



O CAMPO DA VISUALIZAÇÃO MATEMÁTICA NO ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA

Luciano Gomes Soares ¹

RESUMO

Discorreremos sobre uma pesquisa bibliográfica referente ao papel da visualização matemática para o ensino e aprendizagem de matemática. Refletimos também de que forma esse campo da Educação Matemática pode contribuir para o processo de produção de significados, em relação a diversos conteúdos matemáticos. Em nosso estudo, buscamos discutir sobre a abordagem semiótica, fazendo interseções com os mais diversos estudiosos da visualização matemática como forma de montarmos um diálogo teórico acerca do assunto. Para isso, nos fundamentamos nos estudos de Presmeg, Flores, Peirce, Duval, Soares, analisando como possíveis recursos imagéticos podem auxiliar os alunos nos processos de visualização matemática para obter novas informações ou conhecimentos e resolver problemas, bem como, compreender o contexto em que ambas as teorias desses autores estão inseridos.

Palavras-chave: Visualização, Visualização Matemática, Semiótica, Ensino de Matemática.

INTRODUÇÃO

Nesse artigo, vamos discutir a literatura, mostrando um pouco sobre o campo da visualização matemática e do processo de formação do pensamento matemático, ambos sendo articulados com a semiótica de Peirce (2005).

Como sabemos, alguns recursos imagéticos, como a imagem, se transformou com o passar dos anos, e as tecnologias foram importantes para que esse processo de evolução chegasse a nossa realidade. É importante destacar que os computadores tornaram possível a visualização de gráficos, imagens, ilustrações, animações e também da realidade virtual de alcançar novos níveis de cor, realismo e interatividade. Vários estudiosos explanam em seus estudos que as mídias de visualização assumem papéis, podendo auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem (SOARES, 2019).

Para Guzmán (2002), ao se estudar os conceitos, ideias e métodos sobre os processos de visualização, essas informações podem ser representadas por meio de números, palavras e outros tipos de representações simbólicas. Representar essas

¹ Universidade Estadual da Paraíba. Email: lgedumat@gmail.com;



informações com símbolos pode ser uma prática difícil para os alunos com dificuldades de aprendizagem entender e, eventualmente, começar a se apropriar delas para usar em seu dia a dia. Ainda segundo esse autor, a informação é frequentemente representada visualmente na Matemática como um método de organizar, estender ou substituir outros métodos de apresentação, que, normalmente, são as formas que essas informações se apresentam para todos nós. A partir disso, o autor conclui que a representação visual na Matemática envolve tanto a criação quanto a formação de modelos (esquemas) que refletem informações matemáticas.

De fato, o papel da visualização na aprendizagem da Matemática tem sido objeto de pesquisa de muitos estudiosos (DREYFUS, 1986; PRESMEG, 1986; ZIMMERMANN; CUNNIGHAM, 1991; FLORES, 2010; FLORES *et al.*, 2012; MACIEL, 2015; SOARES, 2019). De acordo com Flores (2010), a partir da percepção humana visual, várias pesquisas surgiram em torno da visualização, em particular, sobre o papel da visualização para os processos de ensino e aprendizagem de Matemática. Para ela, o termo visualização é mais usado quando existem conexões entre as apreensões perceptiva e operatória. Flores também afirma que a visualização não exige nenhum conhecimento matemático, mas ela pode comandar a apreensão operatória.

Ao considerar o importante papel da visualização no contexto das pesquisas em Educação Matemática, naturalmente surge uma indagação: o que é a visualização matemática?

Com base nessas considerações, trataremos neste trabalho de uma pesquisa bibliográfica referente ao papel da visualização matemática no ensino de Matemática. Para isso, apresentaremos as ideias de Peirce (2005) tendo como foco de nossa discussão a compreensão do modo do pensar matemático e como acessamos aos objetos matemáticos em nossa mente.

Discutimos essa temática, no *Leitura e Escrita em Educação Matemática (LEEMAT)*, que é um Grupo de Pesquisa da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), e tem por objetivo problematizar questões relativas à leitura e escrita em Educação Matemática, principalmente aquelas concernentes à linguagem matemática, à produção de significados em aulas de Matemática, inclusive na formação de professores, no âmbito escolar e na universidade. Em sua metodologia, o LEEMAT inclui a pesquisa teórica acerca destas questões e alguns desdobramentos direcionados para o trabalho em sala de aula.



Nos últimos anos, o LEEMAT tem pesquisado a produção de conhecimento em sala de aula, em especial, sobre os processos de construção de objetos matemáticos, os quais podem ser relacionados à constituição do conhecimento matemático em estudo e à organização de situações que envolvem o ensino e a aprendizagem. Diversos trabalhos já foram desenvolvidos com foco nessa mesma temática.

Vale destacarmos também que o tema abordado veio como sugestão de um seminário apresentado no LEEMAT, no momento em que estávamos discutindo sobre os temas centrais de nossas pesquisas de mestrado.

ABRINDO AS JANELAS PARA A VISUALIZAÇÃO

A partir do trabalho de Presmeg (2006), foi possível traçar uma nova linha de pesquisa na Educação Matemática colocando em discussão o papel da visualização e do pensamento matemático. Percebemos que muitos pesquisadores enfatizam a importância da visualização e do raciocínio visual para aprender Matemática, é um meio que pode servir como auxílio para que exista o entendimento no processo de atribuição de significados a conceitos matemáticos.

Nesse sentido, embora a visualização desempenhe um importante papel nas atividades matemáticas, precisamos entender as influências que a visualização teve no desenvolvimento da Educação Matemática e do seu ensino. Flores *et al.* afirmam que,

[...] de um modo geral, o fundamento teórico é subjacente aos estudos da psicologia cognitiva problematizando aspectos do pensamento visual na aprendizagem matemática. As pesquisas situam-se, assim, no campo da didática da matemática, da semiótica e das perspectivas socioculturais (FLORES *et al.*, 2012, p.32).

Esses pesquisadores, em sua literatura, destacam pesquisas ligadas à Educação Matemática que enfatizaram a importância do desenvolvimento do raciocínio visual para os processos de ensino e aprendizagem de Matemática; outros no contexto da resolução de problemas; outros defenderam o uso das tecnologias no processo de visualização em Matemática e ainda outras pesquisas que enfatizaram o uso da visualização por professores em sala de aula. Esses autores também destacam,

As definições que aparecem com maior ênfase nos trabalhos tratam visualização como: processo de construção e transformação de imagens visuais mentais; uma



atividade cognitiva que é intrinsecamente semiótica; processo de formação de imagens (mentais, ou com lápis e papel, ou com o auxílio de tecnologias) e utilização dessas imagens para descobrir e compreender matemática; forma de pensamento que torna visível aquilo que se vê, extraindo padrões das representações (FLORES *et al.*, 2012, p.40).

Em outro estudo, Flores (2010) ainda destaca que alguns estudos passaram a discutir aspectos dando ênfase ao currículo e à eficiência do uso da visualização, pois,

[...] empreenderam-se investigações sobre questões ligadas, por exemplo, à relutância aparente de estudantes para visualizar em Matemática; ao papel da representação no pensamento humano; às diferenças de gênero no uso da visualização matemática; ou, ainda, ao modo como matemáticos usam imagens na produção de conhecimento (FLORES, 2010, p.272).

Para Presmeg (2006), a visualização matemática é o processo de construção e transformação de imagens mentais e visuais, que envolvem a Matemática, permitindo entender e explorar os fenômenos matemáticos em nossa mente. Ainda segundo essa pesquisadora, a imagem visual é uma construção mental que pode representar informações visuais ou espaciais.

Esses conceitos, estudados por Presmeg, vai ao encontro dos estudos de Soares (2019), sobre quando o autor comenta sobre como os fenômenos (signos) se apresentam em nossa mente e da forma como ocorrem os processos de significação. A teoria de Peirce (2005) nos dá um suporte que auxilia a entender o processo de representação mental e a elaboração de pensamentos, por meio da semiose. Porém, é interessante destacar que, enquanto a representação mental nos norteia para o processo de objetivação, as representações que envolvem a semiótica nos dão suporte como instrumento de objetivação e de expressão.

Nesse contexto, Zimmermann e Cunningham destacam que a visualização matemática é,

[...] a capacidade do aluno para desenhar (formular) um diagrama (imagem mental) apropriado (com lápis e papel, ou em alguns casos, com um computador) para representar um conceito matemático ou problema e usar esse diagrama como auxílio na resolução de problemas, alcançando a compreensão (da Matemática). Em matemática, a visualização não é um fim em si mesmo, mas um meio para um fim, que é a compreensão (ZIMMERMANN; CUNNINGHAM, 1991, p.3, tradução nossa).



Para Dreyfus² (1990, apud FLORES *et al.*, 2012, p.34), “[a] visualização do ponto de vista da Educação Matemática inclui duas direções: a interpretação e compreensão de modelos visuais e a capacidade de traduzir em informação de imagens visuais o que é dado de forma simbólica”. Dessa forma, entendemos que o autor considera a visualização como um meio para se estabelecer novas relações com os objetos matemáticos, resultando na capacidade de leitura do que é apresentado visualmente.

Por outro lado, Zimmermann e Cunnigham (1991) explicam que, ao estabelecer uma relação para visualizar uma representação, significa compreender o problema em termos de uma linguagem visual, ou seja, esse fenômeno resulta em um “[...] processo de formação de imagens (mentalmente, ou com lápis e papel, ou com o auxílio da tecnologia) e utiliza eficazmente essas imagens para descoberta matemática e compreensão” (ZIMMERMANN; CUNNIGHAM, 1991, p.4, tradução livre³).

De acordo com Phillips *et al.* (2010), a visualização matemática é o processo de formulação mental por meio do qual o *visualizador* elabora conjecturas mentais, a partir do que se está sendo observado, auxiliando o *visualizador* em sua aprendizagem ou compreensão de alguma coisa. Ainda segundo os autores, o objeto de visualização pode ser uma imagem, um diagrama esquemático, uma simulação de computador, ou um vídeo.

Para Guzmán (1996, apud FLORES *et al.*, 2012, p.34), a “visualização em matemática constitui um aspecto importante da atividade matemática onde se atua sobre possíveis representações concretas enquanto se descobrem as relações abstratas que interessam ao matemático”.

Dessa forma, em consonância com os estudos de Soares (2019), entendemos que, nesse meio, a visualização é um recurso que, pode abrir o caminho para diferentes maneiras de pensar em Matemática ao construir estruturas simbólicas que possam auxiliar no processo de criação, interpretação e reflexão sobre fotografias e imagens, e também na produção de imagens mentais no desenvolvimento da resolução de problemas.

² Dreyfus, T. Advanced Mathematical thinking. In: NESHER, P.; KILPATRICK, J. (Eds). **Mathematics and Cognition**. Cambridge: University Press, p.113-134, 1990.

³ [...] process of forming images (mentally, or with pencil and paper, or with the aid of technology) and using such images effectively for mathematical discovery and understanding (ZIMMERMANN; CUNNIGHAM, 1991, p.4).



No contexto da perspectiva sociocultural, Flores *et al.* (2012), referendados por Arcavi⁴ (1999), defendem a visualização matemática como,

[...] um método para ver o não visto, o abstrato. Além disso, ao considerar a sala de aula como uma comunidade de práticas, a visualização por meio dos gráficos, diagramas e modelos, passa a ser uma interação entre pessoas e coisas, onde modos de ver emergem de uma prática social (FLORES *et al.*, 2012, p.35).

Nesse sentido, Guzmán (2002, p.205) afirma que os “conceitos matemáticos, ideias e métodos, têm uma grande riqueza de relações visuais que são intuitivamente representáveis de diversas maneiras” e observa que as “representações concretas dos objetos que se está manipulando para ter uma abordagem mais eficiente da abstração que se está interpretando é o que chamamos de visualização matemática” (GUZMÁN, 2002, p.205).

Nesse contexto, sendo referendado pelas teorias de Piaget, Presmeg (2006) explica que, quando uma pessoa imagina algo (incluindo modelos matemáticos), forma-se uma imagem visual na mente da pessoa, que o auxiliará na orientação dessa criação. Dessa forma, a visualização é levada a incluir processos de construção e transformação de imagens mentais visuais e todos esses modelos que podem estar envolvidas na Matemática (PRESMEG, 1986).

Por sua vez, Zimmermann e Cunningham (1991) explicam que,

A visualização implica na compreensão a partir das imagens que se formulam na mente para o entendimento (compreensão). Na Matemática, bem como na computação, podemos visualizar algo que não é visível ou que nunca foi visto. A visualização pode ser o conhecimento obtido para a contemplação das ideias já na mente. Vários matemáticos podem recordar da experiência de uma imagem ter vindo espontaneamente à mente na resolução um problema - uma imagem de algum objeto ou figura que eles podem nunca ter realmente visto. (ZIMMERMANN; CUNNINGHAM, 1991, p.4, tradução livre).

Para esses autores, a visualização matemática não é apenas para visualizar algo por meio de fotografias, por exemplo. Mas sim uma forma de substituir uma ideia de forma superficial que foi construída mentalmente para ajudar na criação de conexões com vistas à compreensão sobre algo. Assim, entendemos que essa percepção, que origina a percepção mental, pode ser moldada ao ser atribuído o nível de profundidade

⁴ ARCAVI, A. The Role of Visual representations in the learning of mathematics. **XXI Conference on the Psychology of Mathematics Education**, North American Chapter, México, p.26-41, 1999.



do objeto matemático, como também seu significado, desenvolvendo a sua compreensão, podendo servir como norte para a resolução de problemas e inspirar novas descobertas criativas.

Ainda segundo Zimmermann e Cunnigham (1991), para alcançar este tipo de entendimento, a visualização não pode ser isolada do resto da Matemática, não requerendo apenas aquelas atividades que, como a geometria, lida com situações espaciais. O pensamento visual e as representações gráficas devem estar ligados a outros modos de pensamento matemático e outras formas de representação. Para isso, o *visualizador* (ou intérprete) precisa saber a melhor forma de representar as ideias, seja simbólica, numérica ou graficamente.

Nesse sentido, entendemos que é preciso desenvolver a capacidade de escolher a abordagem mais adequada para um problema particular, e para compreender as limitações das representações por meio a linguagem matemática, pois, nas atividades matemáticas em que a abstração nos leva muito além do que é perceptível a nossa visão, muitas vezes “[...] usa-se processos simbólicos, diagramas visuais e muitas outras formas de processos mentais que envolvem a imaginação [...] para explorar diferentes tipos de atividades matemáticas” (GUZMÁN, 2002, p.2).

Ao considerar as estruturas e componentes sobre a visualização na Educação Matemática, Flores (2010), referindo-se aos estudos de Presmeg (2006), sugere uma articulação entre essas linhas de pesquisa, propondo:

[...] Compreender as diversas formas de olhar, de praticar a vista, considerando a cultura visual de diversas épocas e grupos sociais. Isso pode conduzir a uma nova compreensão teórica acerca da percepção visual, da representação da imagem e da elaboração e representação de conceitos matemáticos. [...] Analisar como aparatos técnicos modificaram a visão, tais como a técnica da perspectiva, as máquinas para ver, as máquinas fotográficas, os microscópios, a internet, entre outros. Isso permite não só ver a elaboração conceitual técnica, mas também compreender formas convencionais de ver e de representar. Ler imagens criticamente, percebendo aí formas de dominação, de passividade, rotina, vigilância, relacionando saberes matemáticos na constituição dos sujeitos. Isso pode ajudar a perceber formas de subjetivação, de racionalização, de controle, de estética que induzem formas específicas de olhar. [...] Analisar o emprego de figuras geométricas na prática do professor, no livro de matemática para o ensino de geometria. Isso possibilita ver a prática e a manutenção de uma forma específica de ver, que tem seu início na invenção da técnica da perspectiva (FLORES, 2010, p.291-292).



Nesse mesmo viés, seguindo a mesma linha de pensamento de Flores (2010), Flores *et al.* (2012) discutem que o termo visualidade vem sendo proposto em pesquisas, na Educação Matemática, para abordar os aspectos visuais no ensino e na aprendizagem. A partir disso, os autores situam a visualização matemática como uma nova tendência de pesquisa, quando se propõe adotar os “conceitos de visualidade como estratégia de análise em trabalhos da linha de visualização em Educação Matemática” (FLORES *et al.*, 2012, p.42).

Por fim, esses autores ainda explicam que, enquanto a visualização norteia a aprendizagem de conceitos e o desenvolvimento de habilidades visuais, a visualidade tende a problematizar as experiências visuais mediadas por imagens ou artefatos visuais, no âmbito da história e da cultura.

Com base nessas considerações, entendemos que um dos pontos que precisamos refletir é sobre o papel da visualização no ensino da Matemática.

METODOLOGIA

Dividimos nossas leituras em duas etapas, subdivididas em tópicos. Na primeira destas etapas, discorreremos sobre o papel da visualização nos processos de ensino e aprendizagem da Matemática.

Na segunda etapa de nossa pesquisa, falamos sobre a importância dos estudos da visualização matemática para a Educação Matemática que poderá nos auxiliar em estudos dos processos envolvendo a cognição dos alunos no desenvolvimento do pensamento matemático.

Quanto ao tipo de pesquisa, segundo Moresi (2003), “do ponto de vista da forma de abordagem do problema”, nossa pesquisa se enquadra no tipo qualitativa, que, segundo D’Ambrosio (2004, *in* BORBA; ARAÚJO, 2004, p.10) “tem como foco entender e interpretar dados e discursos, mesmo quando envolve grupos de participantes”, de forma que “as hipóteses podem ajudar na definição ou na escolha de uma questão investigativa” (FIORENTINI; LORENZATO, 2009, p.91).

Considerando que nossa pesquisa será realizada em livros e outros materiais publicados, podemos classificá-la, ainda, como pesquisa bibliográfica, que é uma modalidade de estudo que “se propõe a realizar análises históricas e/ou revisão de estudos ou produções culturais garimpados a partir de arquivos e acervos”



(FIORENTINI; LORENZATO, 2009, p.71). De modo geral, tratamos de uma pesquisa bibliográfica referente ao papel da visualização matemática no Ensino de Matemática.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nesses apontamentos, podemos indagar: qual é o papel da visualização nos processos de ensino e aprendizagem da Matemática?

Inicialmente, inferimos que o olhar do nosso trabalho foi a partir de uma perspectiva teórica. Na mesma direção que os estudos de Soares (2019), entendemos que alguns recursos imagéticos podem desenvolver habilidades de raciocínio quando associadas a processos de ensino e de aprendizagem, possivelmente, seu uso pode melhorar a atenção, a cognição, a reflexão e a criatividade do aluno.

Também entendemos que entendemos a visualização é um aspecto do pensamento matemático e é de suma importância para compreensão e para o raciocínio. Vários pesquisadores argumentam que o pensamento visual, por meio de imagens, pode ser um recurso para que os alunos estabeleçam relações entre as imagens visuais e as representações para gerar novas informações (SOARES, 2019). Assim, podemos inferir que a compreensão da Matemática está fortemente relacionada à capacidade de se usar o pensamento visual.

De acordo com Presmeg (1986), a visualização pode ser produzida na medida em que uma pessoa prefere usar métodos visuais ao tentar resolver problemas matemáticos que podem ser resolvidos por métodos visuais ou não visuais. Por outro lado, Guzmán (2002) alega que o uso do termo visualização, no contexto do processo de construção do conhecimento matemático, diz respeito a um conceito que tem como intuito o de treinar nossa habilidade visual como forma de abordar e apresentar situações e problemas de visualização.

Nos cursos de formação inicial de professores, por exemplo, quanto ao funcionamento da compreensão em Matemática,

É necessária uma abordagem cognitiva, pois o objetivo do ensino da Matemática, em formação inicial, não é nem formar futuros matemáticos, nem dar aos alunos instrumentos que só lhes serão eventualmente úteis muito mais tarde, e sim contribuir para o desenvolvimento geral de suas capacidades de raciocínio, de análise e de visualização (DUVAL, 2008, p.11).



A partir dessas considerações, entendemos que os autores, ao se referirem aos conceitos que envolvem o termo *visualização*, descrevem esse campo de pesquisa como algo que pode auxiliar os alunos a *visualizar* uma representação que seria vinculada a uma estrutura conceitual, o que levaria a elencarmos o potencial da visualização como uma ferramenta a ser considerada na promoção da aprendizagem.

Nesse sentido, podemos caracterizar o pensamento matemático pela capacidade do desenvolvimento matemático, e pelo modo como se podem ver as coisas, estruturá-las, representá-las, seja de forma visual, numérica ou simbólica. Ser capaz de usar o pensamento matemático na resolução de problemas matemáticos, por exemplo, pode ser um dos objetivos primários durante os processos do ensino da Matemática. A partir da estruturação desse pensamento, os alunos poderão ser capazes de conduzir suas próprias investigações, sendo capazes de identificar e aplicar tudo o que aprenderam, durante seu desenvolvimento matemático, em situações de sua vida cotidiana.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Em nosso estudo, buscamos refletir que a visualização não se limita apenas à representação de imagens, figuras ou desenhos para ilustrar certos objetos ou conceitos, é também usada em todas as etapas do processo de solução de qualquer atividade Matemática. Em sala de aula, percebemos que muitos estudantes, ao começarem a refletir sobre o processo de resolução de algum problema, não têm a capacidade de representação visual adequada que os problemas exigem e, conseqüentemente, não conseguem encontrar uma solução adequada e correta para o problema.

Nesse sentido, entendemos que recursos imagéticos, e outros recursos visuais, podem ser um forte meio de ensino, eficaz para auxiliar os alunos no processo de aprendizagem da Matemática. Por outro lado, em nossas leituras, percebemos que esses recursos são pouco utilizados em sala de aula. A escola, por exemplo, é um local que os professores podem explorar para incentivar os alunos a tirar boas fotos que podem ser utilizadas, partindo da alfabetização do olhar, explorando as formas geométricas relacionando as figuras que os alunos já aprenderam com fotografias. Porém, os professores estão subutilizando esse recurso que pode ser útil.

Partindo dessas considerações, podemos refletir sobre as seguintes indagações: será que, na Matemática, recursos imagéticos podem incentivar habilidades, como da



visualização? Será que esses podem fornecer uma compreensão profunda sobre determinados assuntos? Essas indagações podem nos levar a refletir sobre as ideias ou teorias que façam sentido e, assim, novos caminhos podem se abrir para tentarmos entender uma parte que muitos acreditam ser complicada, que é o processo de formação do pensamento matemático.

Todavia, e se pudéssemos aprender a *ver* os problemas matemáticos de maneiras novas e úteis? E se pudéssemos *ver* e refletir sobre tópicos considerados *invisíveis* e também considerados difíceis da Matemática, com facilidade, estimulando o raciocínio e a criatividade?

Com base em nossas discussões, inferimos que a arte de pensar visualmente é uma componente chave para o sucesso da visualização matemática, pois se a visualização é um método que auxilia a resolução de problemas matemáticos, então é importante que professores e alunos vejam claramente o seu papel nos processos de ensino e aprendizagem, usando-a na resolução de resolução de problemas.

De forma prática, o fechamento dessa atividade de trabalho de investigação científica aponta para diversas perspectivas de trabalhos possíveis de se realizar, seja no âmbito de futuras pesquisas ou de atividades, ligados à formação inicial ou continuada de professores de Matemática, e, também, sobre a importância da visualização e do pensamento matemático nos ambientes tecnológicos.

REFERÊNCIAS

D'AMBROSIO, Ubiratan. Prefácio. *In*: BORBA, Marcelo de Carvalho; ARAUJO, Jussara de Loiola. (Org). **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, p.11-23, 2004.

DUVAL, Raymond. Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em Matemática. *In*: MACHADO, Silvia Dias Alcântara. (Org.). **Aprendizagem em matemática: Registros de representação semiótica**. São Paulo: Papirus Editora, 2008.

FIorentini, Dario; LOrenzato, Sérgio. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. 3. ed. rev. Campinas, SP: Autores Associados, 2009.

FLORES, Cláudia Regina. Cultura visual, visualidade, visualização matemática: balanço provisório, propostas cautelares. **ZETETIKÉ**, Unicamp, v.18, Número temático, p.271-293, 2010.



FLORES, Cláudia Regina. *et al.*. Pesquisa em visualização na educação matemática: conceitos, tendências e perspectivas. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 14, n. 1, São Paulo, p.31-45, 2012.

GUZMAN, Miguel de. The Role of Visualization in the Teaching and Learning of Mathematical Analysis. **Proceedings of the International Conference on the Teaching of Mathematics** (at the Undergraduate Level) Hersonissos, Creta, Grécia, 2002.

MACIEL, Aníbal de Menezes. **Possibilidades pedagógicas do uso da imagem fotográfica no âmbito do livro didático de matemática**. 2015. 224 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.

MORESI, Eduardo. (Org.). **Metodologia da Pesquisa**. Brasília: Universidade Católica de Brasília, 2003.

PEIRCE, Charles Sanders. **Semiótica**. São Paulo: Perspectiva, 2005.

PHILLIPS, Linda M. *et al.*. A Commonsense View and Its Problems. *In: Visualization in Mathematics, Reading and Science Education*. Springer Dordrecht Heidelberg London New York, p.3-7, 2010.

PRESMEG, Norma C. Visualization in high school mathematics. **For the Learning of Mathematics**, Vol. 6, No. 3, Nov., p.42-46, 1986.

PRESMEG, Norma C. Research on Visualization in Learning and Teaching Mathematics. *In: GUITIERREZ, A.; BOERO, P. (Eds.) Handbook of research on the psychology of mathematics education: past, present and future*. The Netherlands, Sense Publishers, p.205-235, 2006.

SOARES, Luciano Gomes. **Imagens virtuais e atividades matemáticas: um estudo sobre representação semiótica na página do facebook Matemática com Procópio**. 2019. 174f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática). Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2019.

ZIMMERMANN, Walter; CUNNINGHAM, Steve. Editor's Introduction: What is Mathematical Visualization?. *In: ZIMMERMANN, Walter; CUNNINGHAM, Steve. (Eds.) Visualization in Teaching and Learning Mathematics*. Washington: MAA, p.121-126, 1991.