo, SP: EPU.
- Medeiros, S. M. de A. (2021). A teoria da atividade em Vygotsky, Leontiev e Engeström: os fundamentos da Aprendizagem Expansiva. *Revista HISTEDBR On-line*, 21, e021051. <https://doi.org/10.20396/rho.v21i00.8657702>
- Menezes, D. P. de, & Cardoso, T. F. L. (2011). Planetário da Gávea: ampliando a visão cosmológica. *XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 1–10. Manaus, AM: Sociedade Brasileira de Física. Recuperado de <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0678-1.pdf>
- Menezes, L. D. de D. (2011). *Tecnologia no Ensino de Astronomia na Educação Básica: análise do uso de recursos computacionais na ação docente* (Universidade Federal de

- Uberlândia). Universidade Federal de Uberlândia. Recuperado de <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/13856/1/d.pdf>
- Moraes, B. E. (2016). *Projeto Escola da Floresta: Comunidade de Aprendizagem*. Caçapava do Sul: Caçapava do Sul: Universidade Federal do Pampa. Recuperado de <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>
- Mortimer, E. F., & El-Hani, C. N. (2013). Uma visão sócio-interacionista e situada dos conceitos e a internalização em Vygotsky. *o IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 1–9.
- Mortimer, E. F., Quadros, A. L. de, Silva, A. C. A. da, Sá, E. F. de, Moro, L., Silva, P. S., ... Pereira, R. R. (2014). Interações entre modos semióticos e a construção de significados em aulas de Ensino Superior. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 16(3), 121–146. <https://doi.org/10.1590/1983-21172014160306>
- Mortimer, E. F., & Scott, P. H. (2002). Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em ensino de ciências*, 7(3), 283–306. Recuperado de <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/562/355>
- Mortimer, E. F., & Scott, P. H. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms* (Vol. 89). Philadelphia: Open University Press.
- Mourão, M. P., & Miranda, A. A. B. (2008). As teias epistemológicas da educação de pessoas surdas : reconhecer para incluir. *Educação Popular*, 7, 44–53. Recuperado de <https://seer.ufu.br/index.php/reveducpop/article/download/20099/10731/75937>
- Mourão, R. R. de F. (1987). *Dicionário Enciclopédico de Astronomia e Astronáutica*. Rio de Janeiro: Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira.
- Müller, J. I., & Karnopp, L. B. (2015). Educação escolar bilíngue de surdos. *37ª Reunião Nacional da ANPED*, 1–15. Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina. Recuperado de http://36reuniao.anped.org.br/pdfs_sessoes_especiais/se_05_norakrawcyk_gt05.pdf
- Nunes, M. R. (2017). *Possibilidades e desafios no Ensino de Astronomia pela Língua Brasileira de Sinais* (Universidade de São Paulo). Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. Recuperado de <https://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/possibilidades-e-desafios-no-ensino-de-astronomia-pela-lingua-brasileira-de-sinais>
- Oliveira, J. F. de, & Ferraz, D. P. de A. (2021). Ensino de Ciências ao aluno surdo: um estudo de caso sobre a sala regular, o Atendimento Educacional Especializado e o Intérprete Educacional. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2021u255277>
- Oliveira, W. D. de, & Benite, A. M. C. (2015a). Aulas de Ciências para surdos: estudos sobre a produção do discurso de Intérpretes de Libras e professores de Ciências. *Ciência & Educação*, 21(2), 457–472. <https://doi.org/10.1590/1516-731320150020012>
- Oliveira, W. D. de, & Benite, A. M. C. (2015b). Estudos sobre a relação entre o Intérprete de Libras e o professor: implicações para o Ensino de Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 15(3), 597–626. Recuperado de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4331/2897>
- Pagnez, K. S., & Sofiato, C. G. (2014). O estado da arte de pesquisas sobre a educação de surdos no Brasil de 2007 a 2011. *Educar em Revista*, (52), 229–256. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.33394>
- Paiva, A. P. S. (2011). Utilizar as TIC para ensinar Física a alunos surdos - estudo de caso sobre o tema “A luz e a visão”. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 6(3), 1–28. Recuperado de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4042/2606>
- Passero, T., Botan, E., & Cardoso, F. C. (2011). O desenvolvimento de pesquisas sobre ensino

- de Física em Libras realizadas pelo Grupo de Estudo e Pesquisa em Educação de Surdos Édouard Houet. *XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 1–8. Manaus, AM: Sociedade Brasileira de Física. Recuperado de <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0297-1.pdf>
- Pereira, A. P. de, & Lima Junior, P. (2014). Implicações da perspectiva de Wertsch para a interpretação da teoria de Vygotsky no ensino de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 31(3), 518. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2014v31n3p518>
- Perlin, G. (1998). Identidades surdas. In *A Surdez: um olhar sobre as diferenças* (3º ed, p. 188). Porto Alegre, RS: Mediação.
- Perlin, G. (2004). O lugar da cultura surda. In Thoma; A. da S.; Lopes; M. C (Org.), *A Invenção da Surdez: cultura, alteridade, identidades e diferença no campo da educação*. Santa Cruz do Sul: Santa Cruz do Sul: EDUNISC.
- Pessanha, M. C. R., Cozendey, S. G., & Rocha, D. M. (2013). O papel do intérprete de libras nas aulas de física. *XX Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 8. Recuperado de <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0398-2.pdf>
- Pessanha, M., Cozendey, S., & Rocha, D. M. (2015). O compartilhamento de significado na aula de Física e a atuação do interlocutor de Língua Brasileira de Sinais. *Ciência & Educação*, 21(2), 435–456. <https://doi.org/10.1590/1516-731320150020011>
- Pessoa Jr, O. (2009). A classificação das diferentes posições em Filosofia da Ciência. *Cognitio-Estudios: Revista Eletrônica de Filosofia.*, 6(1).
- Philippsen, E. A., Gauche, R., Tuxi, P., & Felten, E. F. (2019). Codocência-o Tradutor e Intérprete de Língua de Sinais e o professor de Química. *XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 1–7.
- Picanço, L. T., & Cabral Neto, J. dos S. (2017). Uma unidade de ensino de óptica geométrica para surdos e ouvintes. *Experiências em Ensino de Ciências*, 12(8), 31–48. Recuperado de https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID435/v12_n8_a2017.pdf
- Pizzio, A. L., Campello, A. R. e S., Rezende, P. L. F., & Quadros, R. M. de. (2009). *Língua Brasileira de Sinais III*. Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina.
- Plaça, L. F., Gobara, S. T., Delben, A. A. S. T., & Vargas, J. S. (2011). As dificuldades para o ensino de Física aos alunos surdos em escolas estaduais de Campo Grande-MS. *VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*.
- Poveda, D., Pulido, L., Morgade, M., Messina, C., & Hédlová, Z. (2008). Storytelling with Sign Language Interpretation as a Multimodal Literacy Event: Implications for Deaf and Hearing Children. *Language and Education*, 22(4), 320–342. <https://doi.org/10.2167/le789.0>
- Quadros, R. M. de. (2004). *O Tradutor e Intérprete de Língua Brasileira de Sinais e Língua Portuguesa*. Brasília, DF: Secretaria de Educação Especial.
- Quadros, R. M. de. (2006). *Estudos Surdos I*. Petrópolis, RJ: Arara Azul.
- Quadros, R. M. de. (2008a). *Educação de Surdos: a aquisição da linguagem*. Porto Alegre, RS: Artmed.
- Quadros, R. M. de. (2008b). *Estudos Surdos III*. Petrópolis, RJ: Arara Azul. Recuperado de <https://editora-arara-azul.com.br/site/ebook/detalhes/15>
- Quadros, R. M. de, & Karnopp, L. B. (2004). *Língua de sinais brasileira: estudos linguísticos*. Porto Alegre: Artmed.
- Quadros, R. M. de, & Perlin, G. (2007). *Estudos Surdos II*. Petrópolis, RJ: Arara Azul. Recuperado de <http://editora-arara-azul.com.br/estudos2.pdf>
- Quadros, R. M. de, Pizzio, A. L., & Rezende, P. L. F. (2008). *Língua Brasileira de Sinais II*. Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina.
- Quadros, R. M. de, Pizzio, A. L., & Rezende, P. L. F. (2009). Língua Brasileira de Sinais I. In *Coordenadoria do Programa de Inclusão Digital*. Florianópolis, SC: Universidade

- Federal de Santa Catarina.
- Rocha, D. M., & Cozendey, S. G. (2013). *O trabalho do Intérprete de Libras na Educação de Jovens e Adultos : um estudo de caso das aulas de Física The work of Brazilian Sign Language Interpreter in Education for Youth and Adults : a case study of Physics classes*. 1–8.
- Rockwell, E. (1986). Etnografia e a teoria na pesquisa educacional. In *Pesquisa Participante* (p. 31–54). São Paulo, SP: Cortez.
- Santos, E. M., Andrade, J. O., Santos, N. O., & Viana-Barbosa, C. J. (2013). Inclusão e o Ensino de Física: uma proposta de criar sinais no Ensino da Astronomia. *XX Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 1–8. São Paulo, SP: Sociedade Brasileira de Física. Recuperado de <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0016-2.pdf>
- Santos, F. M., & Freitas, F. H. de A. (2005). Ensino de Física e diversidade cultural: por uma abordagem interdisciplinar e epistêmica para alunos surdos. *XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 5. Rio de Janeiro, RJ: Sociedade Brasileira de Física. Recuperado de <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0029-1.pdf>
- Santos, R. M., Silva, J. S., Ribeiro, S. C. de M., Benite, C. R. M., & Benite, A. M. C. (2018). Ensino de conceitos científicos no contexto da surdez: uma leitura segundo a perspectiva sócio-histórica. *Experiências em Ensino de Ciências*, 13(5), 204–222. Recuperado de https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID535/v13_n5_a2018.pdf
- Sasseron, L. H. (2010). *Alfabetização Científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estruturação do Ensino da Física* (A. M. P. Carvalho, Org.). São Paulo: CengageLearning. Recuperado de <https://scholar.google.com/citations?user=IVZPSB0AAAAJ&hl=pt-BR>
- Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. de. (2008). Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores no processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, 13(3), 333–352. Recuperado de <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/445>
- Saussure, F. de. (2006). *Curso de lingüística geral* (27º ed; B. Charles & A. Sechehaye, Orgs.). São Paulo: São Paulo: Cultrix.
- Silva, F. I. da, Reis, F., Gauto, P. R., Silva, S. G. de L. da, & Paterno, U. (2007). Aprendendo Língua Brasileira de Sinais como segunda língua: nível básico. In *Caderno Pedagógico I: Curso de Libras*. Palhoça: Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação dos Surdos. Instituto Federal de Santa Catarina. Recuperado de https://www.palhoca.ifsc.edu.br/materiais/apostila-libras-basico/Apostila_Libras_Basico_IFSC-Palhoca-Bilingue.pdf
- Silva, F. I. da, Reis, F., Rangel, G. M. M., Franco, M. Di, Gauto, P. R., Silva, S. G. de L. da, & Paterno, U. (2007). Aprendendo Língua Brasileira de Sinais como segunda língua: nível intermediário. In *Caderno Pedagógico II: Curso de Libras*. Palhoça: Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação dos Surdos. Instituto Federal de Santa Catarina.
- Silva, J. F. C., & Kawamura, M. R. D. (2013). Práticas de Ensino de Física para alunos surdos em escola com proposta bilíngue. *XX Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 8. São Carlos, SP: Sociedade Brasileira de Física. Recuperado de <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0343-1.pdf>
- Skliar, C. (1997). *Educação e exclusão: abordagens socioantropológicas em educação especial*. Porto Alegre: Porto Alegre: Mediação.
- Skliar, C. (1998a). *A Surdez: um olhar sobre as diferenças* (3º ed). Porto Alegre, RS: Mediação.
- Skliar, C. (1998b). Bilingüismo e biculturalismo: uma análise sobre as narrativas tradicionais na educação dos surdos. *Revista Brasileira de Educação*, (08), 44–57. Recuperado de <http://projetoedes.org/wp/wp-content/uploads/Carlos-Skliar-1998.pdf>

- Soler, D. R., & Leite, C. (2012). Importância e Justificativas para o Ensino de Astronomia: um olhar para as pesquisas da área. *II Simpósio Nacional de Educação em Astronomia*, 370–379. Recuperado de http://snea2012.vitis.uspnet.usp.br/sites/default/files/SNEA2012_TCO21.pdf
- Souza, V. F. M., & Sasseron, L. H. (2012). As interações discursivas no ensino de física: a promoção da discussão pelo professor e a alfabetização científica dos alunos. *Ciência & Educação*, 18(3), 593–611. <https://doi.org/10.1590/s1516-73132012000300007>
- Strobel, K. (2009). *História da Educação de Surdos*. Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina. Recuperado de http://www.libras.ufsc.br/colecaoLetrasLibras/eixoFormacaoEspecificica/historiaDaEducaoDeSurdos/assets/258/TextoBase_HistoriaEducacaoSurdos.pdf
- Strobel, K. (2016). *As imagens do outro sobre a cultura surda* (4^o ed). Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina.
- Tapio, E. (2016). The Marginalisation of Finely Tuned Semiotic Practices and Misunderstandings in Relation to (Signed) Languages and Deafness. *Multimodal Communication*, 3(2), 131–142. <https://doi.org/10.1515/mc-2014-0010>
- Vargas, J. S., & Gobara, S. T. (2011). O aluno surdo nas escolas regulares : dificuldades na inclusão. *VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*.
- Vargas, J. S., & Gobara, S. T. (2012). Ocorrências de interações nas aulas de Física envolvendo alunos com surdez em escolas públicas de campo grande. *XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, 1–9. Maresias, São Sebastião, SP: Sociedade Brasileira de Física. Recuperado de <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/epf/xiv/sys/resumos/T0133-1.pdf>
- Vargas, J. S., & Gobara, S. T. (2013). Sinais dos conceitos de massa , aceleração e força para surdos na literatura nacional e internacional. *IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 1–8. Águas de Lindóia, SP: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Recuperado de https://abrapec.com/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R0186-1.pdf
- Vargas, J. S., & Gobara, S. T. (2015a). Apropriação dos conceitos de força e massa por Instrutores Surdos. *X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 1–9. Águas de Lindóia, SP: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Recuperado de <https://www.abrapec.com/enpec/x-enpec/anais2015/busca.htm?query=gobara>
- Vargas, J. S., & Gobara, S. T. (2015b). Sinais de Libras elaborados para os conceitos de massa, força e aceleração. *Polyphonia*, 26(2), 544–558. Recuperado de <https://revistas.ufg.br/sv/article/view/38310/19414>
- Vargas, J. S., & Gobara, S. T. (2015c). Sinais de Libras para os conceitos de massa e aceleração: testagem e aceitação dos alunos surdos. *XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 1–8. Uberlândia, MG: Sociedade Brasileira de Física. Recuperado de <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/sys/resumos/T0930-1.pdf>
- Vigotski, L. S. (2011). A defectologia e o estudo do desenvolvimento e da educação da criança anormal. *Educacao e Pesquisa*, 37(4), 863–869. <https://doi.org/10.1590/S1517-97022011000400012>
- Vigotski, L. S., Luria, A. R., & Leontiev, A. N. (2010). *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem* (11^o ed). São Paulo: Ícone.
- Vigotsky, L. S. (1931). *Obras Escogidas III: Historia del desarrollo de las funciones psíquicas superiores*.
- Vivas, D. B. P., & Teixeira, E. S. (2015). Análise dos argumentos produzidos por estudantes surdos em uma atividade experimental sobre dinâmica. *X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 1–8. Águas de Lindóia, SP: Associação Brasileira

- de Pesquisa em Educação em Ciências. Recuperado de <https://www.abrapec.com/enpec/x-enpec/anais2015/busca.htm?query=vivas>
- Vivas, D. B. P., Teixeira, E. S., & Cruz, J. A. L. (2017). Ensino de Física para surdos: um experimento mecânico e um eletrônico para o ensino de ondas sonoras. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 34(1), 197. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2017v34n1p197>
- Vivian, E. C. P. (2018). *Ensino-aprendizagem de Astronomia na cultura surda: um olhar de uma Física Educadora Bilíngue* (Universidade Federal de Santa Maria). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. Recuperado de https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15575/DIS_PPGEMEF_2018_VIVIAN_E_LLEN.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vivian, E. C. P. (2022). Perspectivas e contribuições para a Orientação Educacional Bilíngue na Educação de Surdos. *Vivências*, 18(35), 203–217. <https://doi.org/10.31512/vivencias.v18i35.482>
- Vivian, E. C. P., & Leonel, A. A. (2019). Cultura Surda e Astronomia: investigando as potencialidades dessa articulação para o Ensino de Física. *Revista Contexto & Educação*, 34(107), 154–173. <https://doi.org/10.21527/2179-1309.2019.107.154-173>
- Vivian, E. C. P., & Leonel, A. A. (2020). Estratégias no Ensino de Física para surdos: uma revisão bibliográfica nos anais do SNEF. *XVIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, 1–10. Florianópolis, SC: Sociedade Brasileira de Física. Recuperado de <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/epf/xviii/sys/resumos/T0309-1.pdf>
- Vivian, E. C. P., & Leonel, A. A. (2021a). Educação em Astronomia para pessoas surdas sob a perspectiva das epistemologias surdas e das epistemologias do sul perspective of deaf epistemologies and epistemologies of the south. *Revista de Enseñanza de la Física*, 33(Extra), 645–653. Recuperado de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/35645>
- Vivian, E. C. P., & Leonel, A. A. (2021b). Foguetes, satélites artificiais e telescópios através da libras: uma abordagem histórica para o ensino-aprendizagem de astronomia na cultura surda. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, 4(3), 1341–1358. <https://doi.org/10.5335/rbecm.v4i3.12966>
- Vivian, E. C. P., & Leonel, A. A. (2022a). Ensino-Aprendizagem de Física nas escolas de Educação Bilíngues para surdos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 22, e31335. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2022u6591>
- Vivian, E. C. P., & Leonel, A. A. (2022b). Teaching-learning Physics in Bilingual Education Schools for the Deaf. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 22, e38163. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2022u93117>
- Vygotski, L. S. (1983). *Obras Escogidas V: fundamentos de defectología*. Moscú: Editorial Pedagógica.
- Vygotski, L. S. (1991). *A formação social da mente* (4^o ed). São Paulo, SP: Livraria Martins Fontes Editora.
- Vygotsky, L. S. (1934). *Thinking and speaking* (Vol. 68). Online Edition: Filosoficky Casopis. Recuperado de <https://www.marxists.org/archive/vygotsky/works/words/Thinking-and-Speech.pdf>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind and Society: The development of higher mental processes* (M. Cole, V. J. Steiner, S. Scribner, & E. Souberman, Orgs.). Cambridge: Cambridge Harvard University Press.
- Werstch, J. V. (1979). From social interaction to higher psychological processes: A clarification and application of Vygotsky's theory. *Human Development*, Vol. 22, p. 1–22.
- Wertsch, J. V. (1985). Vygotsky: el hombre y su teoria. In *Vygotsky y a formacion social de*

- la mente* (Paidós, p. 19–34). Barcelona.
- Wertsch, J. V. (1991). *Voices of the mind: a sociocultural approach to mediated action*. Cambridge: Harvard University Press.
- Wertsch, J. V. (1993). Commentary. *Human Development*, 36, 168–171.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1159/000277335>
- Wertsch, J. V. (1998). *Mind as Action*. New York.
- Wertsch, J. V. (2002). *Voices of Collective Remembering* (1^o ed). Cambridge: Univerty Press.
- Wertsch, J. V. (2007). Mediation. In H. Daniels, M. Cole, & J. V. Wertsch (Orgs.), *The Cambridge Companion to Vygotsky* (Cambridge, p. 178–192). Cambridge.
- Wertsch, J. V., & Tulviste, P. (1992). L.S. Vygotsky and contemporary developmental psychology. *Developmental Psychology*, 28(4), 548–557. <https://doi.org/10.1037//0012-1649.28.4.548>
- Xavier, B. R., Voelzke, M. R., & Ferreira, O. R. (2019). Vozes que saem das mãos: o Ensino de Astronomia para surdos. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 10(3), 257–276. Recuperado de <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/1744/1163>