

# A Mediação no Ensino e Aprendizagem de Matemática na Educação de Surdos: o pensamento algébrico

Renata da Silva Dessbesel <sup>a</sup> ORCID iD (0000-0002-2781-2397)

Sani de Carvalho Rutz da Silva <sup>b</sup> ORCID iD (0000-0002-1548-5739)

Elsa Midori Shimazaki <sup>c,d</sup> ORCID iD (0000-0002-2225-5667)

<sup>a</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento de Educação, Dois Vizinhos, PR, Brasil

<sup>b</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, Ponta Grossa, PR, Brasil

<sup>c</sup> Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, SP, Brasil

<sup>d</sup> Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Brasil

*Recebido para publicação 29 mar. 2023. Aceito após revisão 13 jun. 2023*

*Editor designado: Cláudia Lisete Oliveira Groenwald*

## RESUMO

**Contexto:** A proposta de educação inclusiva na educação de crianças surdas não se limita às questões de acesso à comunicação. A educação bilíngue é necessária para sua aprendizagem e desenvolvimento cognitivo, considerando também sua forma de interagir e organizar a vida. **Objetivos:** Investigar como a mediação é efetivada por meio de signos e instrumentos na apropriação de conhecimentos algébricos por alunos surdos inseridos na escola regular. **Design:** Como percurso metodológico escolheu-se o experimento de *design*, a partir da metodologia *Educational Design Research* (EDR). **Ambiente e participantes:** Os episódios de ensino foram desenvolvidos com dois estudantes surdos de duas escolas públicas estaduais de um município do estado do Paraná. **Coleta e análise de dados:** Para a coleta de dados, foram utilizados diário de campo e gravações em vídeo dos episódios de ensino. Os dados foram analisados por meio da análise de conteúdo. **Resultados:** A mediação efetivada por meio dos signos e dos instrumentos é o ponto central para um ensino de qualidade, de modo que sejam estabelecidas conexões entre as experiências que os estudantes já possuem e os conceitos de matemática que estão em amadurecimento. **Conclusões:** Reafirma-se a visualidade como importante no desenvolvimento dos conteúdos de matemática, em especial no desenvolvimento do pensamento algébrico na educação de surdos. Igualmente aponta-se a necessidade de ampliação dos investimentos na educação, para garantia de recursos humanos e materiais em direção ao ensino público e de qualidade para todos.

**Palavras-chave:** Mediação; Surdos; Matemática; Pensamento algébrico; Aprendizagem.

---

Autor correspondente. Renata da Silva Dessbesel. Email:  
[renatadessbesel@utfpr.edu.br](mailto:renatadessbesel@utfpr.edu.br)

## INTRODUÇÃO

A proposta da educação inclusiva na educação de surdos, não limita as questões do acesso a comunicação, precisa-se de uma educação bilíngue para a sua aprendizagem e o seu desenvolvimento cognitivo, a considerar o modo de interagir e organizar a vida (Felipe, 2018). Nesse sentido, Prado e Costa (2016) explicam que as identidades das pessoas surdas são constituídas a partir das relações com o meio, a cultura surda é formada pelo compartilhamento da língua, das formas de viver e se organizar em sociedade.

De acordo com Prado e Costa (2016) há necessidade de refletir sobre o papel da cultura surda na escola, a Língua Brasileira de Sinais, doravante Libras, já está posta, todavia precisa-se que a educação seja pensada a partir dos aspectos culturais da comunidade surda: “[...] considerar os processos culturais como necessitando serem estruturados e viabilizados a partir da lógica do pensamento de indivíduos surdos” (Prado & Costa, 2016, p. 174).

Do mesmo modo Lacerda et al. (2013) afirmam que, continuamente, os alunos surdos chegam à escola com pouco entendimento dos acontecimentos da sociedade, quando comparados aos ouvintes. As autoras atribuem o fato à falta de acesso as mídias e de debates com interlocutores em sua língua. O contato social é importante para o desenvolvimento da criança, e quando se refere a crianças surdas torna-se necessário que elas tenham contato desde pequenas com pessoas fluentes na língua de sinais (Sacks, 2010).

Diante disso, fundamenta-se na teoria Histórico-Cultural ao compreender a educação de surdos a partir dos estudos de defectologia defendido por Vygotski (1997) em que o autor explica que as crianças surdas não são menos desenvolvidas que as outras, mas sim que seu desenvolvimento ocorre de outra forma, a partir de estímulos criados para a elaboração da compensação. As crianças surdas percorrem a caminhos diferentes, por outros meios e assim o ponto central é que a escola seja compreendida como parte da vida social, como forma de auxiliar na organização das crianças no contexto em que se inserem (Vygotski, 1997).

De acordo com Vygotski (1997), as crianças surdas quando realizam um trabalho conjunto com as ouvintes possibilita uma melhor inserção social, ao usar de formas superiores de colaboração, base da educação de surdos situada como uma questão da educação social. Desta forma, consideram-se as relações estabelecidas dentro e fora da sala de aula, a partir da busca de estratégias que potencializem as formas de apropriação do conhecimento e a

mediação por meio dos signos e dos instrumentos mostram-se como uma possibilidade nesse cenário.

Vygotski (2000) faz uma analogia entre o uso de signos e das ferramentas com referência ao seu emprego para as adaptações de conduta, do ponto de vista psicológico. O signo visto como instrumento da atividade humana, em um sentido figurativo de termo, é entendido como ferramenta quando atua como mediador de algum objeto ou atividade (Vygotski, 2000).

Por consequência, no sentido literal, signo e ferramenta são diferentes e possuem traços específicos em cada atividade. O signo não provoca mudança no objeto, é um meio interno que controla o comportamento do homem e a ferramenta é uma atividade externa, levando a alterações no objeto, de modo que o homem tenha domínio sobre a natureza (Vygotski, 1978). Deste modo, Vygotski (2007) afirma que a relação entre signo e ferramenta é uma ação mediada.

Os estudantes surdos ainda vivenciam práticas direcionadas aos ouvintes na inclusão escolar, mesmo estando em um ambiente mediado pela língua de sinais, não são desenvolvidas ações que garantam a educação bilíngue (Coutinho & Carvalho, 2016). Assim, nas relações estabelecidas na sala de aula, além da presença do Tradutor e Intérprete de Libras (TILS), são necessários a ampliação dos recursos didático pedagógico, como também a compreensão da aprendizagem como uma atividade mediada na educação de surdos.

Na inclusão escolar dos estudantes surdos são necessárias mudanças na escola de modo que a comunidade escolar tenha um olhar inclusivo, com respeito e garantia para atender as particularidades dos estudantes (Muniz et al., 2020). Nessa perspectiva, fazer uso de recursos didático pedagógicos diversificados no processo de ensino e aprendizagem de matemática para que se possibilitem a apropriação de conceitos e mediação da aprendizagem, além do professor promover uma relação motivadora com seus alunos (Manrique, 2016).

Diante deste contexto, direciona-se a pesquisa para a apropriação do conhecimento escolar dos alunos surdos em sala de aula, mais especificamente, preocupa-se com o processo de ensino e aprendizagem de Matemática por alunos surdos e problema de pesquisa é: De que forma a mediação é efetivada por meio de signos e instrumentos na apropriação de conhecimentos algébricos por alunos surdos inseridos na escola regular?

## REFERENCIAL TEÓRICO

O ensino de Matemática fundamentado na teoria Histórico-Cultural traz possibilidades para a sala de aula ao considerar a cultura e as relações sociais como influenciadoras neste processo. De acordo com Radford et al. (2018) o conhecimento é cultural e histórico, desta forma torna-se importante compreender o processo de ensino e aprendizagem de Matemática nesta abordagem.

Vygotski (2007) explica que, o processo de aprendizagem das crianças inicia antes da chegada à fase escolar, ao estudar a aritmética na escola elas trazem consigo experiências de operações com quantidades, soma, divisão, comparação de objetos, a serem consideradas na sala de aula. Ao abordar o desenvolvimento das operações aritméticas Vygotski (2000) explica que as crianças passam da aritmética direta à mediada, e isto envolve a cultura, quando faz uso de instrumentos (como palitos) como meios de auxiliar na solução do problema, uma vez que passa a operar quantidades a partir de signos.

Durante esse processo, a criança passa por momentos conflituosos, quando transita da percepção da quantidade para operações abstratas com signos, acontece uma ruptura, a criança se depara com modos de operar, diferentes que ela própria elaborou em determinadas situações concretas e as propostas dos adultos, é nesse momento que inicia a aprendizagem por meio de signos na escola (Vygotski, 2000).

O ensino de Matemática na educação inicial das crianças não pode ser reduzido as quatro operações fundamentais, mas sim, tais operações precisam estar presentes no contexto dos problemas nos diferentes conteúdos e estruturas (Solovieva et al., 2016). Os autores afirmam que a linguagem é fundamental no desenvolvimento das ações intelectuais, para a reflexão e generalização das situações propostas, desta forma, compreender o problema com todas as palavras que o compõem é importante nesse processo.

Nesse contexto Solovieva et al. (2016) afirmam, a partir de seus estudos, que o conhecimento lógico matemático e as habilidades necessárias para a resolução do problema dependem de um planejamento de um programa de ensino organizado, de uso coletivo e com orientações específicas aos estudantes.

O trabalho na perspectiva Histórico-Cultural favorece a aprendizagem do aluno e destaca a mediação, por diferentes formas (linguagem, objeto, desenho), na formação dos conceitos (Moysés, 1997). Nesse sentido, Vygotski (2000) explica que a criança em um determinado momento de seu desenvolvimento percebe a limitação de sua aritmética e inicia o processo de

passagem para a aritmética mediada: “A aritmética escolar é um momento de mudança” (Vygotski, 2000, p. 211, tradução nossa), e acrescenta que mesmo que haja o conflito a escola não pode abordar o ensino de forma puramente mecânico.

O conhecimento de matemática desenvolvido na escola precisa ter sentido e significado para os alunos, de modo que estes possam ler, interpretar e explicar as situações que circundam a vida cotidiana (Moysés, 1997). A autora faz uma crítica, ao trabalho com matemática em que se busca basicamente o desenvolvimento de fórmulas, equações e representações simbólicas, em que os conteúdos abordados nem sempre são apresentados em um contexto em que o aluno tenha a capacidade de perceber suas aplicações.

O processo de ensino e aprendizagem de Matemática envolve o desenvolvimento de conceitos, que a ser construído em conjunto com os alunos por meio da interação e uso de objetos que auxiliem nesse processo (Talizina, 2001). A autora indica que os alunos reproduzem o conceito corretamente, mas não conseguem aplicá-lo no trabalho com problemas reais, uma vez que memorizar uma definição de um conceito não é igualmente a apropriar-se deste.

Sobre o processo de desenvolvimento e assimilação dos conceitos, Talizina (2001) explica que a definição de um conceito é ponto de partida, para a seguir incluí-lo em ações que os alunos realizam com auxílio de objetos. Nesse processo, as ações ocorrem a partir dos objetos como instrumentos para a construção do conceito, sendo este produto das ações dos alunos e isso requer um sistema lógico de atividades e conhecimentos (Talizina, 2001).

Explorar atividades na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), consiste em incorporar novos conhecimentos que antes não eram acessíveis as crianças, possibilitar novas descobertas a partir da efetivação de um programa que contemple a atividade coletiva em que os estudantes se sentem capazes, compreendem, resolvem e criam novos problemas (Solovieva et al., 2016). Ao encontro, Radford et al. (2018) relatam que o sucesso na exploração da ZDP deve-se a habilidade do professor de descobrir uma base afetiva e conceitual comum no progresso dos significados dos estudantes.

Nas práticas em sala de aula, de acordo com Radford et al. (2018), é necessário envolver o aluno, compreendendo este como um ser social em formação e, desta forma, o desenvolvimento de atividades em grupos são importantes para despertar a cooperação e responsabilidade. Do mesmo modo, os autores explicam que dentro da teoria da objetivação, derivada da teoria Histórico-Cultural, a Educação Matemática é vista como um empreendimento

político, social, cultural e histórico, de tal modo que se fundamenta na construção de sujeitos reflexivos e éticos que façam uma análise crítica das situações apresentadas (Radford, 2016).

A produção do conhecimento é um processo mediado, criado e recriado por meio da atividade histórico-cultural e desta forma a escolha das atividades a serem aplicadas em sala de aula é um fator muito importante na efetivação do ensino e aprendizagem (Radford, 2016). Os autores sublinham que a colaboração entre professores e alunos, mesmo com papéis diferentes, devem estar relacionadas e direcionadas no sentido da produção do conhecimento de matemática e complementam: “A sala de aula surge como espaço público de debates em que os alunos são incentivados a mostrar a abertura para o outro, responsabilidade, solidariedade, cuidado e consciência crítica” (Radford, 2016, p. 201, tradução nossa).

O pensamento é compreendido pela relação entre o sujeito que pensa e as formas culturais de pensamento, acontece por meio da linguagem, dos gestos, artefatos e meios semióticos gerais (Radford, 2012). Nesse sentido, faz-se necessário definir pensamento algébrico, como objeto desse estudo, e para isso buscou-se as pesquisas de Radford (2010a, 2010b, 2012) acerca do desenvolvimento e as relações de como são organizadas as questões do pensamento algébrico dos estudantes em uma abordagem Histórico-Cultural: “O pensamento está vinculado ao contexto e à cultura em que ocorre” (Radford, 2010b, p. 4, tradução nossa).

Segundo descreve Radford (2010a), o processo de objetificação, é um processo mediado por uma atividade multisemiótica, ou seja, compreender o conhecimento como uma construção teórica de como os alunos se envolvem e o percebem com o propósito de dar-lhe sentido. Assim, as salas de aula são entendidas como zonas interativas de atividades mediadas, nelas os alunos relacionam-se com os objetos de conhecimento e com outros alunos, por meio da interação social (Radford, 2010a).

De acordo com Radford (2012), o pensamento algébrico é um processo historicamente elaborado, passando por conceituações e reconceituações ao longo dos anos e assim definido pelo autor: “[...] o pensamento algébrico inicial é baseado nas possibilidades do aluno de compreender padrões em formas de co-variação culturalmente evoluídas e usá-los para lidar com questões de termos remotos e não especificados” (Radford, 2012, p. 130, tradução nossa).

O pensamento algébrico é definido com três características, a primeira é a indeterminação dos objetos algébricos, ou seja, a possibilidade de substituir

variáveis e objetos desconhecidos; o segundo os objetos indeterminados são estudados analiticamente; e terceiro a denotação, o modo simbólico de designar seus objetos (Radford, 2010a). Além disso, conforme Radford (2010a) torna-se necessário compreender a diferença entre indução e generalização, a indução ocorre quando são usadas regras de adivinhação na resolução da situação proposta, o autor chama-a de indução ingênua. A generalização algébrica parte do padrão, na percepção de uma certa identidade entre os termos, de modo que é generalizado para toda sequência, nas palavras do autor:

Generalizar um padrão algebricamente repousa na capacidade de aprender uma semelhança percebida em alguns elementos de uma sequência S, estando ciente de que essa semelhança se aplica a todos os termos de S e ser capaz de usá-la para fornecer uma expressão direta de qualquer termo de S (Radford, 2010a, p. 42, tradução nossa).

Diante de uma perspectiva semiótica, Radford (2010b) explica que os signos e fórmulas algébricas, como o uso de letras já são considerados signos algébricos, no entanto destaca que palavras e gestos também podem ser considerados signos algébricos, na medida de expressar a álgebra por diversas maneiras, mesmo que não esteja diretamente usando símbolos alfanuméricos. O autor ressalta que esse momento merece atenção, uma vez que existe nela espaço para uma zona conceitual onde os estudantes iniciam o pensar algebricamente, e a denominada como zona de emergência do pensamento algébrico.

A generalização algébrica é abordada por Radford (2010a) em três camadas de significação do pensamento, a factual que ocorre na camada elementar, expressa em ações concretas, por meio de palavras, gestos e símbolos; a generalização contextual, no sentido que se referem a objetos contextuais, a forma de expressão, por meio de signos (palavras); e a generalização simbólica ou padrão, os objetos e operações são expressos por um sistema semiótico alfanumérico da álgebra.

Diante disso, a elaboração e condução de atividades didáticas não são suficientes para levar os estudantes as formas de generalização, é preciso considerar a interação social, de modo que os alunos também aprendam a partir das discussões com os outros colegas de classe fazendo uso dos artefatos culturais disponíveis (Radford, 2010a).

Moysés (1997) evidencia que para efetivar a teoria Histórico-Cultural no ambiente educacional, em específico se referindo a realidade brasileira, é

fundamental a formação do professor, o trabalho pedagógico na escola que favoreça a aprendizagem, uma proposta pedagógica clara e criada de forma colaborativa, ainda recursos materiais disponíveis e diversos.

Nos experimentos de *design* realizados por Fernandes e Healy (2013, 2016), as autoras obtiveram evidências nas generalizações desenvolvidas e expressas nas atividades realizadas com estudantes surdos e mediadas por meio da língua de sinais: “Os alunos, envolveram-se numa zona de emergência do pensamento algébrico, no qual o processo de objetificação inicia-se e objetos culturais ganham sentidos pessoais e subjetivos” (Fernandes & Healy, 2013, p. 365).

Diante desse cenário, o ensino de Matemática na educação de surdos por meio da abordagem Histórico-Cultural, mostra perspectivas animadoras para que o processo contemple no ambiente educacional as questões inerentes a essa interface, ou seja, considerando o aluno como um ser social, valorizando a cultura surda e a partir disso a organização do conhecimento a ser desenvolvido em sala de aula.

Os recursos didático pedagógicos nas aulas de matemática surgem como uma possibilidade para motivar os alunos na busca das soluções de modo criativo e dinâmico, como instrumentos mediadores que auxiliam no processo de ensino e aprendizagem ao possibilitar a visualização dos conteúdos, a partir da utilização dos materiais manipuláveis e os materiais digitais. Na educação de surdos, torna-se fundamental buscar estratégias para sala de aula de modo a motivar e otimizar a aprendizagem de Matemática com respeito as especificidades dos estudantes, como a língua de sinais e o uso de recursos visuais.

Na direção de constituir um ambiente dinâmico e interessante para os estudantes surdos, discute-se o uso dos materiais manipuláveis, como facilitadores na mediação entre o aluno e a construção do conhecimento, e o uso de materiais digitais aplicados na sala de aula.

De acordo com Kiper et al. (2015) o uso do material manipulável para ensino de frações possibilitou para os alunos surdos, maior interação com o conhecimento que estava sendo ensinado, além de permitir a integração com outros conteúdos de Matemática sem considerar uma hierarquia entre eles. Os autores destacam a importância das atividades visuais na educação de surdos, ao considerarem que este é o meio pelo qual eles acessam as informações e conhecimentos.

A exploração de materiais manipuláveis pode proporcionar um ambiente favorável à aprendizagem (Colaço, 2018), uma vez que os materiais atuam como instrumentos mediadores na educação de surdos, e como afirma Santos (2018) são aliados dos docentes favorecendo a interação entre os envolvidos na construção dos conhecimentos.

A aplicação dos conhecimentos matemáticos no contexto prático também consituem possibilidades para sala de aula, Jannah e Prahmana (2019) em sua experiência ao fazer uso do instrumento de medida, a pipeta, consideraram que isso facilitou a aprendizagem dos problemas. No estudo de Husniat et al. (2020) foi desenvolvido a compreensão de conceitos geométricos por meio de figuras construídas em papel cartão em diferentes tamanhos de retângulos, e observaram que seus alunos entenderam com mais facilidade os conceitos que estavam sendo abordados, também observado em Santos (2019) que destaca a interação e colaboração entre os envolvidos no desenvolvimento das atividades com materiais manipuláveis.

Nas atividades matemáticas desenvolvidas na sala de aula para surdos, é importante que seja explorada uma matemática visual (Husniat et al., 2020). Como também, outras formas de representação, conforme sugerem Husniat et al. (2020), investigar a representação verbal além da escrita e conhecer como os alunos interpretam e resolvem os problemas, para que assim, possam ser selecionadas as estratégias a serem utilizadas.

Explorar materiais manipuláveis não é suficiente para o sucesso da aprendizagem, é preciso ainda relacionar o conteúdo a ser desenvolvido a partir dos objetivos esperados, e desta forma os alunos precisam compreender os materiais que estão sendo utilizados e sua aplicabilidade para desenvolver conhecimentos (Jannah & Prahmana, 2019). Ao encontro, Colaço (2018) afirma que não é apenas realizar uma adaptação dos materiais visuais, mas implementá-los em um contexto de modo a favorecer a aprendizagem.

Desta forma, o uso de recursos didático pedagógicos traz aos alunos a possibilidade de vivenciar uma prática reflexiva e mediada por ferramentas que permitem mudanças na construção dos conceitos de Matemática.

O ensino e aprendizagem de conteúdo do campo da Álgebra contempla, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular o desenvolvimento do pensamento algébrico, de modo que os estudantes tenham a oportunidade de estabelecer relações entre grandezas em diferentes contextos, resolvendo situações problemas e expressando-os por meio da escrita algébrica (Brasil, 2017). No campo da Álgebra, as habilidades matemáticas esperadas conforme

o documento referência para o Ensino Médio são descritas em tópicos que, de forma resumida, abrangem a investigação, interpretação e resolução de problemas que envolvam situações econômicas, sociais e aplicadas as ciências naturais (Brasil, 2017).

Diante deste cenário, a educação de surdos insere-se nesse contexto em que precisam ser considerados no planejamento e execução de estratégias em sala de aula as questões que permeiam o processo de ensino e aprendizagem destes estudantes, como a língua de sinais e a pedagogia visual. De acordo com Dessbesel et al. (2020) estudos empíricos sobre o ensino de Álgebra na educação de surdos destacam os recursos visuais nas atividades, com os materiais manipuláveis e materiais digitais, de modo a favorecerem a construção do conhecimento.

Muitos são os desafios para o desenvolvimento do pensamento algébrico, uma vez que é preciso considerar que se trabalha com uma linguagem matemática que possui variáveis, letras, incógnitas, ou seja, com o indeterminado. Para Donado (2016), lidar com o indeterminado é ter a habilidade de compreender algo que não está presente, o que por sua vez não é comum. Assim, torna-se necessário explorar os diversos contextos de aplicação dos conteúdos, os recursos visuais e as ferramentas disponíveis a fim de facilitar a apropriação do conhecimento.

Para Silva (2012) a ferramenta denominada Matrizmat, que consiste em um material manipulável (caixinhas plásticas) utilizado no ensino de matrizes, possibilitou o desenvolvimento do pensamento abstrato dos estudantes, além de proporcionar colaboração entre os estudantes na resolução das atividades. Vale ressaltar que a ferramenta apresentada pela autora foi desenvolvida para estudantes surdos e cegos e foi organizada com o objetivo de: “[...] oferecer diferentes estímulos sensoriais para aprendizes de classes inclusivas, a fim de facilitar o acesso ao conceito matemático de matrizes (Silva, 2012, p.65).

No ensino de Matemática na educação de surdos as representações mentais não ocorrem de forma direta como nos ouvintes (Frizzarini & Nogueira, 2019). As autoras explicam que os elementos da representação algébrica são primeiramente traduzidos para língua de sinais, depois para a escrita, e podem ser apoiados no registro gráfico.

Ao estudar os conhecimentos prévios dos alunos surdos, Frizzarini e Nogueira (2014) no ensino de conceitos algébricos, observaram que os estudantes, ao utilizar a língua de sinais, foram capazes de representar as situações propostas como complementam:

Os alunos apresentaram um grau de liberdade maior ao traduzirem para Libras, isto é, os alunos não ficaram presos a um único registro, a Libras, por ser uma língua visual/motora permitiu utilizar tanto as unidades visuais, do registro gráfico, quanto as simbólicas, do registro algébrico, para traduzir as expressões algébricas na língua de sinais (Frizzarini & Nogueira, 2014, p. 386).

A língua de sinais torna-se fundamental no desenvolvimento cognitivo dos estudantes surdos, com relação aos conceitos algébricos e suas representações, os alunos fizeram uso do simbologismo associado à datilologia (Frizzarini, 2014). Em consequência torna-se importante, como destaca Frizzarini (2014) o uso de diferentes registros de representações dos conteúdos para a educação de surdos.

A pesquisa de Fernandes e Healy (2016) investigou o pensamento algébrico utilizando o micromundo de matemática, apoiado na tecnologia digital e as autoras observaram que isso possibilitou explorar os aspectos visuais do conteúdo proposto e encontrar as soluções para os problemas, “[...] os alunos refletem um modo de pensar algebricamente mesmo não recorrendo à língua algébrica convencional” (Fernandes & Healy, 2016, p. 241). No estudo de Conceição (2012), também se investigou atividades com uso do micromundo e a exploração de sequências e generalização de padrões, o autor propõe que neste ambiente, ao contrário da forma convencional escrita, a representação simbólica faz parte da construção da sequência, favorecendo assim a apropriação dos conceitos envolvidos.

Nas atividades que apresentam linguagem escrita, os estudantes apresentaram um pouco de dificuldade devido à falta de domínio (Fernandes & Healy, 2013). Conceição (2012), observou que os alunos surdos apresentaram insegurança em ler sozinhos os enunciados das questões propostas, esperando pelo auxílio dos TILS.

A língua de sinais torna-se um aspecto essencial no processo de ensino de aprendizagem dos conceitos algébricos (Zanoni, 2016; Silva, P., 2016). Em ambas as pesquisas, os autores relataram que é necessário que os conteúdos sejam mediados em Libras e que o uso de ferramentas adicionais, como uso de tabelas, figuras e desenhos, contribui para a compreensão e desenvolvimento das atividades.

Neste sentido, Fernandes e Healy (2016) afirmam que a criação de sinais está presente nas aulas de matemática com alunos surdos, porque muitos

sinais inexistem ou não são conhecidos pela comunidade. Outra situação é pontuada por Silva, I. (2016) que pela falta ou desconhecimento de sinais, a interpretação ocorre, muitas vezes, por soletração manual (datilologia) o que gera dificuldade na compreensão da explicação dos conceitos. A autora explica: “[...] o desenvolvimento do conceito matemático, para o surdo, é um processo associativo complexo entre a linguagem escrita e gráfica da matemática com a Libras praticada pelo intérprete” (Silva I., 2016, p.111).

Com a mediação da língua de sinais, as generalizações na aprendizagem da álgebra são possíveis (Silva, I., 2016). Desta forma, Batista (2016) explica que é necessário que sejam exploradas competências viso-espacial aliada a Libras, como também que o professor tenha conhecimento da língua para compreender como os estudantes elaboram suas estratégias de resolução das situações problemas.

Desta forma, cabe aos professores de Matemática a construção de cenários investigativos com propósito de motivar os alunos na exploração dos objetos mediadores dos conhecimentos disponíveis (Fernandes & Healy, 2016). Para que assim, a construção do conhecimento algébrico seja efetivada de forma motivadora e com entusiasmo por professores e estudantes.

## METODOLOGIA

Como percurso metodológico escolheu-se o experimento de *design*, a partir da metodologia *Educational Design Research* (EDR<sup>1</sup>) com base na definição de McKenney e Reeves (2012), que afirmam a pesquisa como iterativa (que se repete), flexível e com foco na teoria e na prática.

A pesquisa foi desenvolvida em uma amostra das escolas públicas estaduais de um município do estado do Paraná. A amostra foi constituída das treze escolas estaduais de Ensino Regular que têm alunos surdos inseridos em classes comuns, conforme informado pelo Núcleo Regional de Educação, no momento da aplicação. A escolha pelas escolas foi definida, após contato com a equipe diretiva das respectivas escolas e a disponibilidade para a execução da pesquisa. Cabe ressaltar, que as escolas estão localizadas nas diferentes regiões da cidade. Neste texto, é apresentado um recorte em que participaram dois alunos surdos de duas escolas que compõem a amostra.

---

<sup>1</sup> Optou-se por usar o termo em inglês, de acordo com a definição da metodologia proposta por McKenney e Reeves (2012).

Os encontros com os alunos foram denominados episódios de ensino, realizados com uma carga horária compreendida entre 20 e 30 horas de atividades com cada um dos alunos surdos, que de forma voluntária se dispuseram a participar no contraturno, na modalidade de apoio escolar. Estes encontros foram individuais e gravados em áudio e vídeo, se usou das anotações em diário de campo e observação participante e foram realizadas em uma sala de aula, com horários pré-agendados conforme disponibilidade dos alunos.

Os episódios de ensino foram desenvolvidos a partir do planejamento das ações pedagógicas com atividades de matemática do campo da Álgebra, de acordo com as dificuldades que os alunos apresentaram (resultado este obtido após as entrevistas com os professores, TILS e eles próprios), de forma a constituir os ciclos de iteração, ao final de cada encontro fez-se a avaliação do encontro e a reconstrução para o próximo. Utilizou-se de instrumentos de mediação no decorrer dos encontros, tais como, materiais manipuláveis e materiais digitais, a fim de ampliar as possibilidades e estratégias no processo de ensino e aprendizagem de Matemática.

Para a análise dos dados, foi utilizado a Análise de Conteúdo, caracterizada por Bardin (2011) como um conjunto de técnicas de análises das comunicações e envolve instrumentos metodológicos que podem ser aplicados à diferentes fontes de discursos.

Diante disso, foram realizados 6 episódios de ensino com o aluno AIM (estudante surdo do 3º ano do ensino médio) e 7 episódios de ensino com o aluno A1A (estudante surdo do 1º ano do ensino médio), códigos foram usados para preservar a identidade dos participantes, conforme questões éticas esta pesquisa teve aprovação do Comitê de ética em pesquisa, parecer número 3443418.0.0000.5547. Destaca-se novamente que, neste texto, é apresentado um recorte (um episódio de cada estudante, de forma detalhada) com o objetivo de ilustrar e fundamentar os resultados da pesquisa.

## **RESULTADOS E ANÁLISES**

Os estudantes surdos inseridos na escola regular, ainda enfrentam diversos desafios, como explica Santana et al. (2018) o desempenho educacional destes estudantes não ocorre de forma satisfatória, uma vez que ainda as aulas estão direcionadas aos ouvintes, com metodologias e direcionamentos escassos para o atendimento dos alunos surdos. De acordo com Vygotski (1997), a coletividade é um fator para o desenvolvimento das crianças, assim a exclusão da criança surda da comunidade por sua barreira

linguística impossibilita a educação social. O autor explica que o contato coletivo entre crianças surdas e ouvintes traz possibilidade de que sejam explorados os diversos tipos de linguagem e uso de formas superiores de colaboração, condição esta fundamental para seu progresso educacional.

O ensino da língua de sinais, desde cedo, na Educação Infantil amplia as possibilidades tanto para as crianças surdas quanto para as ouvintes, ao descobrirem um novo universo cultural, utilizando-se de recursos como os movimentos, as expressões faciais e corporais (Marques et al., 2013, p. 506). A educação de surdos dentro deste contexto, traz o desafio de repensar o currículo, de acordo com Kipper et al. (2015), a comunidade surda almeja que a escola atenda às suas especificidades, com respeito a sua forma de comunicação, de modo a construir um currículo na perspectiva visual.

O ensino de Matemática na educação de surdos precisa valorizar a matemática visual e a língua de sinais como meio de comunicação, não ficando apenas na tradução do conteúdo para Libras, mas sim buscar estratégias para a efetivação da aprendizagem (Kipper et al., 2015). O uso de ferramentas manipuláveis e digitais trazem para a sala de aula a possibilidade de explorar habilidades visual-espacial, o que facilita a apropriação do conhecimento e são aliadas na educação de surdos (Arroio et al., 2016).

O conhecimento realiza-se a partir das formas culturais e historicamente construídas, e este é o cenário necessário para a investigação do desenvolvimento do pensamento com base na seleção das atividades a serem investigadas (Radford, 2012). Neste artigo, são apresentadas as atividades realizadas com dois estudantes do ensino médio, aqui denominados como Aluno A1M e Aluno A1A, descreveu-se mais detalhadamente dois momentos dos episódios de ensino cujo foco central é o desenvolvimento do pensamento algébrico.

O episódio de ensino desenvolvido com o Aluno A1M foi dividido em seis encontros (cada um de 3 horas, em média), todos com a presença da tradutora e intérprete de Libras. No primeiro, foi desenvolvida uma atividade lúdica com uso da Torre de Hanói e atividades de resolução de problemas em caráter de avaliação diagnóstica. No segundo encontro, foi realizada as atividades do encontro anterior de forma comentada em conjunto com o estudante e iniciado o tópico de “estudo de polinômios”. No terceiro encontro, o estudo das operações de adição e subtração de polinômios foi introduzido o material manipulável como ferramenta de mediação, conforme descrito a seguir.

Na situação (encontro 3, Aluno A1M) foi usado um material manipulável (placas em E.V.A e fichas coloridas para resolução de operações com polinômios) para resolver operações de adição e subtração com polinômios, e verificou-se que esse material foi fundamental para superar as dificuldades que o aluno A1M apresentava em relação ao conteúdo. Nas atividades iniciais aplicadas neste episódio constatou-se que o estudante não havia compreendido os conceitos de operações com polinômios, então a mediação com auxílio da ferramenta possibilitou a apropriação do conhecimento. Como sugerido por Muniz et al. (2020), é importante a elaboração de atividades que priorizem a investigação matemática a partir de recursos materiais manipuláveis e com ênfase no visual e no estabelecimento de uma comunicação bilíngue.

Na Figura 1 mostra-se a atividade proposta ao aluno A1M e a seguir um recorte da resolução do aluno, das letras c e d desta atividade (Figura 2).

## Figura 1

*Situação Problema 2 episódio de ensino, encontro 3*

Atividade 2: Dadas as funções polinomiais

$A(x) = 2x^5 + 4x^4 - 3x + 8$  e  $B(x) = -x^5 + 3x^3 - 2x + 4$  calcular as subtrações:

- a)  $A(x) + B(x)$
- b)  $B(x) + A(x)$
- c)  $A(x) - B(x)$
- d)  $B(x) - A(x)$

O aluno A1M resolveu corretamente e ficou entusiasmado ao manipular os objetos, mostrando-se motivado por conseguir resolver a atividade. Ao final desse encontro foi solicitado para o aluno resolver uma atividade semelhante sem o uso do material e ele conseguiu resolver, o que nos mostra que houve a apropriação do conhecimento, ele internalizou os conceitos e pode usá-los em outras situações desenvolvidas no decorrer do episódio. De modo que houve o desenvolvimento do pensamento algébrico ao conseguir operar com as variáveis. Essa situação realizada com o aluno A1M mostra que o aluno após as ações pedagógicas conseguiu abstrair o conceito.

Na sequência, no quarto encontro, foi desenvolvido a multiplicação de polinômios e quinto encontro a divisão de polinômios, por fim, no sexto encontro foram realizadas atividades que contemplavam os conteúdos

desenvolvidos, e o estudante resolveu com êxito, mostrando que o processo de ensino e aprendizagem dos tópicos algébricos foi internalizado por meio da apropriação dos conhecimentos, bem como o auxílio das ferramentas de mediação mostrou-se eficiente para a compreensão dos conceitos. Ao final, o estudante comentou ter gostado bastante de participar das atividades no contraturno e disse que gostaria de continuar participando de mais encontros.

**Figura 2**

*Resolução do aluno AIM da situação problema 2*

The figure consists of two parts, (c) and (d), each showing a sequence of algebraic blocks and a corresponding handwritten equation.

**(c)  $A(x) - B(x)$**   

$$2x^5 + 4x^4 - 3x + 8 + x^5 - 3x^3 + 2x - 4$$

$$3x^5 + 4x^4 - 3x^3 - x + 4$$

**(d)  $B(x) - A(x)$**   

$$-x^5 + 3x^3 - 2x + 4 + (-2x^5 - 4x^4 + 3x - 8)$$

$$-3x^5 - 4x^4 + 3x^3 + x - 4$$

Radford (2012) explica que para que o desenvolvimento ocorra, os estudantes precisam acessar as estruturas numéricas e espaciais. E deste modo, para estruturar o pensamento e buscar estratégias de resolução diante das situações proposta necessita fazer uso de signos e ferramentas de modo consciente.

O conhecimento historicamente construído possibilita a reflexão e envolvimento com as situações que circundam o cotidiano, na matemática os gráficos cartesianos oferecem possibilidades para pensar, conjecturar, agir e experimentar as situações, no entanto isso não acontece naturalmente e assim o

processo de aprendizagem é necessário (Radford et al., 2018). Dessa forma, reafirma-se que a educação é uma atividade organizada, planejada para intervir no processo natural de crescimento das pessoas, como afirma Vygotski (2001).

Neste sentido Radford (2010a) nos explica que o pensamento algébrico se apresenta como uma das maneiras de se pensar por meio da matemática. Diante disso, descreve-se as atividades realizadas com o aluno A1A, no episódio de ensino que contemplou sete encontros (cada um de 3 horas, em média). No primeiro encontro, como atividade de motivação utilizamos a Torre de Hanói e algumas atividades de resolução de problemas em caráter de avaliação diagnóstica. No segundo encontro, realizou-se as atividades da aula anterior de forma comentada com o estudante, destacando os pontos que ele apresentou mais dificuldade, na sequência foram resolvidas atividades de operações com conjuntos, conteúdo este que o estudante estava estudando na aula regular. O terceiro encontro, houve o aprofundamento dos problemas com conjuntos a partir de questões de avaliações externas, e um nível de dificuldade maior, como material visual utilizou-se o diagrama de Venn na lousa para a resolução das atividades.

No encontro quatro, iniciou-se com alguns desafios lógicos com uso do Tangram e o estudo de sequências, para introduzir o conceito de funções de modo intuitiva com a resolução de problemas. Destaca-se a situação descrita no recorte (encontro 4, Aluno A1A) da atividade 3 (Figura 3).

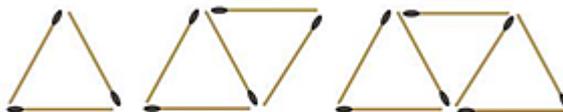
### Figura 3

*Situação Problema 3 episódio de ensino, encontro 4 (Adaptada de Tinoco, 2009, p. 33)*

Com palitos construa um triângulo.

a) Quantos palitos você usou?

Continue a formar figuras outros triângulos como na figura:



b) Ao formar três triângulos, quantos palitos você usou?

c) E se formar cinco?

d) E se formar dez?

e) Se alguém quiser saber quantos palitos serão usados para formar um número  $n$  qualquer de triângulos, você saberia escrever uma expressão para ajudá-lo?

f) Verifique se esta expressão dá o número de palitos que você usou para fazer 5 triângulos. O mesmo para três triângulos.

g) Descubra agora quantos palitos são necessários para formar 58 triângulos.

No diálogo transcrito a seguir, da resolução da atividade 3 (encontro 4, A1A) constatou - se que o pensamento algébrico do estudante evoluiu da generalização factual, expressa na ação concreta a partir da representação com o material manipulável, ou seja quando o aluno A1A faz uso dos palitos para representar a figura, para a generalização contextual ao identificar as próximas figuras formadas, quando o aluno se refere ao número de palitos usado na construção da quinta figura, conforme descrito por Radford (2010a).

C: (Após a leitura da questão 3, entreguei ao aluno palitos para que ele montasse a situação e o ajudasse a resolvê-la).

PP: *Com os palitos, construa um triângulo, quantos palitos você usou?*

A1A: *Três*

PP: *Muito bem. Continue formando as figuras como no desenho.*

C: (O aluno montou a sequência de triângulos na carteira)

PP: *Ao formar três triângulos, quantos palitos usou?*

A1A: *Sete*

PP: *Ao formar cinco triângulos, quantos palitos usou?*

A1A: *Onze*

PP: *E se formar dez triângulos?*

A1A: *Vinte e um*

PP: *Na letra e diz: “Se alguém quiser saber quantos palitos serão usados para formar um número  $n$  qualquer de triângulos, você saberia escrever uma expressão para ajudá-lo?”*

A1A: *Multiplique por dois e soma mais um*

PP: *Muito bem. Pode anotar na folha.*

PP: *E como você chegou nessa resposta?*

A1A: *É que aqui tinha três e aqui sete, para três triângulos eu usei sete palitos, aí eu vi que era três triângulos eu somei que um triângulo dava três aí multipliquei por dois deu seis e aí somei mais um.*

PP: *E essa solução dá certo para onze também?*

A1A: *Da, por causa que cinco multiplica por dois mais um.*

PP: *Muito bem!*

PP: *A letra f pede: “Verifique se esta expressão dá o número de palitos que você usou para fazer 5 triângulos. O mesmo para três triângulos”. Deu certo?*

A1A: *Sim*

PP: *Ok. Agora “descubra quantos palitos são necessários para formar 58 triângulos”?*

A1A: *Cento e dezessete*

PP: *Muito bom!*

A explicação da fórmula encontrada pelo estudante A1A no diálogo transcrito, sua mensagem oral, caracteriza a internalização do conceito, as letras n e t usadas pelo estudante (Figura 4) são meios semióticos de apresentação da solução. De acordo com Radford (2010a), as letras que são usadas na representação da fórmula indicam a função para as palavras na generalização contextual e factual dos estudantes.

#### Figura 4

*Resolução do aluno A1A da situação problema 3*

a) Quantos palitos você usou? 3

Continue a formar figuras outros triângulos como na figura:



b) Ao formar três triângulos, quantos palitos você usou? 7

c) E se formar cinco? 11

d) E se formar dez? 21

e) Se alguém quiser saber quantos palitos serão usados para formar um número n qualquer de triângulos, você saberia escrever uma expressão para ajudá-lo?  
 $t = n \cdot 2 + 1$

A mediação por meio da ferramenta, neste caso o material manipulável (palitos de dente) usado na construção das figuras contribuíram para alcançar o objetivo proposto. De acordo com Arnoldo Jr. et al. (2014), os materiais visuais podem atuar como mediadores e potenciais nas atividades matemáticas. Aplicar símbolos algébricos consiste na forma cultural de usar signos e significados das generalizações simbólicas, ou seja, de compreender como as letras são empregadas em uma fórmula (Radford, 2010a).

No quinto e no sexto encontro continuou-se com a resolução de situações problemas sobre o conceito de funções, com a exploração de sequências com o uso do material manipulável (palitos descritos anteriormente), e a construção da lei de formação de uma função. Por fim, no sétimo encontro finalizou-se com uma retomada dos conceitos desenvolvidos e a resolução de situações problemas de avaliações externas para o ensino médio. O estudante obteve um bom resultado na resolução, trazendo elementos que nos mostrou a apropriação dos conhecimentos matemáticos, sua dedicação com os estudos e o entusiasmo em aprender e se desafiar cada vez mais.

Neste sentido, nos episódios de ensino desenvolvidos neste estudo verificou-se como ponto de convergência dois ambientes educacionais quanto ao modo de comunicação, a mediação oralizada e a mediação por meio da língua de sinais. Com relação as características dos estudantes têm-se ambientes diversos, pois os alunos participantes trazem consigo relações particulares com relação ao tempo de aprendizagem e fluência na língua de sinais, suas trajetórias escolares, suas relações com a comunidade surda, com a comunidade escolar e com a família.

De acordo com Radford (2016) os professores e os estudantes de forma colaborativa produzem o conhecimento no ambiente escolar e tem como base a história e a cultura dos envolvidos de forma mediada. As salas de aula constituem-se como lugares interativos de atividades mediadas (Radford, 2010a).

Desta forma, a mediação efetivada por meio dos signos e dos instrumentos é o ponto central para um ensino de qualidade, de modo que sejam estabelecidas conexões entre as experiências que os estudantes já possuem e os conceitos de Matemática que estão em amadurecimento.

## CONCLUSÃO

Este estudo apresentou como problema de pesquisa: De que forma a mediação é efetivada por meio de signos e instrumentos na apropriação de conhecimentos algébricos por alunos surdos inseridos na escola regular? Compreende-se os estudantes surdos como pertencentes a uma comunidade que atua e estabelece relações sociais a partir dos artefatos de sua cultura, fazendo uso da língua de sinais como meio de interação, desta forma transformações na escola tornam-se necessárias.

A educação de surdos está situada na educação social e nas formas de mediação estabelecidas nas interações em sala de aula. Desta forma, observou-se que a inclusão escolar ainda carece de investimento em recursos humanos e materiais, formação inicial e continuada de professores e TILS, trabalho colaborativo entre a comunidade escolar e efetivação de políticas públicas para que sejam consolidados os propósitos da educação para todos. Diante dos dados coletados, constata-se que os estudantes surdos inseridos na escola regular enfrentam muitos desafios, como o acesso restrito as informações no ambiente escolar, uma vez que a comunicação por meio da língua de sinais não faz parte das interações com professores, colegas de turma, equipe pedagógica, necessitando da mediação com TILS em todos os momentos da comunicação, como também a falta de recursos materiais e digitais, e o reconhecimento da cultura surda.

Diante disso, destaca-se que o trabalho de forma colaborativa entre professor de Matemática e o TILS é fundamental, uma vez que em conjunto tem-se a possibilidade de ampliar as estratégias utilizadas na sala de aula, aprofundar os conhecimentos sobre as especificidades do estudante surdo e o conhecimento matemático que está sendo desenvolvido, com respeito ao papel que cabe a cada um nesse processo.

Os conceitos algébricos foi objeto de estudo dos episódios de ensino, em que foram aplicadas ações pedagógicas com os estudantes surdos de forma individual e infere-se que a partir da mediação efetivada por meio dos signos e instrumentos foi possível atuar na ZDP dos estudantes e desenvolver estratégias que os levassem a apropriação do conhecimento e ao desenvolvimento, ampliando as funções superiores destes alunos.

O pensamento algébrico é desenvolvido ao longo dos anos escolares, e por envolver processo de compreensão da abstração e a generalização mostra-se como desafio, aos surdos e ouvintes. No entanto, o uso dos recursos visuais possibilita que o conhecimento seja estruturado a partir de situações reais e com

uso de materiais manipuláveis e digitais, que contribuem na aprendizagem. O uso de ferramentas na resolução de problemas matemáticos depende de como estas são empregadas, uma vez que sozinhas, sem a interação do professor, não provocam transformações. A matemática aplicada ao cotidiano, desperta nos estudantes interesse e curiosidade, porque aproxima o conteúdo escolar desenvolvido em sala de aula com as práticas sociais.

Neste sentido, destaca-se as atividades realizadas no apoio pedagógico, no contraturno e preferencialmente na escola onde o aluno frequenta o ensino regular, com o desenvolvimento de tarefas de revisão dos conteúdos abordados na sala de aula. Essa estratégia, como desenvolvida neste estudo, traz benefícios para os estudantes, oportunizando a superação de suas dificuldades com relação ao conteúdo de matemática a partir da mediação do professor e o uso de instrumentos mediadores.

Reafirma-se a visualidade como importante no desenvolvimento dos conteúdos de matemática, em especial no desenvolvimento do pensamento algébrico na educação de surdos. Igualmente aponta-se a necessidade de ampliação dos investimentos na educação, para garantia de recursos humanos e materiais em direção ao ensino público e de qualidade para todos. A escola ideal torna-se um desafio, e é preciso cautela na defesa de qual o melhor formato para a educação de surdos para não acentuar ainda mais a exclusão.

## **DECLARAÇÕES DE CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES**

RSD, EMS e SCRS conceberam a ideia apresentada. RSD desenvolveu o escopo teórico, a metodologia adaptada dentro do contexto da pesquisa, desenvolveu a pesquisa de campo com a coleta de dados e analisou os dados. Todos os autores participaram ativamente da discussão dos resultados, revisaram e aprovaram a versão final do trabalho.

## **DECLARAÇÃO DE DISPONIBILIDADE DE DADOS**

Os dados que suportam os resultados deste estudo serão disponibilizados pelo autor correspondente, RSD, mediante solicitação razoável.

## AGRADECIMENTOS

À UTFPR pelo apoio no desenvolvimento da pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil, Bolsista Produtividade do CNPq, Brasil.

## REFERÊNCIAS

- Arnoldo Júnior, H. (2014). *Estudo da emancipação de sinais matemáticos em Língua Brasileira de Sinais e Língua Gestual Portuguesa: inquietações sobre uma EREBAS Brasileira*. [Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática)] Universidade Luterana do Brasil, Canoas, RS, Brasil.
- Arroio, R. dos S., Pereira, A. L. M., Pinto, G. M. da F., Esquincalha, A. da C. (2016). Ensino de Matemática para o aluno surdos: revendo concepções e construindo paradigmas. *Revista Paranaense de Educação Matemática*, 5(9), 248-269.
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. Tradução Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Edições 70.
- Batista, E. F. (2016). *Estratégias utilizadas por um grupo de estudantes Surdos ao resolver atividades envolvendo noções de função*. [Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática)] Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Brasil (2017). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Base Nacional Comum Curricular*. MEC, <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>.
- Colaço, G. A. de M. (2018). *Uma sequência didática com materiais manipulativos no ensino da matemática para alunos surdos no ensino fundamental fase I*. [Dissertação (Mestrado em Ensino)] Universidade do Oeste do Paraná, Foz Iguaçu, Brasil.
- Conceição, K. E. da. (2012). *A construção de expressões algébricas por alunos surdos: as contribuições do Micromundo Mathsticks*. [Dissertação (Mestrado em Educação Matemática)] Universidade Bandeirante de São Paulo, São Paulo, Brasil.

- Coutinho, M. D. M. da C. & Carvalho, D. L. de. (2016). Educação matemática, surdez e letramentos: o processo de ensinar e aprender matemática mediado por duas línguas em contato. *Revista Paranaense de Educação Matemática*, 5(9), 33-55.
- Dessbesel, R. S., Silva, S. C. R., & Shimazaki, E. M. (2020). O ensino e aprendizagem de álgebra na educação de surdos: contribuições a partir do mapeamento de pesquisas. In: *II ENEMI - Encontro Nacional de Educação Matemática Inclusiva*, UESB/UESC. <https://doity.com.br/ienemi>
- Donado, C. C. (2016). *Voxes mãos e sons dos olhos: discursos algébricos de surdos usuários da Língua Brasileira de Sinais - Libras*. [Dissertação (Mestrado em Educação Matemática)] Universidade Anhanguera São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Felipe, T. A. (2018). Diferentes políticas e diferentes contextos educacionais: educação bilíngue para educandos surdos x educação bilíngue inclusiva. *Revista Espaço*, INES Rio de Janeiro, 49, 189-2020. <http://dx.doi.org/10.20395/re.v0i49.433>
- Fernandes, S. H. A. & Healy, L. (2013). Expressando generalizações em Libras: álgebra nas mãos de aprendizes surdos. *Caderno Cedes*, Campinas, 33(91), 349-368. <https://doi.org/10.1590/S0101-32622013000300004>
- Fernandes, S. H. A. & Healy, L. (2016). A emergência do pensamento algébrico nas atividades de aprendizes surdos. *Ciência e Educação*, Bauru, 22(1), 237-252, 2016. <https://doi.org/10.1590/1516-731320160010015>
- Frizzarini, S. T. (2014). *Estudo dos registros de representação semiótica: implicações no ensino e aprendizagem da álgebra para alunos surdos fluentes em língua de sinais*. [Tese (Doutorado em Educação para Ciência e a Matemática)] Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil.
- Frizzarini, S. T. & Nogueira, C. M. I. (2014). Conhecimentos prévios dos alunos surdos fluentes em libras referentes à linguagem algébrica no Ensino Médio. *Revista Educação Especial*, Santa Maria, 27(49), 373-390. <http://dx.doi.org/10.5902/1984686X8717>.
- Frizzarini, S. T. & Nogueira, C. M. I. (2019). Uma abordagem global no estudo de inequações com alunos surdos. *Educação Matemática*

*Pesquisa*, 21(5), 636-646 <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2019v21i5p636-646>

- Jannah, A. F. & Prahmana, R. C. I. (2019). Learning fraction using the context of pipettes for seventh-grade deaf-mute student. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 7(2), 299-321. <https://doi.org/10.17478/jegys.576234>
- Husniati, A., Budayasa, K., Juniati, D., & Lant, C. L. (2020). Analysis of deaf students understanding math concepts in the topic of geometry (rectangle shape): A case study. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(3), 1213-1229, <https://doi.org/10.17478/jegys.780213>
- Kipper, D., Oliveira, C. J., & Thoma, A. da S. (2015). Práticas visuais nas aulas de matemática com alunos surdos: implicações curriculares. *Currículo sem Fronteiras*, 15(3), 832-850.
- Lacerda, C. F. de, Santos, & L. F. dos, Caetano, J. F. (2013). Estratégias Metodológicas para o ensino de alunos surdos. In: Lacerda, C. F. de, & Santos, L. F. dos. (Org.) *Tenho um aluno surdo, e agora? Introdução à Libras e educação de surdos* (p. 185-200). EdUFSCar,.
- Manrique, A. L. (2016). Pensando a Formação de Professores que Ensinam Matemática e a Educação Especial. In: Mendes, E. G., & Almeida, M. A. (Org.) *Inclusão escolar e educação especial no Brasil: entre o instituído e o instituinte* (p. 119-133), ABPEE.
- Moysés, L. (1997). *Aplicações de Vygotsky à Educação Matemática*, Papirus.
- Marques, H. de C. R., Barroco, S. M. S., & Silva, T. dos S. A. da S. (2013). O Ensino da Língua Brasileira de Sinais na Educação Infantil para Crianças Ouvintes e Surdas: Considerações com Base na Psicologia Histórico-Cultural. *Rev. Bras. Ed. Esp., Marília*, 19(4), 503-518.
- Mckenney, S. E. & Reeves, T. (2012). *Conducting Educational Design Research*, Routledge.
- Muniz, S. C. S., Peixoto, J. L. B., Magina, S. M. P. A (2020). Inclusão de surdos nas aulas de matemática: análise das relações pedagógicas na tríade professora-intérprete-surdo. *Dynamis*, Blumenau, 26(2), 23-29, <http://dx.doi.org/10.7867/1982-4866.2020v26n2p23-39>
- Prado, R. & Costa, V. A. da. (2016). Por que cultura surda? Sentidos e significados na educação de alunos surdos. *Cadernos Pesquisa*, 23,

161-175, <http://dx.doi.org/10.18764/21782229.v.23n.especial/p161-175>

- Radford, L. (2010a). Layers of generality and types of generalisation in pattern activities. *PNA (Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática)*, 4(2), 37-62, <https://doi.org/10.30827/pna.v4i2.6169>
- Radford, L. (2010b). Algebraic thinking from a cultural semiotic perspective. *Research in Mathematics Education*, 12(1), 1-19, <https://doi.org/10.1080/14794800903569741>
- Radford, L. (2012). On the development of early algebraic thinking. *PNA (Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática)*, 6(4), 117-133.
- Radford, L. (2016). The theory of objectification and its place among sociocultural research in mathematics education. *International Journal for Research in Mathematics Education (RIPEM)*, 6 (2), 187-206.
- Radford, L., Miranda, I., & Lacroix, G. (2018). On teaching and learning mathematics from a Cultural-Historical perspective. In: Kajander, A, Holm, J., & Chernoff, E. (Eds.). *Teaching and learning secondary school mathematics: Canadian Perspectives in an International Context* (p. 27-38). Springer.
- Sacks, O. (2010). *Vendo Vozes: uma viagem ao mundo dos surdos*. Tradução: Laura Teixeira Motta. Companhia de Bolso.
- Santana, J. E. S., Muniz, S. C. S., & Peixoto, J. L. B. (2018). Diálogos entre uma Pedagogia Surda e o Ensino de Matemática. *Com a palavra o professor*, 3(2), 111-131 [http://revista.geem.mat.br/index.php/\\_CPP/issue/view/21](http://revista.geem.mat.br/index.php/_CPP/issue/view/21)
- Santos, L. S. dos. (2018). *Ensino de Geometria: Construção de materiais didáticos manipuláveis com alunos surdos e ouvintes*. [Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática)] Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, Brasil.
- Santos, M. N. dos. (2019). *O uso de materiais manipuláveis no ensino da operação de divisão de números naturais com alunos surdos*. [Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática)] Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, Brasil.

- Solovieva, Y.; Rosas-Rivera, Y.; Quintanar-Rojas, L. (2016). Program for solving problems as method for development of logic thinking in school children. *International Journal for Research in Mathematics Education (RIPEM)*, 6(2), 111-135.
- Silva, G. G. da. (2012). *O ensino de matrizes: um desafio mediado para aprendizes cegos e aprendizes surdos*. [Dissertação (Mestrado em Educação Matemática)] Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Silva, I. B. da. (2016). *Libras como interface no ensino de funções matemáticas para surdos: uma abordagem a partir das narrativas*. [Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática)] Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Brasil.
- Silva, P. S. da. (2016). *Aspectos do processo de ensino-aprendizagem de matemática por um grupo de estudantes surdos do ensino médio*. [Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática)] Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Talizina, N.F. (2001). La formación de los conceptos matemáticos. In: Talizina, N.F. (Org.). *La formación de las habilidades del pensamiento matemático* (p. 21-39). Editorial Universitaria Polosina.
- Vygotski, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. In: Cole, M., Steiner, J., Scribner, V., & Souberman, E. (ed.). Harvard University Press.
- Vygotski, L. S. (1997). *Obras Escogidas V*. Visor Dis
- Vygotski, L. S. (2000). *Obras Escogidas III*. 2. ed. Visor Dis
- Vygotski, L. S. (2001). *Psicologia pedagógica*. Tradução Paulo Bezerra. Martins Fontes.
- Vygotski, L. S. (2007). *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. In: Cole, M.; John-Sterner, V.; Scribner, S.; Souberman, E. (Org). Tradução José Cipolla Netto, Luís Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. Martins Fontes.
- Zanoni, G. G. (2016). *Uma sequência didática proposta para o ensino de funções na escola bilíngue para surdos*. [Dissertação (Mestrado em Ensino)] Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz Iguaçu, Brasil.