

O USO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO REMOTO DA MATEMÁTICA E APRENDIZAGEM DA FUNÇÃO AFIM, SEGUNDO RAYMOND DUVAL: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE REMOTE TEACHING OF MATHEMATICS AND LEARNING OF THE AFFINE FUNCTION ACCORDING TO RAYMOND DUVAL: SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

EL USO DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA ENSEÑANZA A DISTANCIA DE LAS MATEMÁTICAS Y EL APRENDIZAJE DE LA FUNCIÓN AFÍN SEGÚN RAYMOND DUVAL: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

ELIZABETE GOMES DE OLIVEIRA

Mestranda em Ensino de Ciência e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) – Ponta Grossa – PR.

abetegomes@gmail.com

CÉLIA FINCK BRANDT

Doutora em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Professora Adjunta da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) – Ponta Grossa – PR.

brandt@bighost.com

Recebido em: 24/04/2022

Aceito em: 19/08/2022

Publicado em: 19/12/2022

Resumo

Este artigo apresenta uma revisão sistemática da literatura, com o objetivo de identificar, no âmbito das produções acadêmicas expressas em teses e dissertações, estudos que abordam o uso das tecnologias digitais no ensino remoto da matemática, considerando o ensino-aprendizagem da função afim à luz da Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval. O estudo consiste em uma pesquisa de abordagem qualitativa, que utiliza como procedimento uma pesquisa bibliográfica. O levantamento dos dados abrangeu a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) e o Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Dentre os trabalhos encontrados, onze atenderam aos critérios de inclusão e exclusão, integrando o *corpus* da pesquisa. Após análise, os textos foram agrupados em três categorias: I - Proposta de implementação do Ensino Remoto da matemática; II - Recursos tecnológicos usados nas aulas remotas de matemática; e III - Teoria dos Registros de Representação Semiótica/Ensino-aprendizagem da função afim. Os resultados evidenciam que, durante a pandemia, os recursos tecnológicos possibilitaram o ensino-aprendizagem da matemática na Educação Básica. As análises apontam também a relevância de trabalhar as conversões entre os registros de representação gráfica e algébrica para a aprendizagem da

função afim, assim como as contribuições da utilização da Teoria dos Registros de Representações Semiótica, aliadas às tecnologias para o processo de ensino-aprendizagem de funções e da função afim.

Palavras-chave: Ensino remoto. Tecnologias digitais. Função afim. Teoria dos registros de representação semiótica.

Abstract

This article presents a systematic review of the literature with the objective of identifying, in the scope of the academic productions, expressed in theses and dissertations, studies that approach the use of digital technologies in the remote teaching of mathematics, considering the teaching and learning of the affine function in the light of Raymond Duval's Theory of Semiotic Representation Registers. The study consists of a qualitative research approach, which uses bibliographic research as procedure. The data survey covered the Digital Library of Theses and Dissertations - BDTD and the Catalogue of Theses and Dissertations of the Brazilian Federal Agency for Support and Evaluation of Graduate Education (CAPES). Among the papers found, eleven met the inclusion and exclusion criteria, integrating the corpus of the research. After analysis, the texts were grouped into three categories: I - Proposal for implementation of the Remote Teaching of mathematics; II - Technological resources used in remote classes of mathematics; and III - Theory of Semiotic Representation Registers/Learning of the affine function. The results show that during the pandemic, the technological resources enabled the teaching and learning of mathematics in Basic Education. The analyses also point out the relevance of working the conversions between the registers of graphical and algebraic representation for the learning of the affine function, as well as the contributions of the use of the theory of Semiotic Representation Registers, combined with technologies for the teaching-learning process of functions and the affine function.

Keywords: Remote learning. Digital technologies. Affine function. Semiotic representation registers theory.

Resumen

Este artículo presenta una revisión sistemática de la literatura con el objetivo de identificar, en el ámbito de las producciones académicas expresadas en tesis y tesinas, estudios que aborden el uso de las tecnologías digitales en la enseñanza a distancia de las matemáticas, considerando la enseñanza y aprendizaje de la función afín a la luz de la Teoría de los Registros de Representación Semiótica de Raymond Duval. El estudio consiste en un enfoque de investigación cualitativa, que utiliza como procedimiento una investigación bibliográfica. El relevamiento de datos abarcó la Biblioteca Digital de Tesis y Disertaciones - BDTD y el Catálogo de Tesis y Disertaciones de la Coordinación para el Perfeccionamiento del Personal de Nivel Superior (CAPES). Entre los artículos encontrados, once cumplían los criterios de inclusión y exclusión que integraban el corpus de la investigación. Tras el análisis, los textos se agruparon en tres categorías: I - Propuesta de implantación de la Enseñanza a Distancia de las matemáticas; II - Recursos tecnológicos utilizados en las clases a distancia de matemáticas; y III - Teoría de los Registros de Representación Semiótica/Aprendizaje de la función afín. Los resultados muestran que durante la pandemia los recursos tecnológicos permitieron la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en la Educación Básica. Los análisis también señalan la relevancia de trabajar las conversiones entre los registros de representación gráfica y algebraica para el aprendizaje de la función afín, así como las aportaciones del uso de la teoría de los Registros de Representación Semiótica, combinada con las tecnologías para el proceso de enseñanza-aprendizaje de las funciones y la función afín.

Palabras clave: Aprendizaje a distancia. Tecnologías digitales. Función afín. Teoría de los registros de representación semiótica.

1 Introdução

A matemática está presente no contexto sociocultural dos alunos, sendo estudada desde o início da vida escolar. Mesmo assim, as dificuldades de aprendizagem matemática surgem em todos os níveis de ensino e geram discussões e reflexões no ambiente escolar. O ensino-aprendizagem da matemática vem passando por mudanças significativas com a pandemia, contexto que demanda diferentes abordagens dos conteúdos matemáticos para atender a essa nova realidade.

Com a suspensão temporária das aulas presenciais em março de 2020, devido à pandemia da COVID-19¹, as instituições educacionais passaram a adotar o ensino remoto² de forma emergencial, para dar continuidade às atividades escolares. Como destaca Nóvoa (2020, p. 8), “num momento dramático de nossa história colectiva, seria inaceitável que a escola pública fechasse as portas e não quisesse saber dos seus alunos”.

Diante do cenário de isolamento social, com a restrição da circulação de pessoas, o ensino remoto mediado pelas tecnologias digitais passou a fazer parte dessa nova realidade. Com isso, os professores precisaram pesquisar novas formas de abordar os conteúdos. Nesse contexto, o uso de tecnologias digitais e recursos tecnológicos se desenvolveu de acordo com a familiaridade e as habilidades do professor, com a utilização de plataformas já disponíveis, que surgiram com fins não pedagógicos (GARCIA *et al.*, 2020).

Durante a pandemia, ficou evidente o aprofundamento de problemas educacionais vivenciados diariamente no ambiente escolar, como a falta de investimentos em educação, condições precárias do trabalho docente e acesso a uma internet de qualidade. Além disso, conforme Corrêa e Brandemberg (2021, p. 42), a equidade configurou-se como um grande problema para a implementação das aulas remotas no Brasil, pois parte dos estudantes vive “em uma situação de vulnerabilidade socioeconômica, não possuindo condições de acesso a cursos online, seja por falta de internet de qualidade, computadores, smartphones, ou ainda um espaço físico adequado para assistir às aulas”.

Partindo das inquietações quanto ao ensino-aprendizagem da matemática no período pandêmico, uma pesquisa de mestrado encontra-se em desenvolvimento. O foco dessa pesquisa

¹ Uma doença causada pelo coronavírus SARS-CoV-2, que atingiu não somente o Brasil, mas a população mundial.

² As aulas ocorreram por meio da utilização de ambientes virtuais acessados pelo professor e alunos, cada um de diferentes lugares, ou por meio da disponibilização de material impresso aos alunos que não tinham acesso à internet. A ideia era manter as interações nos mesmos horários em que aulas da disciplina ocorreriam de modo presencial.

é investigar as contribuições das tecnologias digitais para a aprendizagem da função afim no Ensino Fundamental, nos anos finais, subsidiada pela Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) de Duval. Como o uso das tecnologias tornou-se essencial, por conta de sua abrangência, no período do ensino remoto, optou-se por estudar as contribuições de uma tecnologia utilizada nas aulas de matemática durante a pandemia para a aprendizagem da função afim em aulas presenciais.

Para isso, é necessário proceder a uma revisão sistemática da literatura, para mapear as produções acadêmicas expressas em teses e dissertações de todos os programas *stricto sensu* brasileiros que abordam a temática do uso de tecnologias no ensino remoto da matemática e no ensino-aprendizagem da função afim, tendo como aporte teórico a TRRS, partindo de duas questões norteadoras: (a) Como as tecnologias digitais foram utilizadas no ensino-aprendizagem da matemática no contexto do ensino remoto? (b) Quais as contribuições da TRRS para o ensino-aprendizagem da função afim? O objetivo é identificar, no âmbito das produções acadêmicas expressas em teses e dissertações, estudos que abordam o uso das tecnologias digitais no ensino remoto da matemática e o ensino-aprendizagem da função afim a partir da TRRS de Duval.

Nessa perspectiva, os resultados da revisão apontam que há uma predominância de pesquisas desenvolvidas com estudantes do Ensino Médio e da utilização do *software* GeoGebra no estudo da função afim. Os estudos desenvolvidos com foco no ensino remoto da matemática não abordaram a função afim, nem a TRRS, o que difere da pesquisa que está sendo realizada. Os aspectos que se aproximam estão relacionados ao uso das tecnologias digitais e ao estudo da função afim. Desse modo, por meio da revisão sistemática das produções, há um panorama das pesquisas já realizadas, o que possibilita a visualização dos próximos passos da pesquisa de mestrado em andamento, entre eles a escolha de um desses recursos para o estudo do objeto de pesquisa.

Essa pesquisa está organizada da seguinte forma: inicialmente, a fundamentação teórica com os principais aspectos da TRRS, do francês Raymond Duval, para a aprendizagem da função afim, com a utilização das tecnologias digitais no ensino remoto da matemática. Em seguida, os procedimentos metodológicos e a análise dos resultados obtidos a partir das categorias de Análise de Bardin (2021). Por último, as considerações finais.

2 Fundamentação teórica

2.1 Tecnologias digitais e o ensino remoto emergencial da matemática

A pandemia da COVID-19 vem deixando marcas em toda a sociedade. Na educação, destaque para a suspensão das aulas presenciais para conter a disseminação do vírus, de modo que os professores e as instituições de ensino buscaram estratégias pedagógicas para dar continuidade às atividades escolares. Assim, uma alternativa encontrada foi a transferência das aulas presenciais para plataformas online, usando tecnologias digitais. Nesse contexto, surge o ensino remoto emergencial, adotado de forma abrupta para atender às demandas urgentes no âmbito da educação, para assegurar a continuidade mínima da vida escolar dos estudantes. Conforme Garcia *et al.* (2020), tecnologias que fazem parte do cotidiano de alunos e professores passaram a ser utilizadas com fins pedagógicos.

No ensino remoto, alunos e professores não estão no mesmo espaço físico. As atividades desenvolvidas abrangem as formas digitais e outras estratégias, como a disponibilidade de material impresso, que possam assegurar a equidade da educação. Nesse período, como aponta Nóvoa (2020, p. 8), “os governos deram respostas frágeis, e as escolas também”, mas em meio a esse momento crítico as melhores respostas para manter o vínculo com os estudantes e familiares vieram dos professores, que conseguiram desenvolver estratégias pedagógicas em colaboração uns com os outros e com os familiares (NÓVOA, 2020).

O desenvolvimento de atividades de ensino de forma remota requer a compreensão do que é ensinar remotamente, passando pela identificação de competências e habilidades docentes e pelo reconhecimento dos princípios de aprendizagem no ensino remoto. Nas aulas remotas, o docente planeja as atividades que serão desenvolvidas de forma síncrona e assíncronas, a partir de práticas inovadoras que possibilitem a construção do conhecimento (GARCIA *et al.*, 2020).

De acordo com Corrêa e Brandemberg (2021), as atividades remotas podem ser desenvolvidas de forma síncrona quando realizadas em tempo real, por meio de plataformas de videoconferências como *Zoom Meetings*, *Google Meet*, *Microsoft Teams*. De forma assíncrona, quando as atividades são realizadas a partir de plataformas como *Moodle*, *Khan Academy* ou *Google Classroom*. Essas tecnologias possibilitaram as interações e a realização de atividades educacionais no período pandêmico.

O ensino remoto tem proporcionado a adesão às tecnologias digitais num ritmo acelerado, deixando evidente a relevância delas para o ensino e a aprendizagem. Nessa direção, Nóvoa (2020) aponta que a pandemia colocou a educação diante de desafios e perspectivas futuras do uso das tecnologias, promovendo o desenvolvimento de práticas pedagógicas inovadoras e ampliando os espaços para trabalhos colaborativos, considerando a pesquisa e a resolução de problemas.

As novas tecnologias da informação e comunicação dinamizam os espaços de aprendizagem e proporcionam mudanças significativas na educação. Porém, para isso, é fundamental a compreensão e a incorporação pedagógica da tecnologia escolhida (KENSKI, 2012). Como apontam Corrêa e Brandemberg (2021), a mera utilização das tecnologias digitais para o desenvolvimento de atividades educacionais não garante um ensino de qualidade para todos os estudantes.

Assim como os demais componentes educacionais, o ensino-aprendizagem da matemática inseriu-se nesse contexto de ensino remoto, evidenciando a necessidade de uma abordagem dinâmica do objeto matemático para proporcionar a construção do conhecimento. Desse modo, o uso das tecnologias digitais nas aulas de matemática proporciona a participação ativa dos alunos, garantindo a qualidade do ensino-aprendizagem.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a compreensão da matemática vai além da quantificação de informações pré-definidas. O seu conhecimento aplicado na sociedade contemporânea contribui para a formação de cidadãos críticos, cientes de seus deveres e responsabilidades para atuar na sociedade em que vivem (BRASIL, 2018). A produção do conhecimento matemático mediado pelas tecnologias conta com o envolvimento de diferentes atores humanos e tecnológicos, que possibilitam a integração, difusão e compartilhamento desses conhecimentos via internet. Nesse processo, é fundamental compreender que as tecnologias estão inseridas no contexto social, no qual a produção de saberes matemáticos faz parte do ambiente de descobertas propícias ao desenvolvimento do ensino-aprendizagem (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2020).

Nesse âmbito, o professor de matemática passa a assumir a postura de mediador do conhecimento, a partir da elaboração de atividades variadas, oportunizando o desenvolvimento da autonomia dos alunos, considerando a construção e a reconstrução do conhecimento. A BNCC elenca entre as suas competências específica para o ensino da matemática no Ensino Fundamental a utilização das tecnologias digitais, como ferramenta para a resolução de

problemas matemáticos presentes no cotidiano e em outras áreas do conhecimento (BRASIL, 2018).

Portanto, é fundamental compreender a relação entre as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TICs) e o ensino de matemática em tempos de pandemia, destacando as iniciativas referentes ao uso dessas ferramentas tecnológicas no campo educacional durante as aulas remotas. É importante ainda avaliar as possibilidades futuras, posteriores à pandemia, como a inserção do uso das tecnologias digitais nas aulas presenciais, não apenas como suporte para projeção do conteúdo, mas também como recursos dinâmicos capazes de promover a construção do conhecimento matemático.

2.2. Função afim e a teoria dos registros de representação semiótica

A TRRS foi desenvolvida pelo filósofo e psicólogo francês (de formação) Raymond Duval. Conforme Freitas e Rezende (2013), Duval tem se dedicado a pesquisas em psicologia cognitiva desde 1970. Em seus trabalhos, aborda o funcionamento cognitivo por meio dos registros de representação semiótica. Em sua obra *Sémiosis et pensée humaine: registres sémiotiques et apprentissages intellectuels*, publicada em 1995, ele apresenta a sistematização de sua teoria, oferecendo contribuições para pesquisas na área da educação matemática.

De acordo com Duval, os objetos matemáticos são inacessíveis em si, de modo que só podem ser acessados por meio dos registros de representação semiótica (FREITAS; REZENDE, 2013). Assim, para a compreensão de um objeto matemático, é fundamental trabalhar com mais de uma representação do mesmo objeto, para evitar que a representação seja confundida com o objeto, pois “a distinção entre um objeto e sua representação é, portanto, um ponto estratégico para a compreensão da matemática” (DUVAL, 2012, p. 268). Dessa forma, ao pensar uma atividade matemática, um ponto essencial é a diferenciação entre o objeto e a sua representação, o que permite a mobilização de diferentes registros de representação semiótica.

As representações semióticas não podem ser consideradas apenas como meio para as representações mentais de comunicação, pois elas são essenciais para o desenvolvimento das atividades cognitivas. Nessa perspectiva, as representações semióticas não estão subordinadas às representações mentais. Para organizar e coordenar o ensino, é preciso levar em consideração a forte ligação entre a *semiose* e a *noesis*, de modo a trabalhar a *semiose* para chegar a *noesis* (DUVAL, 2012).

O registro é um elemento fundamental da TRRS, constituído por um conjunto de representações com conteúdo e forma que permitem distinguir os sistemas semióticos utilizados em matemática dos utilizados fora dela, [...] “um instrumento de observação e de análise dos fenômenos de compreensão e de incompreensão na aprendizagem matemática, qualquer que seja o domínio de matemática ensinado” (DUVAL, 2016, p. 4).

No registro de representação semiótica ocorrem as atividades cognitivas de tratamento e conversão, que possibilitam as transformações que constituem a atividade matemática (DUVAL, 2012). O tratamento é uma transformação da representação realizada no interior do registro, ou seja, envolve as mudanças internas a um registro, preservando as características próprias do registro em que fora criado. A conversão é uma transformação externa ao registro, mantendo o mesmo objeto de referência. Conforme Moretti e Thiel (2012, p. 385), “é a conversão que mais contribui para a aprendizagem matemática [...] a diversidade de registros e a capacidade de passagem de um para outro são o que fundamenta a ideia de aprendizagem matemática em Duval”.

A aprendizagem em matemática tem uma linguagem própria, diferente de outras áreas do conhecimento. Assim, é fundamental considerar os aspectos cognitivos mobilizados pelos estudantes na apreensão de um objeto matemático – nesse caso a função afim –, estabelecendo correspondências entre as suas diferentes representações. Para isso, é necessário explorar alguns conceitos da TRRS, relevantes para a compreensão do processo de aprendizagem da função afim, entre os quais a articulação entre o registro das representações gráficas e das equações, a partir da atividade cognitiva de conversão.

Desse modo, a articulação entre o registro de representação gráfica e o registro da representação algébrica possibilita a compreensão e a aprendizagem da função afim. No entanto, em situações de ensino, e mesmo com certos estudos didáticos, costuma-se priorizar a passagem do registro de representação algébrica para a representação gráfica, a partir da construção ponto a ponto, o que gera um obstáculo à aprendizagem desse objeto matemático. A abordagem ponto a ponto é usualmente utilizada para a introdução das representações gráficas de uma função afim, ou mesmo do segundo grau. Ela consiste em associar alguns valores a pontos no plano cartesiano, favorecendo a leitura das coordenadas de alguns pontos. No entanto, essa abordagem é inadequada para a aprendizagem das funções, pois não proporciona a leitura e a discriminação das variáveis visuais significativas que constituem cada tipo de representação, sendo fundamentais para a aprendizagem das funções (DUVAL, 2011).

Assim, a correspondência semiótica entre o registro de representação gráfica e o registro de expressão algébrica ocorre a partir da apresentação das variáveis significativas de forma explícita e sistemática, partindo de uma abordagem experimental, variando uma unidade significativa e mantendo as outras constantes, de modo a observar as transformações que ocorrem no outro registro. Desse modo, articulando a unidade de imagem visual com as transformações ocorridas no registro da expressão algébrica, podem ser integradas também outras características, como caráter aberto ou fechado das curvas, o que ajuda na aprendizagem das funções, em específico da função afim (DUVAL, 2011). Nesse sentido, o estudo da função deve partir de uma interpretação global de propriedades figurais, o que “exige uma discriminação de todas as variáveis pertinentes, o que não é requisitado e nem induzido pela construção de retas a partir de sua equação” (DUVAL, 2011, p. 106), para que de fato ocorra a compreensão e a conceitualização desse conteúdo matemático.

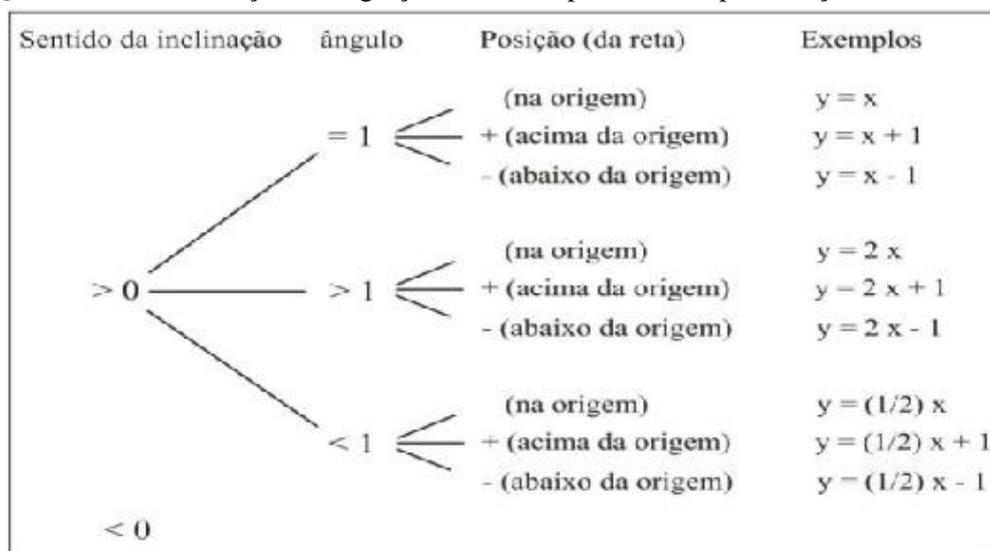
O estudo do comportamento do gráfico a partir das variações das unidades significativas, anterior à construção do gráfico, caracteriza a operação cognitiva de conversão. Trata-se do que Duval chama de “avaliação qualitativa e global”, necessária para caracterizar a operação de conversão, em que não existem regras. Os Quadros 1, 2 e 3 (Duval, 2011) apresentam um exemplo de avaliação da função afim que permite o esboço do gráfico antes mesmo de sua construção.

Quadro 1 - Valores e variáveis visuais para $y = ax + b$ no plano cartesiano.

| Variáveis visuais | Valores | Unidades simbólicas correspondentes | |
|-----------------------|--|--|--|
| Sentido da inclinação | ascendente descendente | coeficiente > 0 coeficiente < 0 | ausência de sinal presença do sinal – |
| Ângulo com os eixos | partição simétrica ângulo menor ângulo maior | coefic. variável = 1 coefic. variável < 1 coefic. variável > 1 | não há coefic. escrito há coefic. escrito há coefic. escrito |
| Posição sobre o eixo | corta acima corta abaixo corta na origem | acresc. constante subtrai-se constante sem correção aditiva | sinal + sinal – ausência de sinal |

Fonte: Duval (2011, p. 101).

Quadro 2 - Identificação e integração com exemplos de 18 representações de variáveis.



Fonte: Duval (2011, p. 101).

Quadro 3 - Características visuais de representação no plano cartesiano.

| Variáveis visuais | Valores | Unidades simbólicas correspondentes |
|---|-------------------------------|--|
| - implantação da tarefa (o que se destaca como figura sobre o fundo). | - zona - linha | $>$, $<$, ... = |
| - Forma da tarefa (a linha traçada delimita ou não uma zona aberta ou fechada). | - linha reta - linha curva | Expoente da variável = 1 Expoente da variável > 1 |

Fonte: Duval (2011, p. 102).

As discussões com base na TRRS, considerando a sua contribuição para a aprendizagem da função afim, serão aprofundados e ampliados ao longo do desenvolvimento da pesquisa de mestrado que se encontra em andamento. A próxima seção apresenta os procedimentos metodológicos utilizados na coleta dos dados.

3 Procedimentos metodológicos

Este estudo consiste em uma pesquisa de revisão sistemática da literatura. Segundo Sampaio e Mancini (2007, p. 83), uma revisão sistemática “requer uma pergunta clara, a definição de uma estratégia de busca, o estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão [...] uma análise criteriosa da qualidade da literatura selecionada”. Nesse sentido, para responder às questões de pesquisa fez-se necessário uma busca exploratória inicial, no Google e no Google acadêmico, de estudos referentes ao uso das tecnologias no ensino remoto da matemática e ao ensino-aprendizagem das funções, para determinar os descritores de busca. Foram considerados para a presente pesquisa: “ensino remoto”, “tecnologias digitais”, “matemática”, “função” e

“Teoria dos registros de representação semiótica”, por serem pertinentes ao objeto de estudo.

Para o levantamento dos trabalhos, foram utilizadas as seguintes bases de dados: Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) e Catálogo de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Tais bases disponibilizam as produções acadêmicas expressas em teses e dissertações de todos os programas *stricto sensu* do Brasil. O limite temporal estabelecido foi 2017 a 2021. Outras especificidades são apresentadas no Quadro 4.

Para a seleção dos estudos, foram utilizados os seguintes critérios:

- **Crítérios de inclusão:** trabalhos relacionados ao uso das tecnologias digitais no contexto do ensino remoto da matemática e trabalhos que abordam o ensino-aprendizagem da função afim na Educação Básica, tendo como aporte teórico a TRRS.
- **Crítério de exclusão:** trabalhos voltados para outras áreas de conhecimento, formação de professores, nível superior, duplicados e não disponíveis na íntegra na internet. Conforme Sampaio e Mancini (2007, p. 86), “Os critérios de inclusão e exclusão são definidos com base na pergunta que norteia a revisão [...]”. Assim, os trabalhos selecionados buscam responder às questões da pesquisa.

O Quadro 4 apresenta os resultados obtidos nas bases de dados pesquisadas, com o número de estudos para cada *string* de busca.

Quadro 4 - Resultados obtidos nas bases de dados.

| Nº | Base | Palavras-chave | Especificações | Res |
|---------------------------|----------------------------------|---|--|-----------|
| 1 | BDTD | "ensino remoto" AND "matemática" AND "tecnologias digitais" | Pesquisa realizada com título, resumo e palavras-chave, com limite temporal a partir de 2017 | 0 |
| 2 | | "teoria dos registros de representação semiótica" AND "matemática" AND "função" | | 09 |
| 3 | | "teoria dos registros de representação semiótica" AND "tecnologias digitais" AND "função" | | 0 |
| 4 | CAPES Teses e Dissertações | "ensino remoto" AND "matemática" AND "tecnologias digitais" | Pesquisa realizada com título, resumo e palavras-chave, com limite temporal a partir de 2017 | 21 |
| 5 | | "teoria dos registros de representação semiótica" AND "matemática" AND "função" | | 17 |
| 6 | | "teoria dos registros de representação semiótica" AND "tecnologias digitais" AND "função" | | 02 |
| Total de trabalhos | | | | 49 |

Fonte: Adaptado de Mendes; Pereira (2020, p. 205).

Conforme os dados do Quadro 4, foram encontrados um total de 49 estudos, entre teses e dissertações. Após a leitura de título, resumo e das palavras-chave, aplicando os critérios de inclusão e exclusão, 11 trabalhos integram o *corpus* de análise. Nenhuma tese atendeu aos critérios de seleção. As dissertações foram analisadas e categorizadas, de acordo com a análise de conteúdo de Bardin (2021), em três fases: (i) pré-análise, com a organização do *corpus* da pesquisa a ser investigado; (ii) exploração do material, que consiste no processo de codificação e categorização, seguido de descrição analítica; e (iii) tratamento das informações a partir das inferências e interpretações.

A seguir, a análise e discussões dos dados, agrupados em três categorias de análise, a saber: (i) Proposta de implementação do ensino remoto da matemática; (ii) Recursos tecnológicos usados nas aulas remotas de matemática; e (iii) Teoria dos Registros de Representação Semiótica/Ensino-aprendizagem da função afim.

4 Análise e discussão dos dados

Esta seção da pesquisa traz a análise e a discussão dos estudos selecionados, buscando responder às questões da pesquisa definidas previamente para essa revisão sistemática de literatura.

Os estudos selecionados nas bases de dados foram distribuídos por região, estado, instituição de origem e programa, conforme consta no Quadro 5.

Quadro 5 - Distribuição das produções acadêmicas por Instituições de Ensino Superior.

| Região | Estado | Instituição | Programa | Ano | Total | Total/ Região |
|---------|-----------------|--|--------------------------|------|-------|------------------|
| Sudeste | Minas Gerais | Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais | PPG Ensino de Matemática | 2021 | 2 | 4 |
| | | Universidade Federal de Ouro Preto | PPGEDMAT ³ | 2021 | | |
| | Rio de Janeiro | Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF | PROFMAT ⁴ | 2019 | 1 | |
| | Espírito Santos | Universidade Federal do Espírito Santo - UFES | PROFMAT | 2021 | 1 | |

³ PPGEDMAT: Programa de Mestrado Profissional em Educação Matemática

⁴ PROFMAT: Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional

| | | | | | | |
|---------------------|----------------|--|-----------------------|------|---|-----------|
| Sul | Paraná | Universidade Estadual de Londrina | PECEN ⁵ | 2017 | 1 | 3 |
| | | Universidade Estadual de Londrina | PROFMAT | 2021 | 1 | |
| | Santa Catarina | Universidade Federal da Fronteira do Sul | PROFMAT | 2020 | 1 | |
| Centro-Oeste | Goiás | Universidade Federal de Goiás | PROFMAT | 2021 | 2 | 2 |
| Norte | Acre | Universidade Federal do Acre | MPECIM ⁶ | 2019 | 1 | 1 |
| Nordeste | Pernambuco | Universidade Federal de Pernambuco | EDUMATEC ⁷ | 2021 | 1 | 1 |
| Total | | | | | | 11 |

Fonte: dados da pesquisa (2021).

A análise do Quadro 5 evidencia que a região que mais colaborou com produções relacionadas ao objeto da pesquisa foi a região Sudeste, com (4) estudos, seguida pelas regiões Sul, Centro-Oeste, Norte e Nordeste, com respectivamente, (3), (2), (1) e (1). É importante mencionar que (9) estudos são oriundos dos Programas de Mestrados Profissionais, com destaque para o Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT).

É possível observar que, nos anos de 2020 e 2021, foram desenvolvidas (8) produções, a maior parte relacionada a um dos aspectos do objeto da pesquisa, o ensino remoto, que começou a ser implementado nas instituições educacionais de forma emergencial a partir de 2020. Segundo Baltazar (2021), a necessidade do isolamento social exigiu o desenvolvimento de alternativas para o ensino, como o uso de *softwares* e ambientes virtuais de aprendizagem para as aulas remotas.

4.1 Análise das pesquisas por categorias

A organização dos dados foi realizada com base nas três fases de Análise de Conteúdo de Bardin (2021, p. 121), a saber: (i) pré-análise; (ii) exploração do material; e (iii) tratamento dos resultados, com inferência e interpretação. Na pré-análise, foi feita a leitura flutuante do resumo, das palavras-chave e da introdução das dissertações selecionadas. Nessa primeira fase, ocorreu ainda a sistematização das ideias iniciais e a organização do *corpus* da pesquisa a ser investigado.

⁵ PECEN: Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática

⁶ MPECIM: Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática

⁷ EDUMATEC: Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica

Na sequência, na segunda fase foi feita a exploração do material, por meio de codificação. A codificação ocorreu a partir da repetição de palavras como “ensino remoto da Matemática”, “função afim”, “Teoria dos Registros de Representação Semiótica”, “recursos digitais”, “metodologias de ensino”, “aulas online com o uso de aplicativos”, “aulas remotas” e “implementação do ensino remoto da Matemática”, constituindo unidades de registro que levaram à categorização.

Emergem assim as categorias de análise descritas no Quadro 6. A terceira fase abarcou tratamento dos resultados, inferência e interpretação, apresentando as articulações dos resultados, assim como as considerações sobre a temática investigada, com o intuito de responder às questões norteadoras dessa revisão sistemática da literatura.

Quadro 6 - Categorias de análise das produções mapeadas.

| Nº | Categorias | Quantidade |
|----|--|------------|
| 1 | Proposta de implementação do Ensino Remoto de matemática | 3 |
| 2 | Recursos tecnológicos usados nas aulas remotas de matemática | 4 |
| 3 | Teoria dos Registros de Representação Semiótica/Ensino aprendizagem da função afim | 4 |
| | Total | 11 |

Fonte: dados da pesquisa (2021).

Os dados do Quadro 6 dispõem as categorias e a quantidade de trabalhos em cada uma delas. As categorias 2 e 3 apresentam a mesma quantidade de estudos. As próximas subseções trabalham com a análise das produções, de acordo com as categorias elencadas.

4.1.1 Categoria I: Proposta de implementação do ensino remoto de matemática

Nesta categoria, aparecem as pesquisas que tratam sobre a implementação do ensino remoto nas instituições de ensino no contexto da pandemia da COVID-19. Esses trabalhos investigam os desafios e as demandas de adaptação das aulas presenciais, em espaços físicos, para as aulas remotas.

Esta categoria reúne três dissertações. Os objetivos propostos de cada pesquisa foram os seguintes: Santos (2021) apresentou ações e metodologias⁸ desenvolvidas para dar continuidade ao processo educacional no período de isolamento social, com ênfase nas atividades desenvolvidas pelos professores de matemática; Yamaji (2021) analisou as adaptações dos professores e estudantes envolvidos na implementação do ensino remoto

⁸ Adoção de metodologias inovadoras e ao uso de tecnologias voltadas para aprendizagem dos estudantes, como: vídeo aulas, conteúdos organizados em plataformas virtuais de ensino e aprendizagem, redes sociais e correio eletrônico.

emergencial, avaliando as mudanças dos espaços presenciais para o virtual; Cazal (2021) investigou a proposta de implementação do ensino remoto apresentada pela Secretaria de Estado de Minas Gerais (SEE-MG) no período da pandemia.

Os três estudos que integram essa categoria abordam as dificuldades e os desafios enfrentados pelos alunos e professores no período da pandemia, averiguando as medidas adotadas pelas redes estaduais para dar continuidade às atividades educacionais.

Cazal (2021) apresentou a implementação do ensino remoto em uma escola de Minas Gerais. O estudo foi desenvolvido com alunos do Ensino Médio regular, abordando o conteúdo de combinatória. A autora destaca as questões relacionadas à Educação a Distância (EaD) e ao ensino remoto em suas aproximações, considerando o ensino híbrido como um caminho para o cenário pós-pandemia. Santos (2021) traz o mapeamento das práticas metodológicas, entre elas o uso de tecnologias (salas virtuais da plataforma *Google-Classroom*, grupos das turmas no *WhatsApp*, *telegram*, vídeo aulas gravadas) utilizadas para dar continuidade às atividades educacionais no estado do Espírito Santo. Yamaji (2021) aponta as mudanças na rotina do professor de matemática e dos estudantes com a implementação das atividades remotas em uma escola estadual do Paraná, destacando a ambientação aos novos recursos tecnológicos e as novas demandas de ensino-aprendizagem da matemática.

De modo geral, as pesquisas destacam os desafios de implementação do ensino remoto emergencial. Segundo Yamaji (2021) e Cazal (2021), as experiências vivenciadas no ensino remoto proporcionam mudanças nas formas de ensinar e aprender a matemática depois da pandemia.

4.1.2 Categoria II: Recursos tecnológicos usados nas aulas remotas de Matemática

Na categoria “Recursos tecnológicos usados nas aulas remotas de Matemática”, estão reunidas as pesquisas que apresentam o uso de recursos digitais no ensino-aprendizagem da matemática de forma remota. Essa categoria apresenta quatro dissertações de mestrado. Baltazar (2021) buscou explorar metodologias⁹ para o ensino de frações em ambientes virtuais de aprendizagem durante o período de pandemia a partir do desenvolvimento de uma sequência didática com a utilização do GeoGebra. Mota (2021) investigou o uso de metodologias ativas e

⁹ Roteiros de atividades investigativas com referência a: estudo das frações, aplicação de sequências didáticas de forma remota em ambientes virtuais de aprendizagem, uso do *software* GeoGebra na versão online, além de aplicativos disponíveis no *Google Workspace for Education*, entre eles *Google Sala de Aula* e *Google Meet*.

das tecnologias no contexto do ensino remoto. Dias (2021) investigou a aprendizagem do conteúdo de estatísticas numa turma do 3º ano do Ensino Médio, por meio de aulas síncronas ministradas no contexto do ensino remoto emergencial. Konzen (2020) buscou promover reflexões sobre o uso da plataforma *Khan Academy* para o ensino de semelhança de triângulos nas aulas remotas.

Das pesquisas que integram essa categoria, três são voltadas para o Ensino Fundamental em seus anos finais. O Quadro 7 apresenta alguns recursos tecnológicos utilizados nas aulas remotas, os conteúdos abordados e o nível de ensino. É possível observar que diferentes aplicativos do Google foram utilizados nesse período.

Quadro 7 - Recursos tecnológicos usados no ensino remoto.

| Autor /ano | Recurso tecnológico | Conteúdo | Nível de ensino |
|--------------------|---|-----------------------------|------------------------|
| MOTA (2021) | <i>Microsoft Teams</i> | Área de figuras planas | Ensino Fundamental II |
| BALTAZAR (2021) | <i>Software GeoGebra</i> Aplicativos do Google <i>Workspace</i> | Frações | Ensino Fundamental II |
| KONZEN (2020) | <i>Khan Academy</i> Google Sala de Aula | Semelhança de Triângulos | Ensino Fundamental II |

Fonte: dados da pesquisa (2021).

Segundo Baltazar (2021), com a pandemia surgiu a necessidade de buscar formas alternativas para o ensino. As tecnologias se tornaram uma solução importante para enfrentar esse desafio. Conforme a autora, o *Software GeoGebra* possibilitou a construção de conhecimentos referentes ao objeto matemático investigado, proporcionando a adequação das habilidades propostas pela BNCC para os estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental. Konzen (2020) aponta que o uso da plataforma *Khan Academy* nas aulas remotas se mostrou eficiente, por conta de sua funcionalidade e pela disponibilidade dos conteúdos ofertados, assim como o Google Sala de Aula, que, segundo a autora, é bastante útil nas aulas remotas. Mota (2021) destaca que a utilização das ferramentas digitais contribui para a construção do conhecimento em ambiente remoto, proporcionando aos alunos novas formas de aprender, resolver problemas e argumentar.

Os resultados apresentados demonstram que os recursos tecnológicos utilizados nas aulas de matemática contribuíram para o ensino-aprendizagem do objeto matemático de forma remota. Os autores destacam que o uso de tecnologias disponíveis, como os aplicativos do Google, permitiram a adequação de novos espaços de aprendizagem, com o desenvolvimento

de atividades por meio de aulas virtuais síncronas e assíncronas¹⁰, possibilitando o atendimento das demandas educacionais no período de aulas remotas. Nessa perspectiva, o ensino remoto ajudou os professores com a reformulação de suas práticas pedagógicas, considerando o planejamento de aulas em diferentes formatos, que facilitam a construção do conhecimento matemático.

No entanto, mesmo diante de resultados positivos, os autores evidenciam alguns desafios enfrentados nesse período de ensino remoto emergencial. Como destaca Dias (2021), as aulas remotas trouxeram diversas dificuldades para os estudantes, entre as quais a acessibilidade tecnológica e a falta de espaço adequado para os estudos – essa realidade levou, em alguns casos, a uma baixa adesão dos alunos às aulas virtuais síncronas. Corroborando com Dias (2021), Konzen (2020) destaca a falta de rotina diária de estudos, com baixa participação e baixo índice de realização das atividades propostas. Segundo Baltazar (2021), o professor, além de planejar as atividades pedagógicas, tornou-se técnico em informática para resolver virtualmente pequenos problemas com os seus aparelhos e meios de conexão, auxiliando os alunos e os pais até mesmo à criação e a utilização do *e-mail*.

A partir da análise dos resultados obtidos nas categorias I e II, é possível constatar que as tecnologias digitais possibilitaram a continuidade das atividades escolares, em um período atípico de nossa história, pois a pandemia impôs mudanças significativas na sociedade e na educação. Nesse sentido, as tecnologias foram utilizadas de forma abrangente durante o ensino remoto, possibilitando a interação entre aluno/professor, aluno/aluno, familiares, enfim, todos que fazem parte do ambiente escolar, considerando ainda a aplicação de atividades de forma síncrona e assíncrona, a partir de diferentes recursos digitais, como aplicativos, *softwares*, ambientes digitais de aprendizagem, plataformas de videoconferência, entre outros, o que permitiu o desenvolvimento de novas formas de ensinar e aprender matemática.

4.1.3 Categoria III: Teoria dos Registros de Representação Semiótica/Ensino aprendizagem da função afim

Nesta categoria estão reunidas as pesquisas relacionadas à função afim, fundamentadas na TRRS de Duval. Ela é composta pelos estudos de Araújo (2021), Ribeiro (2019), Muniz (2019) e Faria (2017). Essas pesquisas investigam as atividades cognitivas de conversão dos

¹⁰ **Aulas síncronas** ocorrem em tempo real, ou seja, com a participação de alunos e professores em eventos marcados, com horários específicos utilizando aplicativos de videoconferência, como por exemplo, o *Zoom*, *Google Meet*. **Aulas assíncronas** são aquelas que por não ocorrerem por transmissão ao vivo, permitem que cada indivíduo organize seus estudos da forma que achar conveniente, independente tempo e lugar.

registros de representação gráfica e algébrico da função afim. Araújo (2021) analisou a conversão entre os registros de representações para o estudo da função afim. O autor destaca os equívocos entre as intersecções do traçado do registro gráfico e as unidades simbólicas. Ribeiro (2019) buscou analisar as contribuições do *software* GeoGebra para a aprendizagem de conceitos relacionados à função afim. Muniz (2019) buscou investigar as contribuições da TRRS, aliada à utilização do *software* GeoGebra e da plataforma *Khan Academy* para construção do conceito de Função e Função afim no 9º ano do Ensino Fundamental II. Faria (2017) investigou a coordenação das representações semióticas para aprendizagem da função do 1º grau, apresentando referenciais multimodos e múltiplas representações.

As pesquisas foram realizadas com alunos da Educação Básica. Duas delas (MUNIZ, 2019; RIBEIRO, 2019) se propõem a investigar as contribuições do uso das tecnologias digitais, utilizando a TRRS para potencializar a construção do conceito e a aprendizagem da função afim. Assim, partem da elaboração e da aplicação de uma sequência didática, envolvendo principalmente o uso do *software* GeoGebra para estudo das representações e registros da função afim. Para as autoras, a utilização desse *software* proporcionou a interação dos estudantes com o objeto matemático estudado, com consequente desenvolvimento da autonomia dos estudantes na realização das tarefas propostas.

Dos estudos que integram essa categoria, apenas a Dissertação de Muniz (2019) trabalha com o Ensino Fundamental II. Sua pesquisa busca evidenciar a importância de trabalhar com as várias representações de funções e com a TRRS para a aprendizagem da função afim, nos anos finais do Ensino Fundamental. De acordo com Muniz (2019), o uso do *software* GeoGebra possibilita explorar a conversão entre as representações gráficas e a representação algébrica da função afim. A visualização dessas transformações favorece a aprendizagem dos alunos. A autora também destaca a relevância da plataforma *Khan Academy* para a revisão das atividades desenvolvidas, como uma nova forma de aprender e praticar o ensino.

Na análise das pesquisas mapeadas, constatou-se que a maioria dos estudantes da Educação Básica apresenta dificuldades em articular as diferentes representações da função afim, em especial, a conversão do registro gráfico para o algébrico, algo que ocorre devido à forma de abordagem desse objeto matemático, “as análises diagnosticaram o emprego da abordagem ponto a ponto com tratamentos na expressão algébrica [...] e a abordagem ponto a ponto com apoio do registro tabular e tratamentos na expressão algébrica, como únicas estratégias de conversão” (ARAÚJO, 2021, p. 95).

De modo geral, os resultados das pesquisas apresentadas nessa categoria demonstraram a importância de trabalhar com diferentes registros de representação semiótica para a aprendizagem da função afim, a partir de situações de ensino que envolvem a conversão entre as representações da função afim, assim como das demais funções, considerando a abordagem de interpretação global de propriedades. Também revelam que a utilização da Teoria dos Registros de Representações Semiótica, aliada às tecnologias, contribui para o processo de ensino-aprendizagem da função afim na Educação Básica.

Entre os resultados da categoria III, destaque para as contribuições da TRRS para o ensino-aprendizagem da função afim. Tais pesquisas sublinham a relevância da compreensão da conversão dos registros de representação gráfica e algébrico, com ênfase na aprendizagem das funções por meio da interpretação global das propriedades figurais e da discriminação de todas as variáveis visuais pertinentes, para garantir a aprendizagem significativa desse objeto matemático.

5 Considerações finais

A análise dos estudos que integram essa revisão sistemática da literatura possibilitou revisitar as produções acadêmicas desenvolvidas relacionadas à temática da pesquisa. É perceptível que as tecnologias digitais disponíveis foram usadas para dar continuidade às atividades escolares no período da pandemia. Muitas dessas tecnologias não foram desenvolvidas para fins pedagógicos, mas possibilitaram a adaptação da sala de aula presencial para a virtual, considerando ainda o papel da TRRS para a aprendizagem da função afim. Tendo em vista os aspectos observados, é possível reconsiderar as questões que nortearam essa revisão: Como as tecnologias digitais foram utilizadas no ensino-aprendizagem da matemática no contexto do ensino remoto? Quais as contribuições da TRRS para o ensino-aprendizagem da função afim?

Os resultados da revisão apontam que, durante o período de ensino remoto, as tecnologias digitais se tornaram essenciais para a realização das atividades educacionais. Nesse contexto, foram utilizados diferentes recursos digitais e metodologias para possibilitar o desenvolvimento das atividades e a interação entre alunos e professor.

No entanto, fica evidente que muitos desafios foram enfrentados pelos alunos e professores, reforçando algumas dificuldades já vigentes no sistema educacional, relacionadas ao uso e ao acesso às tecnologias digitais no ambiente escolar, como acesso a uma internet de

qualidade, formação de professores, disponibilidade de computadores, entre outros recursos tecnológicos utilizados durante as aulas. Entretanto, essas experiências vêm proporcionando a produção de conhecimentos referentes à utilização dessas tecnologias nas aulas presenciais, de forma a viabilizar a construção significativa do conhecimento matemático.

As pesquisas relacionadas ao ensino-aprendizagem da função afim, com aporte teórico da TRRS de Raymond Duval, evidenciaram as contribuições dessa teoria para a compreensão das atividades cognitivas do registro de representação, considerando as mudanças internas e externas ao registro. Os resultados apontam a relevância de trabalhar as conversões entre os registros de representação gráfica e algébrica para a aprendizagem da função afim. Nas pesquisas analisadas, destaque ainda para a predominância de estudos realizados com os estudantes do Ensino Médio.

Assim, a pesquisa de mestrado em andamento investigará as contribuições das tecnologias digitais para a aprendizagem da função afim no Ensino Fundamental, em seus anos finais, sob a ótica dos registros de representação semiótica de Raymond Duval. A pesquisa possibilita um novo olhar para a utilização dessas tecnologias nas aulas presenciais, não apenas como suporte para a projeção do conteúdo, mas também como recurso dinâmico para a construção do conhecimento referente ao objeto matemático.

Referências

- ARAÚJO, J. R. **Conversão entre os registros de representação gráfico e algébrico da função afim**: análise a partir da interpretação global de propriedades figurais. 2021. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021.
- BALTAZAR, M. C. S. **O Ensino de frações com o GeoGebra em ambientes virtuais de aprendizagem para estudantes do 6º ano do ensino fundamental**. 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Federal de Catalão, Rio de Janeiro, 2021.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2021.
- BORBA, M. C.; SCUCUGLIA, R. R. S.; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em educação matemática**: sala de aula e internet em movimento. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2020.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular**. Brasília, 2018.
- CAZAL, D. F. I. **O ensino remoto de matemática no ensino médio em uma escola mineira**: percursos e percalços. 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2021.

CORRÊA, J. N. P.; BRANDEMBERG, J. C. Tecnologias digitais da informação e comunicação no ensino de matemática em tempos de pandemia: desafios e possibilidades. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**, v. 8, n. 22, p. 34-54, 2021.

DIAS, F. F. **Uma experiência com o ensino aprendizagem de estatística durante a pandemia**: percepções e desafios. 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Federal de Catalão, Catalão, 2021.

DUVAL, R. Gráficos e equações: a articulação de dois registros. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, v. 6, n. 2, p. 96-112, 2011.

DUVAL, R. Questões epistemológicas e cognitivas para pensar antes de começar uma aula de matemática. **REVEMAT**, Florianópolis, v. 11, n. 2, p. 1-78, 2016.

DUVAL, R. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, v. 7, n. 2, p. 266-297, 2012.

FARIA, R. A. **Integração multimodal e coordenação de representações semióticas em atividades de função do 1º grau**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

FREITAS, J. L. M.; REZENDE, V. Entrevista: Raymond Duval e a teoria dos registros de representação semiótica. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, v. 2, n. 3, p. 10-34, 2013. Disponível em: <http://www.fecilcam.br/revista/index.php/rpem/article/view/963>. Acesso em: 12 ago. 2022.

GARCIA, T. C. M. *et al.* **Ensino remoto emergencial**: proposta de design para organização de aulas. UFRN: SEDIS, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/29767>. Acesso em: 12 ago. 2022.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias**: o novo ritmo da informação. 8. ed. Campinas, São Paulo: Papirus, 2012.

KONZEN, S. **Reflexões acerca do uso do Khan Academy para o ensino de semelhança de triângulos em aulas remotas**. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional Instituição de Ensino) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2020.

MENDES, L. O. R.; PEREIRA, A. L. Revisão sistemática na área de ensino e educação matemática: análise do processo e proposição de etapas. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 22, n. 3, 2020.

MORETTI, M. T.; THIEL, A. A. O ensino de matemática hermético: um olhar crítico a partir dos registros de representação semiótica. **Práxis Educativa (Brasil)**, v. 7, n. 2, p. 379-396, 2012.

MOTA, T. P. S. **Ressignificando as aulas de matemática com metodologias ativas para o estudo de áreas de figuras planas no ensino remoto**. 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

MUNIZ, R. S. S. **O ensino de função pela perspectiva da teoria dos registros de representação semiótica apoiado por tecnologias digitais.** 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional Instituição de Ensino) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2019.

NÓVOA, A. A pandemia de Covid-19 e o futuro da educação. **Revista Com Censo: Estudos Educacionais do Distrito Federal**, v. 7, n. 3, p. 8-12, 2020.

RIBEIRO, E. S. **Potencialidades do software Geogebra como recurso tecnológico para consolidação do ensino da função afim.** 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática Instituição de Ensino) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2019.

SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa de evidências científicas. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, 2007.

SANTOS, E. C. C. **Os desafios do ensino de matemática no período da pandemia da Covid-19: um relato da experiência na Escola Estadual de Ensino Médio Dom Daniel Comboni.** 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2021.

YAMAJI, E. **A prática do ensino remoto emergencial em matemática na pandemia da Covid-19: uma experiência no ensino básico público.** 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2021.