



6º SIPEMAT

Simpósio Internacional de Pesquisa
em Educação Matemática

6º INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RESEARCH IN MATHEMATICAL EDUCATION
6º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA
6º SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR LA RECHERCHE EM ÉDUCTION
MATHÉMATIQUE

23 a 25 de maio de 2024 – CAMPINA GRANDE- PARAÍBA - BRASIL
ISSN XXX-XX-XXXXX-XX-X

DISCURSO MATEMÁTICO DIGITAL, GEOGEBRA E A CONSTRUÇÃO DE SÓLIDOS PARA O CÁLCULO DE VOLUMES

Natália dos Anjos Sena Silva¹

RESUMO

Os vídeos estimulam os sentidos quando fazem parte do coletivo formado por humanos e tecnologias que constroem conhecimento matemático. Neste contexto, este artigo apresenta uma pesquisa em andamento que tem como objetivo analisar o processo de produção de vídeos nos quais os roteiros serão elaborados com foco na explicação da construção de sólidos para o cálculo de volume por meio de integrais com o auxílio do software GeoGebra. O referencial teórico que fundamenta esta pesquisa é o constructo Seres-Humanos-Com-Mídias e a noção de Multimodalidade. A metodologia de pesquisa adotada é em nove etapas de um processo de produção de vídeos direcionará a produção. O principal instrumento de pesquisa será o diário de campo e os dados serão os registros do referido diário e os próprios vídeos produzidos. A análise focará nas potencialidades dos softwares utilizados para construção dos sólidos e no potencial dos vídeos para a construção de um discurso matemático contextualizado e dinâmico. Espera-se com esta pesquisa identificar no discurso matemático construído com os recursos do GeoGebra o potencial necessário para a produção de um discurso matemático contextualizado, transformador e que auxilie na construção de conhecimento de forma significativa.

Palavras-chave: Cálculo Diferencial e integral. Produção de Vídeos. Superfícies. Tecnologias Digitais.

INTRODUÇÃO

¹ Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC. E-mail: nassilva.lma@uesc.br

No atual cenário universitário é notório a dificuldade de estudantes com as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral (Macedo; Gregor, 2020), o que tem tornando esta que é fundamental para as Ciências Exatas, um desafio para as instituições de Ensino Superior.

A visualização de sólidos limitada por superfícies é um dos tópicos trabalhos nesta disciplina e exige a capacidade de compreensão de conceitos matemáticos complexos em representações visuais, o que pode ser uma barreira cognitiva. Os estudantes enfrentam frequentemente dificuldades para compreender e aplicar esses conceitos matemáticos, principalmente devido à transição de abordagens mais simples da Matemática do ensino médio para um nível mais avançado. É muito importante que o discente esteja consolidado na interpretação e criação de representações gráficas de sólidos e suas superfícies.

Software de geometria dinâmica têm sido um recurso importante para o ensino de matemática desde a sua inserção na Educação Matemática no início dos anos 90 (Borba; Scucuglia; Gadanidis, 2018). Com o software GeoGebra em 2004 isso se intensifica, considerando a sua interface de fácil manuseio e por ser um software livre e de código aberto. A visualização de sólidos é uma aplicação direta dos conceitos de cálculo, tornando essencial a capacidade de conectar Álgebra e Geometria e o GeoGebra possui ferramentas que podem tornar esse processo mais compreensível.

Diante do exposto, esta pesquisa tem como objetivo analisar o processo de produção de vídeos nos quais os roteiros serão elaborados com foco na explicação da construção de sólidos para o cálculo de volume por meio de integrais com o auxílio do software GeoGebra. Nessa perspectiva a pesquisa busca analisar como o software GeoGebra pode ser utilizado para a construção de um roteiro de vídeo que torne a compreensão em torno da construção de sólidos limitados por superfícies mais acessível.

Nesta pesquisa será observado como o GeoGebra e os vídeos podem potencializar a aprendizagem, proporcionando uma combinação de visualização dinâmica e explicação detalhada por meio da transposição didática que é a transposição do saber científico para o saber ensinado usando a tecnologia vídeo.

O GeoGebra é uma poderosa ferramenta na visualização da Matemática, oferecendo uma abordagem dinâmica e interativa para explorar conceitos

matemáticos (Lamas; Mendes, 2017). Permite a criação de gráficos dinâmicos de funções, característica que facilita a visualização de mudanças nas variações, proporcionando uma compreensão mais profunda dos conceitos matemáticos. A pessoa que usa o software pode manipular variáveis, alterar parâmetros e observar o quão rápido é o impacto dessas mudanças nos gráficos e nas representações geométricas. Isso incentiva uma exploração ativa e experimental de conceitos matemáticos. Em tópicos avançados, como Cálculo Diferencial e Integral, o GeoGebra permite a visualização de relações complexas, isso é particularmente útil para compreender conceitos abstratos e desenvolver a intuição matemática. Segundo Borba, Scucuglia e Gadanidis (2018), a visualização matemática proporcionada pelo GeoGebra auxilia no desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático, habilidade crucial para a resolução de problemas.

Na busca por uma compreensão mais profunda do cálculo de volumes de sólidos no contexto do Cálculo Diferencial e Integral, essa pesquisa utilizará a poderosa combinação de produção de vídeos na Educação Matemática com o suporte do software GeoGebra. Essa abordagem permitirá explorar as etapas muitas vezes omitidas nos livros didáticos, concentrando-se na construção visual de sólidos e na aplicação de integrais (Neves, 2020).

Os vídeos permitem uma visualização dinâmica dos conceitos, possibilitando que os estudantes observem a construção de sólidos. Essa dinâmica é fundamental para uma compreensão mais profunda e para acompanhar o desenvolvimento do raciocínio matemático. A característica multimodal dos vídeos (Neves, 2023), combinada com as capacidades interativas do GeoGebra, influencia qualitativamente na aprendizagem. A característica multimodal dos vídeos, combinada com a interatividade do GeoGebra, pode criar um discurso matemático dinâmico e significativo, estimulando a construção ativa de conhecimento.

Espera-se que a elaboração do roteiro e produção do vídeo que será que explorará a construção de sólidos para o cálculo de volume, com o suporte do software GeoGebra, evidencie o potencial para promover a aprendizagem significativa para o ensino de Cálculo. Os materiais produzidos poderão impactar positivamente tanto os educadores quanto os estudantes, melhorando a eficácia do processo de ensino e de aprendizagem desta disciplina, fechando as lacunas

deixadas nos livros didáticos no que diz respeito à construção de sólidos limitados por superfícies.

PENSAR – COM – GEOGEBRA PARA A CONSTRUÇÃO DO DISCURSO MATEMÁTICO

O desenvolvimento tecnológico se confunde com o desenvolvimento humano ao longo do tempo. Segundo Kenski (2007), desde a Idade da Pedra os homens utilizaram de sua engenhosidade para sobreviver em ambientes hostis e nos dias atuais as novas tecnologias garantem o poder de alguns países sobre outros, mas também facilidades que, sendo bem utilizadas, podem promover qualidade de vida para as pessoas. De qualquer forma, as tecnologias já fazem parte do que é ser humano (Borba, 2012) e transformam as formas como o conhecimento é acessado e construído, desde o desenvolvimento das tecnologias mais antigas, como a linguagem e o registro de imagens em pedras.

De forma geral, a Educação é transformada continuamente a partir das tecnologias disponíveis. Papel, tinta, quadro, TV, computador, softwares e internet representam momentos em que a relação entre ser-humano e conhecimento foi remodelada a partir da sua presença na sala de aula. Na Educação Matemática as tecnologias digitais marcam cinco fases que destacam atividades e abordagens teóricas implementadas no seu ensino (Borba; Scucuglia; Gadanidis, 2018).

Segundo Borba, Scucuglia e Gadanidis (2018), a primeira fase das tecnologias digitais em Educação Matemática foi iniciada no ano de 1985 e se caracteriza pelo desenvolvimento de atividades de programação a partir do software LOGO; a segunda fase, no início dos anos 1990 se destaca pela utilização de softwares de geometria dinâmica e de computação algébrica e pelos estudos em torno das representações múltiplas; a terceira fase, iniciada em 1999, é marcada pela inserção da internet que possibilitou a Educação a distância online e as comunidades de aprendizagem a partir da interação e colaboração online; a quarta fase é caracterizada pela internet rápida e teve início em 2004, possibilitando a utilização de objetos virtuais de aprendizagem, o GeoGebra e seus Applets, vídeos e YouTube com diversos videoaulas de Matemática disponíveis. Applet é

um software aplicativo que é executado no contexto de outro programa e que, geralmente, tem algum tipo de interface de usuário, ou fazem parte de uma destas dentro de uma página da web.

Por fim, a quinta fase das tecnologias digitais em Educação Matemática é caracterizada pela utilização intensa das tecnologias digitais no período da pandemia de COVID – 19, segundo Borba, Souto e Canedo Jr (2022), mesmo considerando a extrema desigualdade vivenciada, principalmente, no Brasil.

De fato, a produção de conhecimento é promovida por humanos e tecnologias e é condicionada pelas tecnologias utilizadas no processo de ensino e aprendizagem (Borba; Scucuglia; Gadani, 2018).

Vale ressaltar que as tecnologias digitais que caracterizaram cada uma das cinco fases, assim como as bases tecnológicas das atividades matemáticas e as perspectivas teóricas que as fundamentaram se integram e influenciam mutuamente, não sendo excluídas com o surgimento de novas tecnologias (Borba; Scucuglia; Gadani, 2018). Dessa forma, o software GeoGebra, como tecnologia que possibilita a experimentação e a visualização matemática, têm seus recursos potencializados a partir das novas tecnologias, internet mais rápida e softwares amigáveis para a produção de vídeos, o que pode ser visto na versão do GeoGebra online que permite a realização de atividades conjuntas colaborativas, a elaboração de atividades e de Applets para compartilhamento.

No que diz respeito aos vídeos, como tecnologia educacional, Setton (2015) afirma que se trata de uma mídia que tem um papel educativo, assumindo hoje participação na formação moral e cognitiva dos indivíduos. Para Ferrés (1995) o vídeo leva a uma nova forma de conhecer e afirma, fundamentado nas ideias de McLuhan, que “o uso de novas tecnologias provocam alterações nas formas de pensamento e de expressão, nos processos e atitudes mentais, nas pautas de percepção, na proporção dos sentidos.” (Ferrés, 1995, p.13).

Essas ideias estão de acordo com a noção de Seres - Humanos – Com – Mídias (Borba; Villarreal, 2005), a qual assume que o ser humano é constituído também por tecnologias e as tecnologias são permeadas pelo humano, as quais interagem na produção de conhecimento. Dessa forma, o conhecimento é construído com uma mídia, seja ela a oralidade, a escrita ou celulares e está condicionado a ela. Segundo Borba (2012), as tecnologias digitais, como os

celulares e a internet, têm moldado não apenas a forma como o conhecimento é produzido, mas também a forma como o indivíduo se constitui enquanto humano.

Para Neves (2020), os vídeos que expressam ideias matemáticas sobressaem como uma tecnologia que estimula os sentidos na produção de conhecimento. A audição e a visão são realçadas pela combinação de imagens, sons, músicas, cenários, expressões corporais, movimentos de câmera, de forma que a compreensão da ideia matemática seja realizada não somente pelos processos dedutivos e analíticos, mas também pelos sentidos. Essa tecnologia, então, age significativamente na construção de conhecimento matemático.

METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS

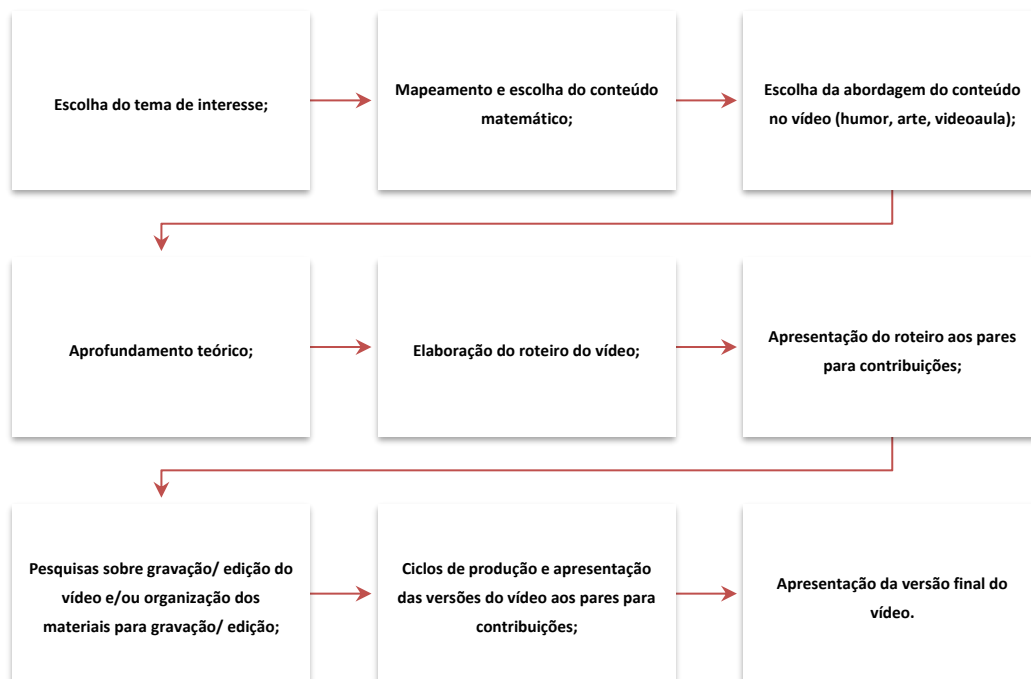
A metodologia, e consequentemente, os procedimentos de pesquisa, devem estar de acordo com a visão de conhecimento assumida pelo pesquisador (Lincoln; Guba, 1985). Esta pesquisa está fundamentada na ideia de que “conhecer é compreender de modo profundo em um processo quase infundável” (Borba; Almeida; Gracias, 2018, p. 77). Admite-se, ainda, que o conhecimento se constitui, de forma qualitativa, sob a influência de seres humanos e das tecnologias envolvidas no processo (Borba; Villarreal, 2005) de ensino e de aprendizagem.

Tendo como base a metodologia de pesquisa qualitativa (Creswell, 2016), na qual se realizam análises subjetivas referentes aos dados, esta pesquisa em andamento tem como objetivo analisar o processo de produção de vídeos nos quais os roteiros serão elaborados com foco na explicação da construção de sólidos para o cálculo de volume por meio de integrais com o auxílio do software Geogebra.

O principal instrumento a ser utilizado será o diário de campo (Santos; Neves, 2022) com o qual serão registradas as observações e reflexões em torno das potencialidades do GeoGebra e do vídeo para a construção de um discurso matemático contextualizado que favoreça a aprendizagem significativa.

O processo de produção de vídeos seguirá as etapas propostas por Santos e Neves (2022), como ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Etapas do processo de produção de vídeos com conteúdo matemático.



Fonte: Santos e Neves (2022, p. 11).

Na análise do processo de construção dos vídeos sobre o Cálculo de volume de sólidos limitados por superfícies serão considerados dois eixos: I) conhecimento teórico - o aprofundamento teórico é necessário para a construção do roteiro, de forma que se perceba as relações existentes entre representações gráficas e algébricas e outros recursos semióticos (multimodalidade) para a construção de um discurso matemático no vídeo que seja efetivo para a produção de conhecimento. ii) O conhecimento técnico - envolve a instrumentação com o software GeoGebra, que será utilizado na construção dos sólidos e técnicas de edição dos vídeos para a construção do discurso matemático digital.

A construção dos vídeos com conteúdo matemático envolve a transposição didática - conjunto de transformações que sofre um saber com a finalidade de ser ensinado- o que viabiliza reflexões em torno do processo de ensino. Os vídeos produzidos serão disponibilizados no site do Grupo de Pesquisa em Educação Matemática e Tecnologias Digitais (GPEMTec) para utilização da comunidade acadêmica.

O processo de produção dos vídeos será realizado com a contribuição dos membros do grupo GPEMTec, considerando as etapas de análise pelos pares do processo. Segundo Bogdan e Biklen (2006), na análise por pares, característica

das pesquisas qualitativas, pesquisadores do grupo de pesquisa discutem as interpretações feitas por um dado pesquisador sobre uma parte dos dados construídos. Dessa forma, é gerado um conhecimento em que a subjetividade das interpretações individuais é confrontada com colegas pesquisadores.

Vale ressaltar que esta pesquisa evidencia o processo reflexivo em torno da análise de um processo (Creswell, 2016). Segundo Santos e Neves (2022), a reflexão é um ponto chave para a ressignificação no processo de construção do conhecimento e do processo criativo, essencial na produção de um vídeo. Sobre esse tipo de processo, Ponte (2009) destaca que é importante primeiro refletir sobre sua própria experiência, pois o saber advindo da experiência dos outros não é suficiente, fazendo-se necessário refletir sobre a ação, refletir durante a ação podendo modifica-la ou adapta-la para melhor no devido momento, o que permite projetar o futuro adotando novas estratégias e garantindo uma intervenção racional.

Fundamentando-se nesses pressupostos, buscou-se refletir sobre o processo de produção de vídeos, com a utilização do software GeoGebra, a partir do olhar com as lentes teóricas do constructo teórico Seres - Humanos – Com - Mídias, Multimodalidade e seus aspectos próprios do discurso matemático.

RESULTADOS PARCIAIS

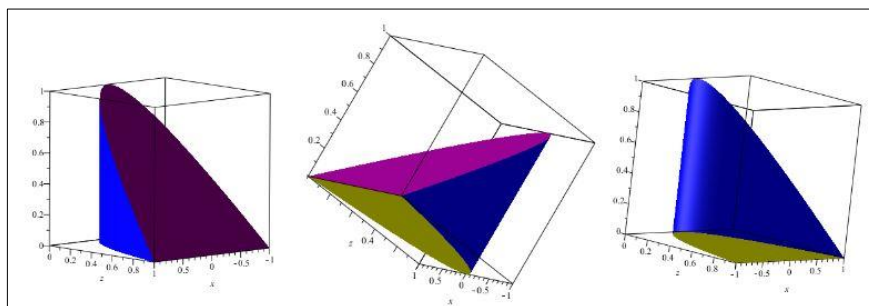
A pesquisa aqui relatada encontra-se em andamento. Observou-se que a construção de regiões com bordas curvas não é uma potencialidade do GeoGebra 3D e por esse motivo, incluímos o software Maple ao coletivo que constrói conhecimento nesta pesquisa. O software Maple, versão 18, tem licença disponível na instituição a qual esta pesquisa está vinculada.

A etapa em que se encontra a pesquisa é a construção do roteiro do primeiro vídeo com o auxílio das potencialidades do GeoGebra e do Maple para a construção dos sólidos limitados por superfícies. O que foi apurado, até o momento, é o conhecimento matemático evidenciado na prática de construção dos sólidos é significativo e favorece a reorganização do pensamento (Borba, 1999).

Para essas construções são necessárias diversas articulações de representações algébricas e geométricas ou gráficas. As superfícies se

interseccionam, do que resultam curvas espaciais que delimitam as regiões fronteiras do sólido. Essas partes de superfícies devem ser expressas de forma algébrica no software. A Figura 2 ilustra o sólido delimitado por dois planos e uma superfície cilíndrica. Trata-se de um exemplo clássico dos livros de Cálculo e que foi explorado por Neves (2020).

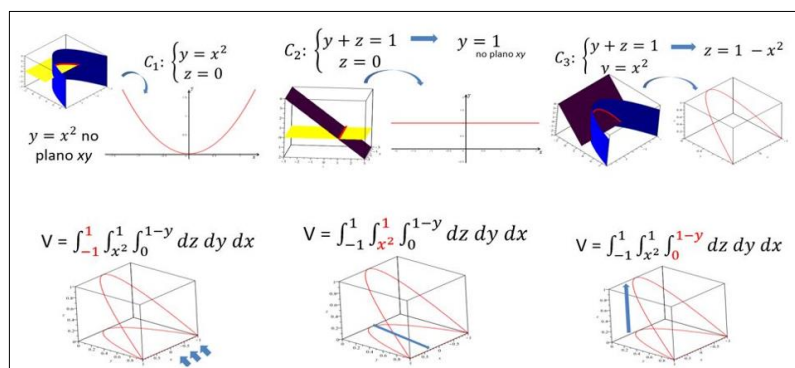
Figura 2 - Sólido resultante da interseção de superfícies.



Fonte: Neves (2020, p. 72)

As superfícies que compõem esse sólido são a superfície cilíndrica $y = x^2$ e pelos planos $z = 0$ e $y + z = 1$. A resolução do exercício do livro de Cálculo que pede que seja calculado o volume do sólido da Figura 1 sugere a mobilização de representações algébricas para obtenção das curvas resultantes das interseções das superfícies, que são os limites de integração necessários para o cálculo da integral, por meio das integrais iteradas, como afirma Neves (2020). Isso exige a análise gráfica das regiões que compõem o sólido, como pode ser observado na Figura 3, que ilustra a construção do cálculo do volume por Neves (2020).

Figura 3 – Construção da integral tripla para o cálculo do volume de um sólido.



Fonte: Neves (2020, p. 73)

Esse processo está sendo realizado na pesquisa para o referido sólido e será seguido da elaboração do roteiro. Vale ressaltar que a desconstrução do sólido para a explicação de como ele se constitui, no vídeo, está sendo necessário. O processo de explicar detalhadamente a construção do sólido no software GeoGebra e Maple evidencia diversos conceitos matemáticos, desde ângulos até a representação de regiões em planos no espaço.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa evidencia a análise de potencialidades de recursos digitais, software e vídeo, e os seus papéis no coletivo de Seres-Humanos-Com-Mídias. Os recursos do vídeo ao interagirem, trazem “novas cores” à Matemática, transformando o discurso matemático. Os software exploram o fator visual, importante para a aprendizagem matemática, quando combinado com outras representações, construindo, a partir disso, um discurso dinâmico e multimodal. Isso pode potencializar o discurso matemático, dependendo da escolha das representações e de como são combinadas (Neves, 2020).

Esta pesquisa pretende jogar luz sobre o fenômeno da utilização de vídeos para aprender e que está acontecendo nas salas de aulas das diversas modalidades. Com o vídeo o conhecimento matemático pode ser produzido com significado e pode estar mais próximo da sala de aula do século XXI.

Refletir sobre como essas tecnologias, software e vídeos o GeoGebra, podem se tornar agentes no coletivo formado por humanos e tecnologias é um passo significativo para o ensino e aprendizagem da Matemática e o material produzido nesta pesquisa levará a novas questões de pesquisa.

REFERÊNCIAS

- BOGDAN, Robert C; BIKLEN, Sari Knopp. **Qualitative research for education: an introduction to theories and methods**. 5. ed. Boston: Pearson Education, 2006.
- BORBA, M. C. Tecnologias Informáticas na Educação Matemática e Reorganização do Pensamento. In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani (org.).

Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas. São Paulo: Editora UNESP, 1999. p. 285 – 295.

BORBA, M. C. **Humans-with-media and continuing education for mathematics teachers in online environments.** ZDM Mathematics Education, Berlim. v. 44, p. 802–814. 2012.

Borba, M. C.; Scucuglia, R.; Gadanidis, G. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática:** sala de aula e internet em movimento. 2.ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2018.

Borba, M. C.; Souto, D. L. P.; Canedo Jr., N. R. **Vídeos na Educação Matemática:** Paulo Freire e a quinta fase das tecnologias digitais. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2022.

Borba, M. C., Villarreal, M. E. **Humans-with-Media and the reorganization of mathematical thinking:** information and communication technologies, modeling, visualization and experimentation. New York: Springer, 2005.

Creswell, J. W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa:** escolhendo entre cinco abordagens. 3. Ed. Porto Alegre: Penso, 2014.

Ferrés, J. **Vídeo e educação.** 2.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

Kenski, V. M. **Educação e tecnologias:** o novo ritmo da informação. 8.ed. Campinas: Papirus, 2007.

Lamas, R. C. P.; Mendes, I. **GeoGebra:** animações geométricas. Curitiba: Appris Editora, 2017.

Lincoln, Y.; Guba, E. **Naturalistic Inquiry.** Londres: Sage Publications. Lisboa – Portugal: Edições 70, 1985.

Macedo, J. A.; Gregor, I. C. S. Dificuldades nos processos de ensino e de aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral. **Educação Matemática Debate**, vol. 4, pp. 1-24, 2020

Neves, L. X. **Intersemioses em vídeos produzidos por licenciandos em Matemática da UAB.** Tese de Doutorado em Educação Matemática – UNESP, 2020.

Neves, L. X. O discurso matemático digital sob a lente da Sistêmico Funcional – Análise do Discurso Multimodal. In: Borba, M. C; Xavier, J. F.; Schunemann, T. A. (Org.). **Educação Matemática:** múltiplas visões sobre Tecnologias Digitais. São Paulo: Livraria da Física, 2023.

Ponte, J. P. **Palestra proferida na PUC/SP**, campus Marquês de Paranaguá, em 10/03/2009.

Santos, D.I.O.; Neves, L. X. Multimodalidade e a construção do conhecimento matemático. **Perspectivas da Educação Matemática**, v. 15, n. 38, 2022.

Setton, M. G. **Mídia e educação**. São Paulo: Contexto, 2015.