Tangram
Revista de Educação Matemática

DOI: 10.30612/tangram.v5i1.11435

O sociointeracionismo de Vygotsky na aprendizagem das funções quadráticas: um estudo com a mediação do *software* geogebra

Vygotsky's sociointeractionism in the learning of quadratic functions: a study with the mediation of geogebra software

El sociointeractismo de Vygotsky en el aprendizaje de funciones cuadráticas: un estudio con la mediación del software geogebra

Wendel Melo Andrade
Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Ceará
Fortaleza, Ceará, Brasil
E-mail: professorwendelmelo@gmail.com
ORCID: 0000-0001-8921-7326

Jorge Carvalho Brandão
Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Ceará
Fortaleza, Ceará, Brasil
E-mail: profbrandao@ufc.br
ORCID: 0000-0003-4818-135X:

Maria José Costa dos Santos
Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Ceará
Fortaleza, Ceará, Brasil
E-mail: mazzesantos@ufc.br
ORCID: 0000-0001-9623-5549

Resumo: Este trabalho tem o objetivo de analisar as contribuições do uso do *software* Geogebra, como instrumento pedagógico inserido num processo de aprendizagem com a mediação, na construção dos conceitos relacionados ao conteúdo de funções quadráticas. Fundamentamos esta pesquisa na teoria sociointeracionista de Vygotsky, e nas suas concepções sobre mediação, internalização, zona de desenvolvimento proximal e formação de conceitos. A metodologia deste trabalho conta com método qualitativo de pesquisa, do tipo exploratória, tomando-se elementos de uma pesquisa participante, uma vez que foi realizada uma Oficina Pedagógica com fins de analisar a utilização do *software* Geogebra como instrumento de mediação na aprendizagem das funções quadráticas. Com base nas análises dos dados coletados ao longo da pesquisa, percebemos que a aprendizagem das funções quadráticas, com a mediação do *software* Geogebra e do professor, se apresentou satisfatória, principalmente no que se refere ao estudo das suas representações gráficas.

Palavras-chave: Sociointeracionismo. Funções quadráticas. *Software* Geogebra.

Abstract: This work aims to analyze the contributions of the use of Geogebra software, as a pedagogical tool inserted in a learning process with mediation, in the construction of concepts related to the content of quadratic functions. We base this research on Vygotsky's sociointeractionist theory, and on his conceptions about mediation, internalization, zone of proximal development and concept formation. The methodology of this work has a qualitative research method, of the exploratory type, taking elements of a participatory research, since a Pedagogical Workshop was carried out in order to analyze the use of the Geogebra software as a mediation tool in the learning of quadratic functions. Based on the analysis of the data collected during the research, we realized that the learning of the quadratic functions, with the mediation of the Geogebra software and the teacher, was satisfactory, mainly with regard to the study of its graphical representations.

Keywords: Sociointeractionism. Quadratic functions. Geogebra software.

Resumen: Este trabajo tiene como objetivo analizar los aportes del uso del software Geogebra, como herramienta pedagógica insertada en un proceso de aprendizaje con mediación, en la construcción de conceptos relacionados con el contenido de funciones cuadráticas. Basamos esta investigación en la teoría sociointeraccionista de Vygotsky y en sus concepciones sobre mediación, internalización, zona de desarrollo próximo y formación de conceptos. La metodología de este trabajo tiene un método de investigación cualitativa, del tipo exploratorio, tomando elementos de una investigación participativa, ya que se realizó un Taller Pedagógico con el fin de analizar el uso del software Geogebra como herramienta de mediación en el aprendizaje de funciones cuadráticas. . A partir del análisis de los datos recolectados durante la investigación, nos dimos cuenta de que el aprendizaje de las funciones cuadráticas, con la mediación del software Geogebra y el docente, fue satisfactorio, principalmente en lo que se refiere al estudio de sus representaciones gráficas.

Palabras clave: Sociointeractividad. Funciones cuadráticas. Software Geogebra.

Recebido em
14/04/2020
Aceito em
03/02/2021

INTRODUÇÃO

Sabemos que os estudos das funções, afim, quadrática, exponencial e logarítmica são trabalhados logo no primeiro ano do ensino médio, momento em que o aluno está entrando neste nível de escolaridade, muitas vezes saindo de um ensino fundamental fragilizado. Neste momento, percebemos que os estudantes apresentam muitas dificuldades na aprendizagem destes conteúdos, principalmente por se tratarem de assuntos com alto grau de abstração.

Em meio a esta e outras dificuldades na qual o professor de matemática se depara cotidianamente em sua sala de aula e considerando que a informática pode ser uma forte aliada nos processos de ensino e de aprendizagem, principalmente no que se refere a projeção do gráfico de uma função na tela do computador, surge então à necessidade de se pesquisar sobre este tema na busca de identificar as reais contribuições deste recurso didático, especialmente para o ensino das funções quadráticas.

Sancho (2006, p. 21) defende esta ideia e reforça a importância dos recursos tecnológicos na escola, asseverando que "[...] a exploração da informática, em qualquer área do currículo escolar, melhora imediatamente a motivação, o rendimento e as capacidades cognitivas dos alunos". Teixeira (2019, p. 60) corroborando com Sancho (2006), ressalta que "[...] com a presença maciça da informática em todos os setores da comunicação, nos dias de hoje, torna-se imprescindível o uso de recursos tecnológicos que favoreçam uma aprendizagem participativa". Pais (2010, p. 31) também contribui com esta discussão destacando que "[...] inovações didáticas resultantes da utilização do computador podem ser ilustradas por *softwares* destinados ao ensino da geometria e funções, incorporando o recurso do movimento e da simulação na representação de conceitos".

É notável a importância da utilização das tecnologias na educação e principalmente na matemática. E nos dias atuais, encontramos uma grande

diversidade de *softwares* e aplicativos educacionais trazendo novos caminhos à educação escolar e renovando as tradicionais práticas docentes. Sobre isso D'Ambrósio (2001), comenta que:

> Ao longo da evolução da humanidade, matemática e tecnologia se desenvolveram em íntima associação, numa relação que poderíamos dizer simbiótica. A tecnologia entendida como convergência do saber (ciência) e do fazer (técnica), e a matemática são intrínsecas à busca solidária do sobreviver e de transcender. A geração do conhecimento matemático não pode, portanto ser dissociada da tecnologia disponível (D'Ambrósio, 2001, p. 15).

Em se tratando do ensino das funções quadráticas, percebemos que há uma necessidade de utilização de recursos que sejam capazes de concretizar seu dinamismo, pois a compreensão do seu gráfico está intimamente relacionada ao domínio das suas propriedades.

Considerando a grande diversidade de programas hoje disponíveis na *internet*, optamos por realizar esta pesquisa estudando a utilização do *software* Geogebra para este fim. A escolha do *software* Geogebra como instrumento de mediação na aprendizagem das funções quadráticas justifica-se por tratar-se de um aplicativo de matemática dinâmica que combina geometria e álgebra com o mesmo grau de importância. Nele podem ser feitas construções geométricas (pontos, vetores, segmentos, seções cônicas, linhas e funções em geral) permitindo a manipulação dinâmica por meio da alteração de suas coordenadas, além de construção de gráficos de funções podendo identificar seus pontos fundamentais e explorando o seu comportamento (Hohenwarter & Hohenwarter, 2009).

Como fundamentação teórica, esta pesquisa se ancora na teoria sociointeracionista de Vygotsky (2005, 2016), uma vez que a utilização do *software* aqui proposto se apresenta na perspectiva de um instrumento de mediação para a aprendizagem das funções quadráticas. Logo a abordagem vygotskiana nos oferecerá subsídios teóricos sobre o processo de aprendizagem com a mediação, desse modo, pautamos esta pesquisa nos pressupostos de sua teoria, tais como: a mediação, a internalização, a zona de desenvolvimento proximal (ZDP) e a formação de conceitos.

Sendo assim, apoiando-se na perspectiva sociointeracionista de Vygotsky (2005, 2016), destacamos que o objetivo desta pesquisa é analisar o uso do *software* Geogebra, como instrumento pedagógico inserido num processo de aprendizagem com a mediação e suas contribuições para a construção dos conceitos relacionados ao conteúdo de funções quadráticas.

Este artigo está organizado em cinco seções, sendo a primeira esta introdução. Na segunda seção, estudamos os pressupostos da teoria sociointeracionista de Vygotsky (2005, 2016). Na terceira apresentamos a caracterização e os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa. Na quarta discutimos sobre os resultados encontrados e na quinta tecemos nossas considerações finais.

O SOCIOINTERACIONISMO DE VYGOTSKY E OS FUNDAMENTOS DA APRENDIZAGEM COM A MEDIAÇÃO

Para Vygotsky (2016) a ação do homem com o mundo não acontece de forma direta, ela se dá de forma mediada, seja pelas pessoas ou por instrumentos e signos. Logo, segundo ele, o processo de mediação pode ocorrer de duas formas: a mediação pelo indivíduo, que em situação de aprendizagem pode ser representado pelo professor, por um adulto ou até mesmo por outro estudante detentor de maior saber; e a mediação a partir de instrumentos e signos, que, segundo Moysés (2009), na área da educação, podemos compreender como sendo instrumentos os materiais didáticos e como signos, a linguagem, os vários sistemas de contagem, as técnicas mnemônicas, os sistemas simbólicos algébricos, os esquemas, diagramas, mapas, desenhos e todo tipo de signos convencionais.

Vygotsky (2016, p. 70) afirma que o “instrumento refere-se à função indireta de um objeto como meio para realizar alguma atividade”. E enfatiza ainda a importância do uso dos instrumentos como objetos pelos quais o homem transforma a natureza e, ao fazê-lo, transforma a si mesmo.

Sobre os signos é importante ressaltar que se trata de um elemento inerente apenas aos seres humanos. A linguagem, por exemplo, é toda composta de signos.

E em se tratando de linguagem percebemos que ao mencionarmos uma palavra, tipo: mesa, nosso inconsciente remete-se imediatamente a imagem do objeto concreto mesa. Sobre isso Monroe (2016, p. 2) enfatiza que “para o homem, a capacidade de construir representações mentais que substituam os objetos do mundo real é um traço evolutivo importante”.

É relevante destacar que os signos (a linguagem, a escrita, os números), assim como os instrumentos (objetos), são criados pelas sociedades, portanto modificam-se em sua forma e função social dependendo da cultura na qual estão inseridos. No pensamento de Vygotsky (2016) a mediação pelo uso de instrumentos e signos se dá pela interação entre as pessoas e com o ambiente.

Sobre os instrumentos e signos destacamos que seus pontos de semelhança repousam na função mediadora que os caracterizam. Podemos expressar a relação lógica entre o uso de signos e o de instrumentos usando o esquema da Figura 1, que mostra esses conceitos incluídos dentro do conceito mais amplo de Atividade Mediada (Vygotsky, 2016).

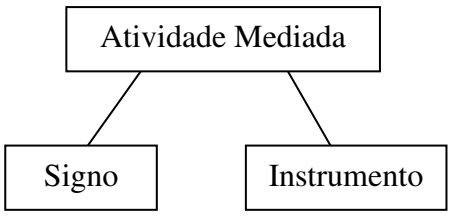

Figura 1. Atividade Mediada.

Fonte: Vygotsky (2016, p. 71).

Numa perspectiva educacional o professor por sua vez, ao ministrar aulas, em muitas situações realiza Atividades Mediadas, pois utiliza-se de instrumentos de mediação como o pincel, o quadro branco, o *datashow* e outros. Como também de signos como a fala, a escrita ou as imagens.

O professor no contexto da Atividade Mediada não se resume a um transmissor de conteúdo. Seu objetivo está na orientação dos estudantes para o despertar de um processo de construção do conhecimento. Sobre isso Oliveira (2016) enfatiza que:

> [...] a primeira função do professor é mostrar ao educando que ele é um mediador, uma ponte que pode ajudá-lo, com seu consentimento, a atingir os seus próprios objetivos e encontrar o seu próprio rumo. O docente pode trazer as situações do mundo para a sala de aula e explorá-las, enriquecê-las paralelamente com a matéria, pode trabalhar questões difíceis de maneira divertida, trocar experiências, ser muito mais que um professor para seus alunos, considerando a vivência do aluno, seu dia-a-dia, suas questões familiares, seu emprego, seu lazer (Oliveira, 2016, p. 139-140).

Logo, um professor que tem postura de mediador é aquele que, com o auxílio dos instrumentos e signos, coloca o estudante no papel de investigador e construtor do seu próprio conhecimento. Sendo assim, sua metodologia de trabalho busca valorizar as relações sociais levando o aluno a ter uma participação mais ativa nas aulas (Oliveira, 2016).

No desenvolvimento de Atividades Mediadas por instrumentos e signos, o aprendiz passa por fases de transformações que a princípio se dá de modo externo para uma posterior internalização do conhecimento no indivíduo.

Para Vygotsky (2016, p. 74), a internalização é “a reconstrução interna de uma operação externa” e sobre esses processos de transformações ele enfatiza que a internalização acontece conforme as seguintes fases:

> 1) Uma operação que inicialmente representa uma atividade externa é reconstruída e começa a ocorrer internamente.
>
> 2) Um processo interpessoal é transformado num processo intrapessoal.
>
> 3) A transformação de um processo interpessoal num processo intrapessoal é o resultado de uma longa série de eventos ocorridos ao longo do desenvolvimento (Vygotsky, 2016, p. 75).

Sobre o desenvolvimento das fases num processo de internalização, Moysés (2009, p. 26) ressalta que “com o passar do tempo, a criança deixa de necessitar de

auxílio externo, e passa a utilizar signos internos. Estes nada mais são do que representações mentais que substituem os objetos do mundo real".

É válido destacar a importância das interações sociais neste processo, Monroe (2016, p. 2) reforça isso ao dizer que "a interação tem uma função central no processo de internalização" e Moysés (2009, p. 32) fortalece este pensamento ao enfatizar que a internalização é "um processo que teve seu início nas relações interpessoais – interpsicológico, portanto transforma-se em outro intrapsicológico".

Uma das maiores contribuições dos estudos desenvolvidos por Vygotsky (2016), com implicações educacionais, está na forma como ele aborda a correlação entre a aprendizagem e o desenvolvimento do estudante, estabelecendo o conceito de zona de desenvolvimento proximal (ZDP).

Para a compreensão do conceito de ZDP, algumas ideias iniciais precisam ser conhecidas, entre elas o entendimento sobre nível de desenvolvimento real e nível de desenvolvimento potencial.

Ao percebermos que um estudante possui a capacidade de desenvolver uma ação sem que seja necessária a ajuda do professor ou de outro estudante mais capaz, entendemos que o conhecimento desta ação já está consolidado. Por exemplo, se o aluno já consegue resolver sozinho uma adição, entendemos então, que este conhecimento está internalizado, logo no que se refere à aprendizagem, este conhecimento está em seu nível de desenvolvimento real.

Os conhecimentos pertencentes ao nível de desenvolvimento potencial do estudante são, portanto, aqueles em que ela ainda não internalizou, logo estão em processo de maturação, porém, o seu desenvolvimento físico e cognitivo já oferece potencial para a aquisição deste conhecimento, e isso pode ser percebido, quando ela consegue desenvolver a ação a ser aprendida com o auxílio de um professor ou outro estudante mais adiantado.

Tomando como exemplo, o aluno anteriormente citado, que já tem consolidado em seu nível de desenvolvimento real a aprendizagem da adição, este pode, por

exemplo, ter em seu nível de desenvolvimento potencial a aprendizagem da multiplicação, quando se percebe que com o auxílio do professor, ele consegue resolver operações simples de multiplicação, entendendo que esta operação consiste na adição de parcelas iguais.

Compreendido os conceitos de nível de desenvolvimento real e nível de desenvolvimento potencial, Vygotsky (2016) define que ZDP consistirá na aproximação entre os níveis de desenvolvimento real e potencial, a partir da solução de problemas sob a mediação do professor ou de outro estudante que possui mais conhecimento.

Sobre a ZDP, Vygotsky (2016) destaca que:

> Ela é a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (Vygotsky, 2016, p. 112).

No processo de aprendizagem da matemática, a mediação assume papel importantíssimo, uma vez que será a partir da orientação do professor que o estudante passará a internalizar os conhecimentos, que inicialmente estão no seu nível de desenvolvimento potencial, e posteriormente, serão migrados para o seu nível de desenvolvimento real, a partir do momento em que o estudante consiga realizar a tarefa proposta sem a ajuda do docente.

Para Vygotsky, (2016, p. 113) “[...] aquilo que uma criança pode fazer com assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã”. Pois se o aluno consegue resolver problemas com o fornecimento de dicas ou ajuda, ou se o educador inicia a solução e o estudante conclui, ou ainda, se o discente resolve o problema junto com o professor, esta ação é um indicativo de que, ao se internalizar o que está sendo estudado com o docente, o aprendiz conseguirá resolver o problema sozinho.

Neves e Damiani (2016, p. 9) ressaltam a importância do professor nesse processo ao afirmarem que “[...] na ZDP, o professor atua de forma explícita, interferindo no desenvolvimento dos alunos, provocando avanços que não ocorreriam

espontaneamente". Portanto, a metodologia utilizada pelo professor de matemática, com demonstrações, assistência, fornecimento de pistas, resolução de exercícios modelos e outros, são importantes nesta proposta de ensino com a mediação.

Sobre isso, Moysés (2009) ressalta que:

> Perguntas-guias, exemplos e demonstrações constituem o cerne dessa ajuda. A aprendizagem mediante demonstrações pressupõe imitação. Trata-se, porém, de um conceito amplo, que implica imitação de um modelo dado socialmente não no seu sentido copiá-lo exatamente, mas algo que envolve uma experimentação construtiva. Ou seja, a criança realiza ações semelhantes à do modelo de uma forma construtiva, imprimindo-lhe modificações. Disso resulta uma nova forma, embora não exatamente igual, mas inspirada no modelo. Desse processo resulta a internalização da compreensão do modelo (Moysés, 2009, p. 27).

É possível estabelecermos uma relação entre a ZDP e a internalização, compreendendo que os procedimentos de assistência ao estudante, desenvolvidos pelo professor, ao longo do processo da ZDP, consistem nas transformações de reconstrução interna de um conhecimento inerente a uma operação que se apresenta inicialmente de modo externo e que, ao final do processo, quando o estudante conseguir realizar esta operação por si só, este conhecimento estará internalizado, favorecendo a formação de novos conceitos.

Na concepção vygotskiana, a formação de conceitos é algo longo e complexo. O aprendizado de um novo conceito pressupõe o desenvolvimento de muitas funções intelectuais tais como a atenção, a memória lógica, a abstração e a capacidade para comparar e diferenciar. Suas experiências mostram que o ensino por meio da verbalização direta do conceito é improdutivo. Segundo ele:

> Um professor que tenta fazer isso geralmente não obtém qualquer resultado, exceto o verbalismo vazio, uma repetição das palavras pela criança, semelhante a um papagaio, que simula um conhecimento dos conceitos correspondentes, mas que na realidade oculta um vácuo (Vygotsky, 2005, p. 72).

Em situações do cotidiano, antes mesmo de ingressarem na escola, os estudantes se deparam com muitos momentos de aprendizagem, na qual necessitam realizar operações matemáticas por meio da contagem ou da quantificação de objetos. O

mundo das formas geométricas, desde cedo, já faz parte do dia-a-dia dos estudantes. E em muitas ocasiões eles recebem informações e instruções dos pais, dos adultos e até mesmo dos colegas com maior saber. Essas informações levam os discentes a terem acesso a diversos conhecimentos que ao longo de suas vidas se consolidam em novas aprendizagens.

Vygotsky (2005) entende que esses conhecimentos construídos pela experiência pessoal do estudante no contato com os objetos e na interação com as pessoas, antes mesmos do ingresso na escola, são válidos e os denominou de conceitos espontâneos.

Já numa situação de ensino formal, típica do meio escolar, na qual os alunos são levados a novas informações e instruções, porém apresentadas de forma mais organizada e hierarquicamente sistematizadas, levam-na a aquisição de novas aprendizagens. Este tipo de conhecimento, em geral desenvolvido na escola, Vygotsky (2005) denominou de conceitos científicos.

A situação escolar é, por excelência, propícia à aquisição desse tipo de conceito. Sua apreensão exige que seja intencionalmente trabalhado num processo de interação, por exemplo, entre professor e aluno. Ou seja, implica reconstrução do saber mediante estratégias adequadas, nas quais o professor atue como mediador entre o aluno e o objeto de conhecimento.

Na formação dos conceitos científicos, o professor assume um papel de extrema importância atuando como mediador no processo de aprendizagem. Sobre este entendimento Moysés (2009) ressalta que:

> A principal tarefa do professor ao transmitir ou ajudar o aluno a construir esse tipo de conceito é levá-lo a estabelecer um enlace indireto com o objeto por meio das abstrações em torno de suas propriedades e da compreensão das relações que ele mantém com um conhecimento mais amplo. Ao contrário do espontâneo o conceito científico só se elabora intencionalmente, isto é, pressupõe uma relação consciente e consentida entre o sujeito e o objeto do conhecimento (Moysés, 2009, p. 35-36).

Podemos perceber que os conceitos espontâneos originam-se do aprendizado pré-escolar, onde o estudante aprende no seu dia-a-dia, no contato com objetos, fatos, fenômenos e principalmente na interação com as pessoas. Enquanto que os conceitos científicos são produtos do aprendizado escolar, sendo aqueles sistematizados e transmitidos intencionalmente, em geral, seguindo uma metodologia específica. Portanto a ausência de uma sistemática é a principal diferença entre estes conceitos.

Com tudo isso, as conclusões de Vygotsky (2005) sobre a formação de conceitos emanam do confronto que ele estabeleceu entre o desenvolvimento dos conceitos espontâneos e científicos.

Para ele, esses conceitos não são aprendidos mecanicamente, mas evoluem com ajuda de vigorosa atividade mental por parte do próprio estudante. O autor defende que os dois processos, o desenvolvimento dos conceitos espontâneos e o desenvolvimento dos conceitos científicos, se relacionam e se influenciam constantemente. Pois "[...] o domínio de um nível mais elevado na esfera dos conceitos científicos também eleva o nível dos conceitos espontâneos" (Vygotsky, 2005, p. 92). Logo, a formação de um novo conceito aflui da convergência dos conceitos espontâneos, com os conceitos científicos.

DELINEANDO A PESQUISA

Privilegiamos neste trabalho o método qualitativo de pesquisa, sendo que, em decorrência do objetivo a ser alcançado identificamos que esta pesquisa se caracteriza como sendo do tipo exploratória, uma vez que seu planejamento é bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado (Gil, 2011).

Quanto aos procedimentos de pesquisa, optamos pela utilização de elementos da pesquisa participante, pois este tipo de pesquisa se desenvolve a partir da interação entre pesquisador e membros da situação investigada (Prodanov & Freitas, 2013).

O trabalho teve como *lócus* uma escola pública situada num município do interior do estado do Ceará, e como sujeitos, 12 (doze) alunos do 1.º ano do ensino médio, todos estudantes da referida escola.

O delineamento desta pesquisa participante constituiu-se de duas etapas, sendo que:

(1) A primeira etapa configurou-se com a realização de uma Oficina Pedagógica, conduzida por este pesquisador, que contou com cinco encontros de 4 horas-aulas, realizados em maio de 2018, na qual foram estudados conceitos referentes ao conteúdo de funções quadráticas, seguindo os pressupostos da teoria sociointeracionista de Vygotsky (20005, 2016) e com a mediação do *software* Geogebra, possibilitando a criação de conceitos científicos pelos alunos;

(2) A segunda etapa constituiu-se da análise dos registros das atividades realizadas pelos alunos durante as aulas da Oficina Pedagógica, com fins de identificar os conhecimentos internalizados pelos estudantes e as contribuições do uso do *software* Geogebra no aprendizado dos conceitos relacionados ao conteúdo de funções quadráticas.

Todas as atividades desenvolvidas nos encontros da Oficina Pedagógica aconteceram no laboratório de informática da escola e contaram com a mediação do *software* Geogebra, sendo explorado o comportamento do gráfico das funções quadráticas e seus pontos notáveis.

A Figura 2 mostra o momento em que os alunos encontravam-se realizando uma atividade durante os encontros da Oficina Pedagógica.



Figura 2. Alunos realizando uma atividade durante a Oficina Pedagógica.

Fonte: acervo da pesquisa (2018).

Como instrumentos para a coleta de dados, utilizamos o diário de campo e questionários de identificação de aprendizagens. Contando também com a observação como procedimento para colher as informações que foram analisadas nesta pesquisa.

A partir dos dados coletados realizamos uma análise sistemática das informações que nos levou a identificar as contribuições do uso do *software* Geogebra como instrumento de mediação para a compreensão de conceitos referentes ao conteúdo de funções quadráticas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para uma melhor organização dos resultados obtidos, buscamos identificar as contribuições do *software* Geogebra na compreensão do conceito de função quadrática e na construção e interpretação do seu gráfico com a identificação dos pontos notáveis.

Ressaltamos que o desenvolvimento dos encontros da Oficina Pedagógica proposto nesta pesquisa adotaram os pressupostos da mediação pedagógica de Vygotsky (2016), logo a aprendizagem dos conceitos referentes às funções

quadráticas ocorreram com a mediação pelo indivíduo, que nesta investigação foi representado por este professor pesquisador, e por instrumentos e signos, sendo os instrumentos caracterizados pelo uso dos computadores, do *datashow* e de outros objetos, e os signos, representados pela fala, escrita, símbolos matemáticos, gráficos, entre outros.

No processo de aprendizagem com os alunos ao longo desta pesquisa, quando do desenvolvimento de Atividades Mediadas por instrumentos e signos, buscamos inicialmente representar as atividades de modo externo ao discente, para que este ao reconstruí-la comece a interiorizá-la, ocorrendo assim à transformação do processo interpessoal para o processo intrapessoal, levando o estudante a internalização dos conhecimentos (Vygotsky, 2016).

A ZDP encontrou-se muito presente nas atividades realizadas nos encontros da Oficina Pedagógica, uma vez que buscamos aproximar a distância entre o nível de desenvolvimento real, e o nível de desenvolvimento potencial, inicialmente a partir da solução de problemas sob a orientação do professor pesquisador ou em colaboração com os estudantes mais capazes, para uma posterior resolução destes problemas de modo independente pelo aluno (Vygotsky, 2016).

Durante a Oficina Pedagógica, constatamos que o trabalho com o conceito de função se mostrou algo bastante desafiador. Foram muitos os signos e instrumentos de mediação utilizados para levar os alunos à compreensão deste conceito, entre eles, a fala, a escrita, a tabela numérica, o diagrama e principalmente os gráficos construídos pelo *software* Geogebra. Pois como defende Fossa e Fossa (2000), este conceito não pode ficar restrito apenas a construção de gráficos e a manipulação algébrica de equações.

Constatamos uma significativa contribuição do *software* Geogebra no que se refere à representação gráfica de uma função. Porém entendemos que a compreensão plena do conceito de função vai além do seu entendimento gráfico, logo o seu estudo não deve se limitar apenas a utilização de *softwares*. O ensino do

conceito de função requer amplo estudo e dedicação pelo professor, para isso ele deve utilizar-se da maior quantidade possível de instrumentos e signos.

Diversas atividades foram realizadas ao longo dos encontros da Oficina Pedagógica, e para tanto utilizamos os pressupostos da ZDP, pois elas eram resolvidas inicialmente pelo professor, com os alunos acompanhando, em seguida pelo professor com os alunos ajudando, posteriormente por imitação, pelos alunos com o professor ajudando e por fim pelos alunos com o professor apenas acompanhando (Vygotsky, 2016).

A realização de atividades pelos alunos por meio da imitação constitui uma etapa importante no processo de aprendizagem. Vygotsky (2005, p. 89) enfatiza isto e destaca que “no desenvolvimento da criança, a imitação desempenha um papel importante no aprendizado. Trazendo à tona qualidades especificamente humanas da mente e levando a criança a novos níveis de desenvolvimento”, ele complementa afirmando que “para se imitar, é necessário possuir os meios para se passar de algo que já se conhece para algo novo” (Vygotsky, 2005, p. 89).

Destacamos a seguir, algumas das atividades realizadas nos encontros da Oficina Pedagógica, com o intuito de ilustrar as aprendizagens obtidas pelos alunos.

Analisaremos inicialmente uma atividade referente ao estudo das raízes de uma função quadrática.

Podemos observar na Figura 3 a solução do aluno MRL para uma atividade em que os estudantes deveriam encontrar algebricamente os zeros das funções $f(x) = 6x – x^2 – 5$ e $h(x) = x^2 – 5x + 6$.

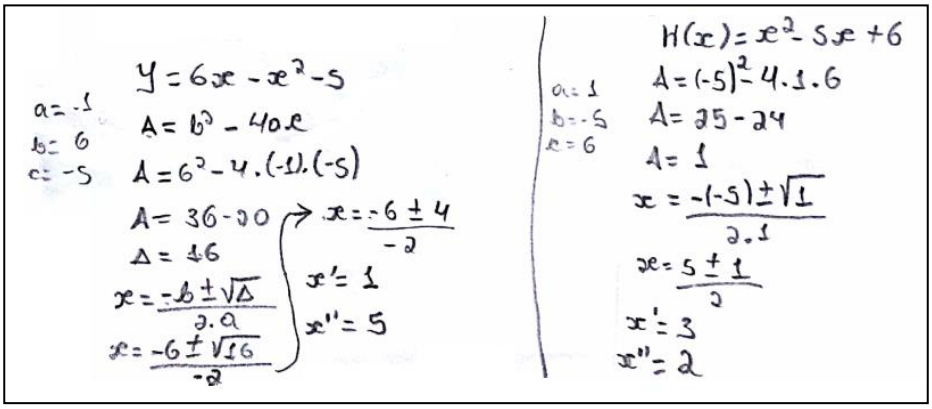

Figura 3. Resposta do aluno MRL para a pergunta: Encontre os zeros das funções quadráticas identificadas na questão anterior utilizando a fórmula de Bhaskara. (referindo-se as funções f(x) = 6x – x² – 5 e h(x) = x² – 5x + 6).

Fonte: pesquisa direta (2018).

Outra atividade, realizada com o auxílio do *software* Geogebra, tratou-se da construção dos gráficos das funções resolvidas nesta questão (f(x) = 6x – x² – 5 e h(x) = x² – 5x + 6), com a identificação no gráfico dos pontos correspondentes aos zeros das funções. A Figura 4 representa a construção do gráfico desta questão.

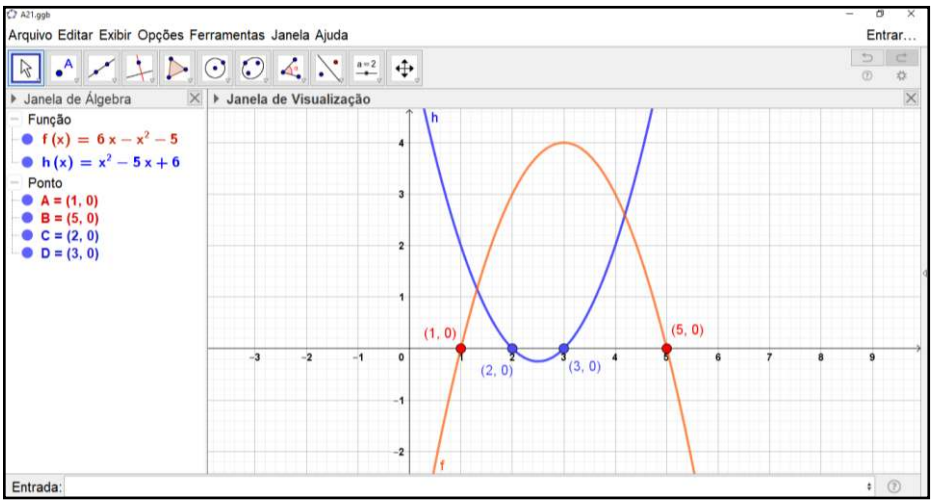

Figura 4. Representação da construção do gráfico das funções f(x) = 6x – x² – 5 e h(x) = x² – 5x + 6.

Fonte: aluno TAL (2018).

O objetivo destas atividades não reside apenas na construção do gráfico, e sim na percepção de que as raízes das funções correspondem aos pontos de interseção da parábola com o eixo das abscissas, fazendo com que a função seja igual zero. O que foi percebido no comentário dos alunos FHHC, AFO e AMVL, como mostra a Figura 5, abaixo.

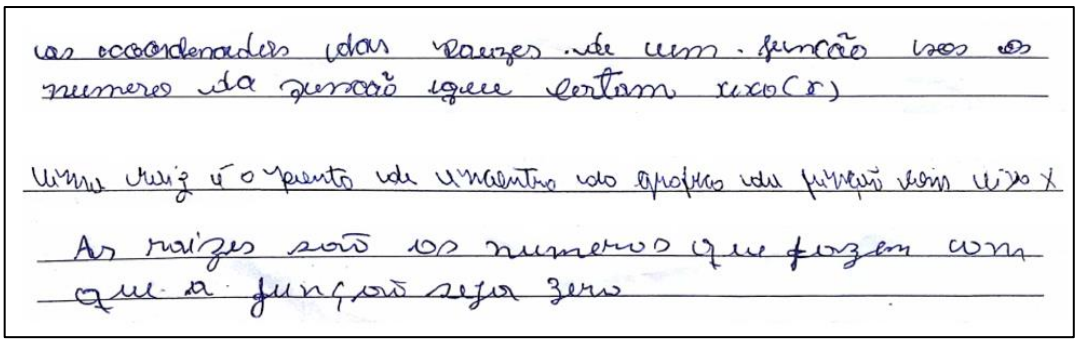

Figura 5. Resposta dos alunos FHFC, AFO e AMVL para a pergunta: O que você aprendeu ao realizar estas atividades?

Fonte: pesquisa direta (2018).

Pelos comentários dos alunos percebemos que houve uma compreensão da relação existente entre os zeros da função e os pontos em que seu gráfico corta o eixo "x". A percepção deste conhecimento pelos alunos também foi evidenciada em outras atividades de mesma natureza.

Faremos a seguir uma análise de uma atividade cujo objetivo era desenvolver a capacidade de perceber propriedades do gráfico de uma função quadrática. Aqui os alunos foram orientados a construírem, com o auxílio do *software*, o gráfico das funções $f(x) = x^2 – 5x + 4$ e $g(x) = – x^2 – 5x + 4$. Na Figura 6, podemos observar uma representação desta construção.

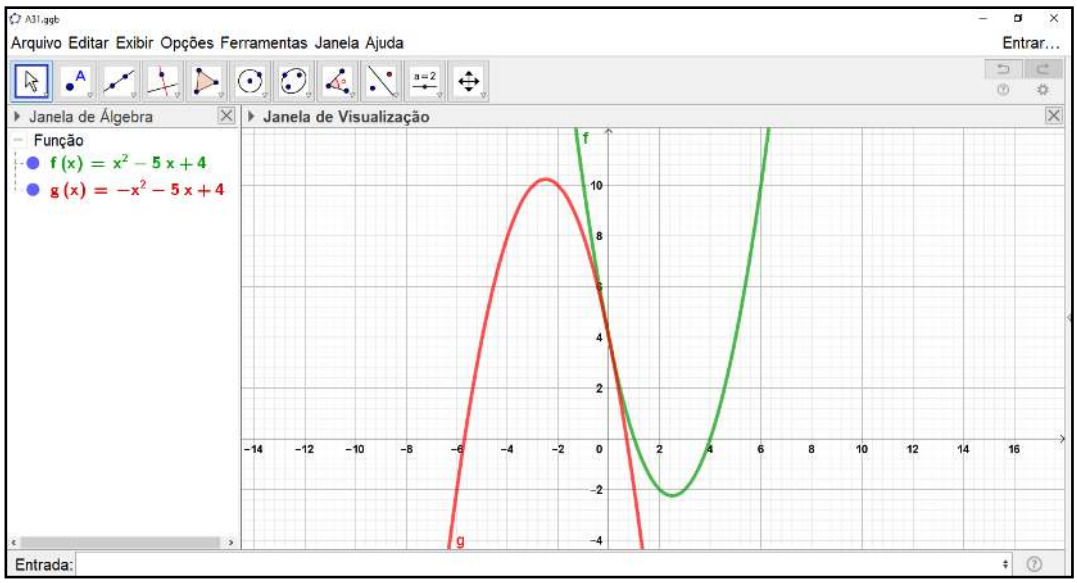

Figura 6. Representação da construção do gráfico das funções $f(x) = x^2 - 5x + 4$ e $g(x) = -x^2 - 5x + 4$.

Fonte: aluno FEAC (2018).

Feita a construção no *software*, o propósito desta atividade foi fazer os alunos observarem a principal diferença entre estas duas funções, tanto na sua escrita algébrica quanto no gráfico. Com esta observação, aliada as explicações dadas pelo professor, os alunos perceberam melhor a relação existente entre a concavidade da parábola e o sinal do coeficiente "a" da função quadrática.

Este fato pode ser constatado pelos relatos dos alunos FEAC, JPS e CEGS, conforme podemos observar na Figura 7.

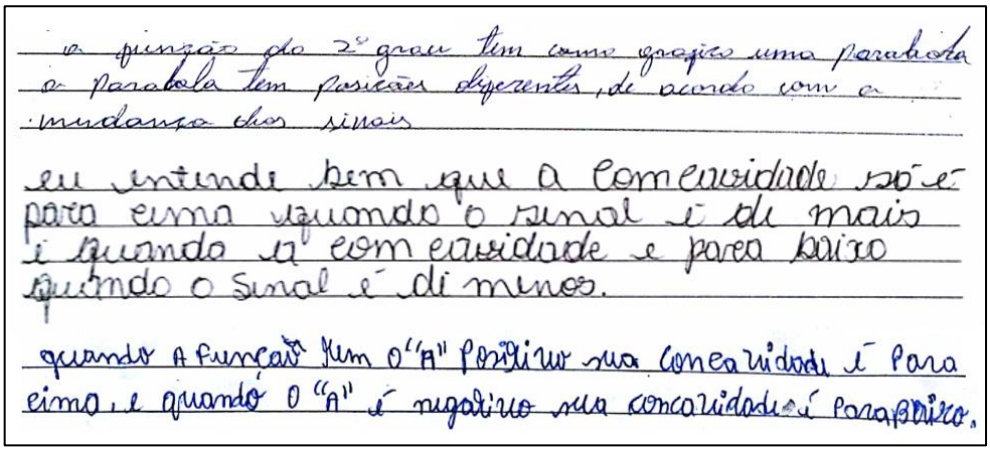

Figura 7. Resposta dos alunos FEAC, JPS e CEGS para a pergunta: O que você aprendeu ao realizar esta atividade?

Fonte: pesquisa direta (2018).

Apesar das dificuldades dos alunos em se expressarem na forma escrita, percebemos pelos seus comentários que houve uma boa compreensão da relação que envolve o sinal do coeficiente “a” da função e o sentido da concavidade do seu gráfico.

O documento da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2016) enfatiza que o trabalho com as representações algébricas e gráficas de uma função é de vital importância para análise e interpretação das relações existentes entre suas variáveis.

Nestas atividades a utilização do *software* contribuiu com o desenvolvimento deste aprendizado mostrando aos alunos diferentes gráficos de funções, agregando com isso, possibilidades metodológicas ao professor, que além de verbalizar o assunto pode também apresentá-lo com a utilização de vários instrumentos e através de diversos signos.

Na formação de conceitos defendida por Vygotsky (2005) o ensino por meio apenas da verbalização direta do conceito é algo improdutivo. Para este teórico a construção dos conceitos pressupõe o desenvolvimento da atenção, da observação e de outras habilidades intelectuais.

Foi percebido que houve, nestas atividades, a reconstrução interna, pelos alunos, de uma operação realizada inicialmente de forma externa, pelo professor. Ocorrendo a internalização de conceitos, uma vez que houve um processo de transformação em que uma operação foi, em primeiro momento, representada pelo docente de modo externo, e ao longo do desenvolvimento da aprendizagem transformou-se em algo interno do aluno (Vygotsky, 2016).

É importante ressaltar que durante toda a Oficina Pedagógica a constante interação social entre professor e alunos e entre alunos e alunos proporcionaram momentos de muitas discussões e reflexões sobre os assuntos estudados, auxiliando no processo de aprendizagem. Vygotsky (2016) reforça a importância das interações sociais para a internalização dos saberes. Moysés (2009, p. 27), concordando com o pensamento de Vygotsky (2016), afirma que "[...] é na interação social e por intermédio do uso de signos que se dá o desenvolvimento das funções psíquicas superiores". Em trabalhos que se baseiam na teoria sociointeracionista de Vygotsky (2005, 2016), o diálogo estabelecido com os integrantes indica que os processos de socialização e interação estão sendo privilegiados.

Percebemos que a sistematização das atividades realizadas na Oficina Pedagógica, associada com a mediação do professor e do *software* Geogebra, oportunizaram aos alunos a aquisição de novas aprendizagens. Estas aprendizagens, segundo Vygotsky (2005), caracterizam-se neste contexto, como sendo conceitos científicos, que por sua vez, ao se relacionarem com os conceitos espontâneas, oriundos dos conhecimentos prévios dos alunos adquiridos ao longo de suas experiências de vida diária, proporcionaram nos estudantes a formação de novos conhecimentos associados ao estudo das funções quadráticas, principalmente no conceito de função quadrática, e na construção e interpretação do seu gráfico com a identificação de seus pontos notáveis.

Na Tabela 1, encontramos algumas das contribuições do *software* Geogebra, percebidas ao longo da pesquisa, para a compreensão do conceito de função

quadrática, e para a interpretação do seu gráfico com a identificação das relações estabelecidas com a sua representação algébrica.

Tabela 1

Contribuições do *software* Geogebra.

Contribuições do *software* Geogebra para a compreensão do conceito de função quadrática e interpretação do gráfico da função quadrática com a identificação dos pontos notáveis
• Facilita na compreensão da correspondência entre os valores de "x" e "y" quando a função quadrática se encontra representada graficamente no plano cartesiano. • Possibilita uma melhor compreensão das propriedades de uma parábola. • Auxilia na percepção de que o gráfico da função quadrática é uma parábola. • Evidencia graficamente que a parábola tem concavidade para cima se o coeficiente "a" da função for positivo e para baixo se o coeficiente "a" da função for negativo. • Mostra graficamente que os zeros de uma função quadrática correspondem aos pontos de interseção da parábola com o eixo das abscissas. • Auxilia, por intermédio da interpretação do gráfico, na compreensão de que os zeros da função são os valores de "x" que fazem com que "y" seja igual a zero. • Evidencia que uma função quadrática pode ter dois, um ou nenhum ponto de interseção no eixo das abscissas. • Auxilia na visualização do ponto do vértice da parábola no gráfico. • Mostra que o vértice é um ponto de máximo quando o coeficiente "a" da função for negativo e um ponto de mínimo quando o coeficiente "a" for positivo.

Fonte: elaborado pelos autores (2018)

Barreto (2009) aponta que o trabalho com o estudo das funções aborda representações algébricas, gráficas e tabulares. Nesta pesquisa buscamos trabalhar com estas diversas representações, principalmente a algébrica e a gráfica, pois conforme afirma Borba e Penteado (2001, p. 30) "não devemos privilegiar um tipo de representação de função, mas trabalhar várias delas". Porém, analisando os resultados desta investigação, percebemos que a mediação com o *software* Geogebra apresentou melhores contribuições no que se refere à representação gráfica de uma função quadrática.

Ressaltamos que a BNCC (Brasil, 2016) enfatiza a importância deste assunto no estudo das funções quadráticas, destacando que:

> [...] o trabalho da função quadrática deve ser desenvolvido por meio de situações que favoreçam ao estudante compreender o modelo de variação que se estabelece entre as variáveis envolvidas e perceber aspectos importantes como os pontos de máximo e de mínimo (Brasil, 2016, p. 576-577).

As contribuições do *software* Geogebra, identificadas nesta pesquisa, reforçam suas qualidades, pois o estudo do comportamento do gráfico da função quadrática foi facilitado pelo seu dinamismo, que adaptava o gráfico a função à medida que os valores dos seus coeficientes eram alterados, algo muito difícil de ser trabalhado em sala de aula apenas com pincel e quadro branco.

Desse modo, o uso de recursos didáticos que privilegiem o desenvolvimento cognitivo e o pensamento lógico se constitui uma maneira de melhor conduzir as aulas de matemática e o uso da tecnologia pode ser um caminho para este fim.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Feitas as devidas investigações, muitas descobertas vieram à tona, dentre eles destacamos que a compreensão do conceito de função se mostrou algo desafiador, tanto para o professor pesquisador que se utilizou de diversos instrumentos e signos, durante sua explicação, quanto para os alunos que apresentaram dificuldades na sua plena compreensão.

Uma verificação relevante no uso do *software* Geogebra ao longo desta pesquisa se deu a partir do aspecto dinâmico que envolve as relações entre a representação algébrica e gráfica de uma função quadrática, pois em muitos momentos, a simples alteração do valor de um coeficiente da função já proporcionava a alteração do seu gráfico, facilitando a vida do professor durante a explicação do conteúdo e a compreensão do aluno na formação do conceito estudado.

A utilização dos preceitos da teoria sociointeracionista de Vygotsky (2005, 2016), principalmente os pressupostos da mediação por instrumentos e signos e da ZDP, se mostraram essenciais para realização deste trabalho, pois através de seus desígnios foi possível proceder com as Atividades Mediadas durante a Oficina Pedagógica.

Como também o entendimento sobre internalização e conceitos espontâneos e científicos auxiliaram na compreensão da formação de novos conhecimentos nos sujeitos desta pesquisa.

Com base nos resultados encontrados, concluímos que o *software* Geogebra, quando utilizado adequadamente como instrumento de mediação e juntamente com a mediação pedagógica, contribui para a aquisição de conceitos relacionados ao conteúdo de funções quadráticas, principalmente no que se refere ao estudo das suas representações gráficas.

REFERÊNCIAS

Barreto, A. L. O. (2009). A análise da compreensão do conceito de funções mediado por ambientes computacionais. 363 p. Tese (Doutorado em Educação) Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará - UFC, Fortaleza.

Borba, M. C. & Penteado, M. G. (2001). Informática e Educação Matemática: Coleção Tendências em Educação Matemática. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica.

Brasil. (2016). Ministério da Educação - MEC. Base Nacional Comum Curricular - BNCC. Proposta Preliminar – 2ª Versão. Brasília: MEC/SEF.

D'Ambrósio, U. (2001). Desafios da educação matemática no novo milênio. Educação Matemática em Revista. São Paulo, n. 11, ano 8.

Fossa. J. A. & Fossa. M. G. (2000). Funções, equações e regras: ensaios sobre a educação matemática. Belém-PA: EDUEPA.

Gil, A. C. (2011) Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 6. ed. São Paulo: Atlas.

Hohenwarter, M. & Hohenwarter, J. (2009). Ajuda GeoGebra: Manual oficial da versão 3.2. Traduzido para português de Portugal por Antonio Ribeiro. Lisboa. Recuperado em: <https://app.geogebra.org/help/docupt_PT.pdf>.

Monroe, C. (2016). Vygotsky e o conceito de aprendizagem mediada. Revista Nova Escola, São Paulo, 31 de agosto de 2016. Recuperado em: <https://novaescola. org.br/conteudo/274/vygotsky-e-o-conceito-de-aprendizagem-mediada>.

Moysés, L. (2009). Aplicações de Vygotsky à educação matemática. 3. ed. Campinas-SP: Papirus.

Neves, R. A. & Damiani, M. F. (2006). Vygotsky e as teorias da aprendizagem. UNIrevista, São Paulo, v. 1, n. 2, abri. 2006. Recuperado em: <http://www.miniweb. com.br/educadores/Artigos/PDF/vygotsky.pdf>.

Oliveira, A. T. E. (2016). A mediação do professor e do material didático no processo ensino-aprendizagem de matemática. Revista Evidência, Araxá, v. 12, n. 12, p. 137-146.

Pais, L. C. (2010). Educação Escolar e as Tecnologias da Informática. Belo Horizonte: Autêntica.

Prodanov, C. C. & Freitas, E. C. (2013). Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale. Recuperado em: <http://www.feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>.

Sancho, J. M. (2006). De Tecnologias da Informação e Comunicação a Recursos Educativos. In: SANCHO, Juana Maria & HERNANDEZ, Fernando. (Org.). Tecnologias para Transformar a Educação. p. 17-38. Porto alegre: Artmed.

Teixeira, P. J. M. (2019). Funções Quadráticas com o auxílio do software Winplot. Tangram – Revista de Educação Matemática, Dourados - MS – v.2 n.4, p. 58-78.

Vygotsky, L. S. (2005). Pensamento e linguagem. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes.

Vygotsky, L. S. (2016). A formação social da mente. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes.