**O GEOGEBRA COMO POTENCIALIZADOR DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E DAS REPRESENTAÇÕES SEMIÓTICAS**

Eli Ferreira dos Santos [[1]](#footnote-1)

Suzete de Souza Borelli [[2]](#footnote-2)

**RESUMO**

Este trabalho faz parte da nossa dissertação de mestrado profissional, que teve por objetivo investigar o uso da metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação através da resolução de problemas no desenvolvimento do conteúdo de razão e semelhança de triângulos. A metodologia utilizada foi a pesquisa qualitativa, elaborada a partir de uma sequência didática que permitiu observar como o ensino, a aprendizagem e a avaliação podem ocorrer de maneira simultânea, sob o olhar das representações semióticas de tratamento e conversão de Duval, potencializadas pelas representações dinâmicas do *Geogebra*. Como resultado da pesquisa, observamos que a combinação da metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação, propiciou aos alunos, possibilidades de visualizar e explorar diferentes formas de representações semióticas de tratamento e conversão que oportunizou a aprendizagem com significado do conteúdo de razão e semelhança de triângulos.

**Palavras-chave:** *Geogebra*. Ensino-Aprendizagem-Avaliação. Representação Semiótica.

**INTRODUÇÃO**

Esse trabalho teve por objetivo apresentar um dos problemas utilizados em nossa dissertação de mestrado profissional, que fez uso da metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação através da resolução de problemas. O tema matemático abordado foi o conteúdo de razão e semelhança de triângulos com o uso das representações dinâmicas do *Geogebra,* aplicada em uma turma do 9º ano do ensino fundamental de uma escola estadual da cidade de São Paulo, em novembro de 2022. Para compreendermos o trabalho realizado, é relevante pensarmos que um dos grandes desafios do trabalho em sala de aula para os professores que ensinam matemática sempre foi o planejamento de situações que garantam efetivamente a aprendizagem dos alunos, ou seja, organizar situações de aprendizagem que possibilitem a construção autônoma do conhecimento, criando e ampliando a capacidade de dar sentido às ideias matemáticas.

Nesse sentido, utilizar as tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC), especificamente o *software Geogebra* como apoio pode abrir novas perspectivas para o ensino e aprendizagem. Santos (2021) ressalta:

Nesse contexto de desenvolvimento tecnológico, as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) para muitos professores podem ser uma oportunidade de desenvolvimento pessoal, profissional e de novas metodologias necessárias para uma educação de qualidade. Cabe ressaltar as dificuldades encontradas para criar um ambiente agradável de ensino diante da falta de experiências e equipamentos necessários para gerar e pôr em prática essas novas metodologias. (Santos, 2021, p. 232)

Nessa perspectiva, concordamos com o autor, pois, o avanço tecnológico propicia aos professores e alunos oportunidades de utilizarem recursos digitais nas aulas e em outros espaços de aprendizagens por meio das plataformas e aplicativos disponíveis em computadores pessoais e smartphones, e ao mesmo tempo trazem desafios de conhecimento e uso, principalmente para professores, que na sua maioria não tiveram esses recursos disponibilizados durante a sua formação inicial.

Ao mesmo tempo, o uso da tecnologia em sala de aula está respaldado pela BNCC (2018), que nas competências específicas destaca, “Utilizar processos e ferramentas matemáticas, inclusive tecnologias digitais disponíveis, para modelar e resolver problemas cotidianos, sociais e de outras áreas de conhecimento, validando estratégias e resultados” (Brasil, 2018, p. 267).

Enfatizamos a importância do uso das ferramentas tecnológicas digitais nos processos de ensino e aprendizagem, principalmente nas aulas de matemática para resolver problemas. Sobre o uso do *Geogebra* concordamos com Santos (2021), que salienta:

Nesse software, cria-se várias possibilidades de ensinar e aprender de forma dinâmica aquilo que poderia levar um tempo muito maior de execução utilizando o caderno, a régua, o transferidor e o compasso, por exemplo. Por consequência, acarreta-se a perda de informações para análise de figuras geométricas devido às imperfeições. Tal software proporciona ao professor e ao aluno agilidade e interação na construção de objetos, dedicando maior tempo no desenvolvimento do raciocínio lógico, nas habilidades e nas competências necessárias para a execução e implementação das atividades. (Santos, 2021, p. 184)

Para o autor, o uso de tal *software* nas aulas ampliam os recursos de ensino e de aprendizagem, facilitando as construções das figuras geométricas, tanto quanto na sua visualização e compreensão. Nesse sentido, Silva (2020) afirma:

Pode-se afirmar que através das atividades realizadas com o Geogebra, o mesmo auxilia no desenvolvimento de competências e habilidades importantes no ensino de Matemática, que dificilmente seriam aprimoradas, se trabalhadas de forma tradicional, fazendo uso de aulas expositivas e apenas caderno e lápis como recursos pedagógicos. (Silva, 2020, p. 70)

O autor em sua pesquisa analisou a relevância do uso do *Geogebra* nas aulas de matemática em artigos apresentados no EBRAPEM nos anos de 2015 a 2018. Essas constatações corroboram com a nossa escolha pelo *software* e a sua viabilidade para as construções dinâmicas. Nóbriga (2015) afirma que os recursos oferecidos pelo *software Geogebra* permitem as construções dinâmicas simultâneas do registro algébrico e do geométrico, juntamente com o enunciado da atividade. Essas construções simultâneas para o autor, são as narrativas expressas na forma escrita e destaca a contribuição para o aprendizado dos alunos:

Uma contribuição dessa conexão é que o estudante pode ver qual a relação que existe entre as diferentes representações, ou seja, quando se altera algo no registro algébrico o que acontece no registro geométrico. Isso não acontece em Narrativas Matemáticas Estáticas. Nesse caso, pode-se até fazer as diferentes representações dos objetos da Matemática, mas essas são feitas de forma separada e em momentos diferentes, ou seja, para fazer a narrativa matemática com as diferentes representações, o estudante ou professor precisa fazer uma de cada vez. (Nóbriga, 2015, p. 103).

De acordo com o autor, ao utilizar um *software* apropriadocomo apoio para a resolução de atividades, ampliam os benefícios das aprendizagens, em razão de o professor e o aluno criarem conexões com as construções algébrica e geométrica simultaneamente. Essas construções, conforme Duval (2009) são as representações semióticas de tratamento e conversão.

As representações semióticas trazem a importância dos registros das representações, dos signos e caracteres para codificação. Duval (2009) traz dois termos que dão sentido e valor às representações, a noésis e semiósis, pensamento e representação, e afirma:

Se chamarmos de semiósis a apreensão ou produção de uma representação semiótica, e noésis os atos cognitivos como apreensão conceitual de um objeto, a discriminação de uma diferença ou a compreensão de uma inferência, pareceria então evidente admitir que a noésis é independente da semiósis ou, ao menos, a dirige. (Duval 2009. p. 15).

Para o autor, essa diferenciação de noésis e semiósis são ações que podem ocorrer quando se quer resolver um problema de matemática, ou seja, a noésis são as ações cognitivas para o processamento das informações e semioses são as várias representações das ações cognitivas. De acordo com o autor, mesmo sendo coisas diferentes, não é possível separá-las no pensamento humano. “A noção de representação torna-se, então, essencial como forma sob a qual uma informação pode ser descrita e considerada em um sistema de tratamento” e ainda ressalta que:

existe um paradoxo cognitivo do pensamento matemático: de um lado, a apreensão dos objetos matemáticos que pode ser apenas uma apreensão conceitual e, de outro lado, será por meio de *representações semióticas* que é uma atividade sobre objetos matemáticos que será possível ser realizada. (Duval, 1993, p. 38)

Diante desses argumentos, cabe-nos compreender que as representações podem estar presente em um enunciado em nossa língua materna, em uma fórmula, em uma tabela, em um gráfico, em uma figura geométrica, em um conjunto de números, em uma escrita algébrica, entre outros. Isso são exemplos de representações semióticas que permitem observar um conjunto de sistemas semióticos, com diferentes signos.

Um signo é tudo aquilo que representa algo para alguém, permitindo criar em sua mente, algo que lhe faça sentido.  O signo representa não todo o objeto em si, mas uma referência desse objeto, trazendo de alguma maneira um sentido para ele (HENRIQUES, ALMOULOUD, 2016). Para isso é preciso entender melhor quais são os registros que os alunos podem realizar adotando diferentes signos. Vejamos a figura a seguir:

Figura 1: Possíveis registros de uma representação de um objeto matemático.

|  |
| --- |
|  |

Fonte: Henriques, Almouloud, 2016, p. 2.

A ilustração acima mostra possíveis registros em que os alunos podem realizar, e que esses registros abordam diferentes representações do mesmo objeto. Para Duval (2009) “Não é possível estudar os fenômenos relativos ao conhecimento sem recorrer a noção de representação”, ou seja, a compreensão conceitual ocorre quando o aluno consegue fazer a diferenciação de um objeto da sua representação.  Ele destaca o funcionamento das atividades cognitivas fundamentais em três registros de representações: a formação, o tratamento e a conversão.

A Formação de representação semiótica é relativa ao uso de regras de conformidade, as quais permitem identificar um conjunto de elementos físicos ou de traços de uma representação. Por exemplo, o uso de uma fórmula, de uma figura geométrica, entre outras.

O tratamento é: “uma transformação que se efetua no interior de um mesmo registro, aquele onde as regras de funcionamento são utilizadas; um tratamento mobiliza então apenas um registro de representação” Duval (2009).  Por exemplo, o cálculo algébrico e numérico.

A conversão é: “ao contrário, uma transformação que faz passar de um registro a outro” Duval (2009). Como exemplo a mudança de um registro algébrico para o registro gráfico, ou figural, etc.

Quando o aluno faz outra representação do mesmo objeto, as regras de tratamento e funcionamento não permanecem, assim, como também as propriedades do objeto não se conservam e isso dificulta a compreensão. Duval (2009) argumenta que isso ocorre “porque um mesmo objeto matemático pode ser dado através de representações muito diferentes”. O autor chama a atenção porque as representações de tratamento e conversão são destituídas de sentido do objeto, enquanto o tratamento é uma transformação da representação interna de um registro, a conversão é uma transformação externa.

Duval (2009) afirma que: “Converter é transformar a representação de um objeto, de uma situação ou de uma informação dada num registro em uma representação desse mesmo objeto, dessa mesma informação num outro registro”. Isso gera complicações para o aluno quando tem que lidar com as diferentes representações. Nóbriga (2015) quando trata sobre as narrativas das construções dinâmicas pondera: “A conexão entre as representações fica a cargo do leitor, como se a atividade de conversão fosse algo espontâneo”. O professor ao ensinar deve conduzir as reflexões do aluno para perceber que as transformações de um mesmo objeto requerem evidenciar os conceitos de cada representação, o que não é algo mecânico. O autor ainda chama a atenção do professor, quando:

[...] na conversão do registro algébrico para o registro gráfico tem-se focado nos tratamentos em um mesmo sistema de registro, enfatizando procedimentos de técnicas algébricas, e somente após o estudante dominar esses tratamentos, realiza-se a conversão para o registro gráfico. Seria importante também o professor priorizar, nas atividades a serem ensinadas, a conversão de diferentes registros de um mesmo objeto de forma alternada e simultaneamente, para que fique clara a diferença entre o objeto e sua representação (Nóbriga, 2015, p.43).

A transição entre as diferentes representações é essencial no processo de aprendizagem, e o papel do professor é fundamental para ajudar os alunos a compreenderem as relações entre as diferentes representações. Isso envolve mostrar como um mesmo objeto pode ser representado de formas diferentes e como essas representações estabelecem relações nas resoluções dos problemas.

A resolução de problemas é uma das referências descritas na BNCC (2018), associa as situações apresentadas com as do mundo real, articulando as diversas unidades temáticas, e espera-se que os alunos possam ao mesmo tempo aplicar conceitos e procedimentos para buscar respostas a essas diversas situações, trazendo também a necessidade de elaborar ou formular problemas. Nesse sentido, os problemas devem fazer parte do ensino da Matemática, dando sentido ao que é ensinado e aprendido, com isso, aproximar a realidade do fazer do aluno na escola. A seguir, apresentaremos a resolução de problemas sob a ótica defendida por Onuchic e Allevato (2021).

As autoras desenvolveram uma metodologia composta por uma sequência de 10 etapas, que trata de forma articulada o ensino, a aprendizagem e a avaliação. Essa sequência é tratada como uma metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação através da resolução de problemas, tendo o professor como mediador entre o conhecimento que os alunos já possuem e aqueles novos que serão ensinados. Os alunos nesse percurso, tornam-se os protagonistas de suas próprias aprendizagens e para compreendermos melhor esse processo de resolução de problemas, defendido por Onuchic e Allevato (2021), abordaremos a seguir essa metodologia. A figura 1, mostra o esquema elaborado por Onuchic e Allevato (2021), indica que **“**o problema é o ponto de partida e a orientação para a aprendizagem de novos conceitos e conteúdos matemáticos”. Utilizaremos essa sequência de 10 etapas para discutir o problema escolhido.

Figura 2: Esquema das etapas da metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação.

|  |
| --- |
|  |

Fonte: Onuchic, Allevato, 2021, p. 51.

A figura acima indica as ações de cada etapa da metodologia e defendem a ideia de que ensinar matemática a partir de um problema gerador promove o desenvolvimento intelectual, o raciocínio lógico e cria um ambiente de desafios para os alunos. A palavra composta ensino-aprendizagem-avaliação tem por objetivo expressar uma concepção em que o ensino, a aprendizagem e a avaliação devem ocorrer simultaneamente durante a construção do conhecimento pelo aluno, com o professor atuando como mediador.

Sendo assim, a aplicação dessa metodologia abre espaço para o protagonismo do aluno de forma consciente, mobilizando conceitos e formas de relacioná-los.

**METODOLOGIA**

A pesquisa qualitativa está associada à ideia de um estudo de aspectos subjetivos do comportamento humano, definindo um local, um determinado tempo, uma cultura e abordando temas que não podem ser quantificados. Conforme Fiorentini e Lorenzato, (2012) apresentam, “tanto a prática do ensino quanto a prática da pesquisa exigem que o professor seja reflexivo”. O professor/pesquisador deve promover a reflexão sobre a pesquisa propriamente dita e a ação prática nas observações de ensino, na aplicação das atividades propostas da pesquisa e na sala de aula.

Neste estudo, foi realizado um recorte temporal focalizado na resolução do problema 3, ocorrida nos 5º e 6º encontros, a partir de um total de 8 encontros realizados em novembro de 2022. A escola estadual Milton Santos, na cidade de São Paulo, foi o cenário escolhido, especificamente em uma turma do 9º ano composta por 33 alunos, com idades entre 13 e 15 anos. A sala de aula e a sala de informática foram utilizadas como ambientes de observação, e proporcionou ao pesquisador analisar as interações dos alunos durante o curso da pesquisa. O objetivo central foi investigar a aplicação da metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação através da resolução de problemas no desenvolvimento de razão e semelhança de triângulos, visando interpretar e compreender como se deu o processo de aprendizagem dos alunos.

Para tal objetivo, foram empregados procedimentos específicos, tais como o diário de campo, utilizado para registrar as reflexões imediatas durante as interações com os alunos, e os registros fotográficos e as gravações, que serviram como recursos para reviver e refinar as interações, especialmente nas discussões dos grupos de alunos e nos momentos das interações do pesquisador abordava os conteúdos, bem como nas sessões de perguntas e respostas que envolveram a turma.

A seguir, apresentamos o problema 3, juntamente com a sua análise.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

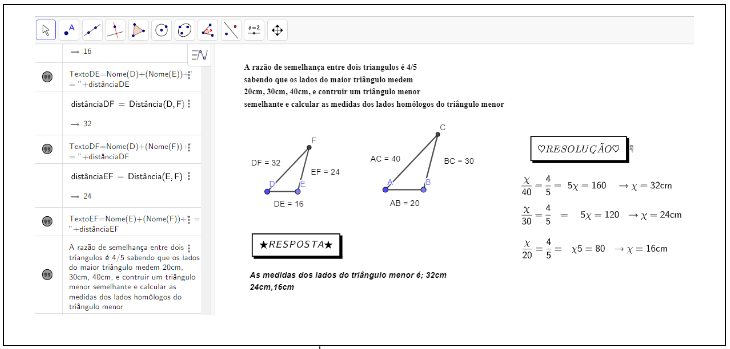
Esse problema foi desenvolvido na plataforma do *Geogebra* na sala de informática. Na figura 2 a seguir, apresentamos o problema 3 na versão do aluno.

Figura 3: Problema 3 - link de acesso na plataforma do Geogebra:<https://www.geogebra.org/m/wfysgbnw>.

|  |
| --- |
|  |

Fonte: elaboração do autor (2022).

Para a resolução do problema foram utilizadas todas as etapas da metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação e destacamos a resolução encontrada por um grupo de alunos, a qual faz parte da etapa 4 da metodologia em que os alunos em grupo resolvem o problema.

Figura 4: Resolução do problema 3 - grupo 1.Fonte: elaborado pelo grupo 1 (2022), <https://www.geogebra.org/classic/zkgthgu9>.

Percebe-se que a construção dos triângulos obedece às condições apresentadas no problema, ou seja, descobriram quais são as proporções dos lados (representação de conversão), e na representação de tratamento está expressado de modo correto. Observa-se que o grupo fez a representação de tratamento e conversão separadamente, mesmo com a intervenção do pesquisador. A solução encontrada está correta, cabe ressaltar que Duval (2009) afirma que o aluno aprende matemática quando consegue realizar mais de uma representação do mesmo objeto. Uma aluna desse mesmo grupo fez a apresentação do problema para a classe, essa apresentação é a etapa 6 (alunos apresentam a solução). A seguir, a apresentação da solução pelo pesquisador que faz parte da etapa 9, o professor formaliza o conteúdo matemático.

Figura 5: Apresentação da solução do pesquisador no *Geogebra*.

|  |
| --- |
|  |

Fonte: elaboração própria (2022), <https://www.geogebra.org/classic/vc8u7fz8>.

Na apresentação da solução, o pesquisador criou um seletor com 11 passos de construção, e à medida que era apresentado a solução algébrica e geométrica simultaneamente, os conceitos e as representações de conversão e tratamento foram evidenciados. Para Nóbriga (2015) “Uma contribuição dessa conexão é que o estudante pode ver qual é a relação que existe entre as diferentes representações, ou seja, quando se altera algo no registro algébrico o que acontece no registro geométrico”. O autor chama a atenção pelo fato da construção simultânea, expressão figural, expressão linguística e expressão algébrica, pode aumentar as percepções dos alunos na visualização da resolução e melhora a aprendizagem. Isso colabora para diminuir as dificuldades levantadas por Duval (2009) quando diz que nas diferentes representações, principalmente na transformação de conversão, que não tem nada de evidente para o aluno e afirma que é difícil o discernimento entre o objeto e a sua representação, acarretando obstáculos para o desenvolvimento da aprendizagem. Foi destacado pelo pesquisador e observado pelos alunos que a semelhança de triângulos ficou mais fácil de ser visualizada e compreendida pela utilização do seletor no modo passo de construção e também como foi disposto a imagem da resolução. Nessa atividade não foi solicitado aos alunos proporem novos problemas, no entanto, no passo 11 de construção, o pesquisador apresentou o recurso da homotetia para evidenciar a possibilidade de calcular outras proporções referentes aos lados dos triângulos e sugeriu uma extensão do problema gerador, ilustrando a etapa 10, a seguir:

Construir dois triângulos retângulos utilizando o recurso da homotetia do Geogebra para calcular o valor da hipotenusa e calcular a razão de semelhança*.*

**CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Apresentamos algumas considerações a partir da análise da resolução do problema 3, realizada com os alunos do 9º ano dos anos finais do Ensino Fundamental, que teve por objetivo investigar o uso da metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação através da resolução de problemas no desenvolvimento de razão e semelhança de triângulos. O problema escolhido nos permitiu observar:

* Que o *Geogebra* permitiu aos estudantes observar as representações em língua materna, na linguagem algébrica e na geométrica de maneira simultânea, diferentemente de quando se utiliza o caderno e a régua para a construção dos objetos de conhecimento, o que torna impossível perceber de forma simultânea.
* Ao usar a ferramenta passo de construção, evidenciou de forma organizada a apresentação dos conceitos de razão e semelhança de triângulos envolvidos no problema.
* O recurso da homotetia utilizado evidenciou a construção da solução com os triângulos em movimento, recurso da animação do *Geogebra*.

Outro aspecto importante de destaque é que as etapas da metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação que parte de um problema gerador permitiu aos alunos construírem novos conhecimentos a partir dos conhecimentos que possuíam, em processo de colaboração entre os alunos, mediado pelo professor.

No percurso da pesquisa, ao desenvolver a metodologia de formação proposta por Onuchic e Allevato (2021) que buscou integrar o ensino, a aprendizagem e a avaliação de forma simultânea em um processo colaborativo, foi essencial para a troca de ideias entre os alunos e pesquisador na construção coletiva do conhecimento. Essa abordagem envolveu a aplicação das 10 etapas, que promoveu a participação e estimulou o protagonismo dos alunos.

Nas interações potencializadas pelo *software* *Geogebra* foi possível verificar que a utilização do ambiente digitalpara a resolução de problemas trouxe maior entusiasmo e expectativas para as aulas, maior agilidade e evitando perda de informações na construção de objetos, se compararmos aos registros realizados no caderno. Além disso, possibilitou apresentar a visualização das mudanças de registro, quando se fazia uma alteração no registro algébrico, verificando o que ocorria no registro geométrico.

Durante a realização da atividade, os alunos foram levados a transitar por várias representações do mesmo objeto. Essas diferentes formas de representação colaboraram nos processos de aprendizagem e o uso das representações simultâneas proporcionadas pelo *Geogebra* diminuiu as dificuldades levantadas por Duval (2009), principalmente nas representações de conversão das expressões linguística, figural, algébrica e geométrica.

Entendemos que a combinação da metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação com as representações semióticas de tratamento e conversão potencializadas pelo *Geogebra* oportunizaram aos alunos explorar, visualizar, interagir na aprendizagem do conteúdo de razão e semelhança de triângulos.

**REFERÊNCIAS**

BRASIL. Ministério da educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Versão final. Brasília: MEC, 2018.

DUVAL, R. **Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée**. Annales de Didactiques et de Sciences Cognitives, Strasbourg, v. 5, p. 35-65, 1993.

\_\_\_\_\_\_\_. **Semioses e Pensamento Humano. Registros semióticos e aprendizagens intelectuais**. Trad. Lênio Fernandes Levy e Marisa Rosâni Abreu da Silveira, Ed. Livraria da Física, São Paulo - São Paulo, 2009.

FIORENTINI, D; LORENZATO S: **Investigação em educação matemática**. 3ª ed. Editora Autores Associados LTDA. Campinas. São Paulo, 2012.

NÓBRIGA, J. C. C: **GGBOOK: UMA PLATAFORMA QUE INTEGRA O SOFTWARE DE GEOMETRIA DINÂMICA GEOGEBRA COM EDITOR DE TEXTO E EQUAÇÕES A FIM DE PERMITIR A CONSTRUÇÃO DE NARRATIVAS MATEMÁTICAS DINÂMICAS**. Tese de Doutorado. UNB. Brasília. Goiás, 2015.

ONUCHIC, L. R.; ALLEVATO, N. S. G: **ENSINO-APRENDIZAGEM-AVALIAÇÃO DE MATEMÁTICA: POR QUE ATRAVÉS DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS?** RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS- Teoria e Prática, In ONUCHIC, L. L. R.; *eat al*.(Org). RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS - Teoria e Prática, 2ª ed. Jundiaí-SP: Paco Editorial, 2021.

SANTOS, E. F: **A Resolução de Problemas de Razão e Semelhança de Triângulos sob a Perspectiva das Representações Semióticas de Duval.** Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, UNICSUL, São Paulo - SP, 2023.

\_\_\_\_\_\_\_ . **O Uso do Google Meet, Software Geogebra e Google Forms na Reconfiguração do Processo do Ensino e Aprendizagem da Matemática. Cap 11.** In:\_\_\_\_\_ Terçariol A. Ap. L. et al. (Org). O (Re) Inventar de Práticas Pedagógicas com as Tecnologias Digitais em Tempos de Pandemia. 1ª ed. Jundiaí: Paco Editorial, 2021.

SILVA, L. T: **Análise bibliométrica dos artigos envolvendo o GeoGebra apresentados no Encontro Brasileiro de Pós-Graduação em Educação Matemática**. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, UNICSUL, São Paulo, SP, 2020.

1. Mestre em Ensino de Ciência e Matemática, Universidade Cruzeiro do Sul, [erafabruno@gmail.com](mailto:erafabruno@gmail.com) [↑](#footnote-ref-1)
2. Professor orientador: Suzete de Souza Borelli, Doutora em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Cruzeiro do Sul, [suzeteborelli@gmail.com](mailto:suzeteborelli@gmail.com)

   . [↑](#footnote-ref-2)