

# Retratos da pesquisa em Educação Matemática online no GPIMEM: um diálogo assíncrono com quinze anos de intervalo

Portraits of Research in Mathematics Online Distance in GPIMEM: An  
asynchronous dialogue with a fifteen-year interval

---

MARCELO C. BORBA<sup>1</sup>  
TELMA A. SOUZA GRACIAS<sup>2</sup>  
APARECIDA SANTANA DE SOUZA CHIARI<sup>3</sup>

## Resumo

*Analisar o papel das tecnologias digitais, assim como possibilidades e transformações que elas provocam no contexto da Educação e, em particular, da Educação Matemática, tem sido uma das linhas de pesquisa do Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática (GPIMEM). Diversos trabalhos desse grupo têm como foco a Educação Matemática a Distância online, possibilitada pelo uso da Internet. Considerando esse tema, contrastamos, neste artigo, a primeira e a última tese produzidas no âmbito do GPIMEM, reinterpretadas a partir da perspectiva da meta-análise, com a intenção de estabelecer um diálogo entre elas. Mudanças nas temáticas, nas tecnologias utilizadas, assim como posturas teóricas, foram analisadas. A forma como a tecnologia digital tem transformado esses quinze anos de pesquisa em Educação Matemática online foi destacada.*

**Palavras-chave:** EaD online; Educação Matemática ; Tecnologias Digitais.

## Abstract

*Examining the role of digital technologies, as well as the possibilities and changes they introduce in the context of education and, in particular, of mathematics education, has been one of the research areas of the research group called GPIMEM. Several studies of this group are focused on online Mathematics Distance Education, which became possible with the popularization of Internet. In this paper, we contrast the first and the last doctoral dissertation produced by GPIMEM members, reinterpreted from the perspective of meta-analysis, with the intention of establishing a dialogue between them. Changes in themes, in the technologies used, as well as in theoretical positions were analyzed. The way that digital technology has transformed the past fifteen years of research in online mathematics education was highlighted.*

**Keywords:** Online Distance Education. Mathematics Education. Digital Technologies.

---

<sup>1</sup> Licenciado em Matemática pela UFRJ. Mestre em Educação Matemática – UNESP/Rio Claro. Doutor em Educação Matemática – Cornell University/EUA. Livre Docente em Educação Matemática – UNESP/Rio Claro. Professor da Graduação e do Programa de Pós-graduação em Educação Matemática – UNESP/Rio Claro. Coordenador Adjunto da área de Pós-graduação em Ensino na CAPES (2014-2017). E-mail: mborba@rc.unesp.br.

<sup>2</sup> Licenciada em Matemática pela UNESP/Rio Claro. Mestre e Doutora em Educação Matemática – UNESP/Rio Claro. E-mail: telmagracias@hotmail.com.

<sup>3</sup> Licenciada e Bacharel em Matemática pela USP/São Carlos. Mestre em Educação Matemática – UFMS/Campo Grande. Doutora em Educação Matemática – UNESP/Rio Claro. Professora do Instituto de Matemática da UFMS/Campo Grande. E-mail: cidach@gmail.com.

## Introdução

A Educação a Distância (EaD) é uma prática que tem ganhado força nas últimas décadas. Ela foi apresentada como uma forma de democratização das oportunidades educativas e como uma das maneiras de se resolver o problema de concentração de determinadas potencialidades em alguns centros. Já se destacou por ser mais barata do que formas presenciais de Educação e, embora os programas de EaD existam em muitos países, há diferenças significativas em relação ao seu papel.

No Brasil, seu início está associado ao surgimento da radiodifusão com finalidades educativas, no princípio dos anos 1900 (NISKIER, 1999). Desde então, os cursos envolvem os mais variados assuntos nos diferentes níveis de ensino e foram e vêm sendo oferecidos por meio de material impresso, DVDs, vídeos, televisão e Internet.

Um esboço da história da Educação a Distância elaborado por Zabel e Almeida (2015), a partir de vários estudos sobre o desenvolvimento desta prática, permite identificar três gerações bem definidas no Brasil:

A primeira, no início dos anos 1900, foi marcada por ensino por correspondência, baseado fortemente na formação profissional técnica. A segunda geração, entre as décadas de 1970 e 1980, teve sua força dada pelo oferecimento de cursos supletivos, oferecidos via satélite, com os alunos recebendo material impresso para acompanhar as aulas. A terceira geração compreende o período a partir dos meados de 1990 até hoje, marcada pelo oferecimento de cursos de ensino superior, em especial, de formação de professores (ZABEL; ALMEIDA, 2015, p. 31).

Embora os modelos de comunicação utilizados na EaD não dependam exclusivamente da tecnologia utilizada, é possível notar que, de certo modo, seu desenvolvimento está condicionado às tecnologias que foram sendo disponibilizadas ao longo do tempo: associada à primeira geração está a comunicação via correio e rádio; à segunda geração, a televisão; e à terceira geração, o uso da Internet.

A chegada e difusão do uso da Internet ofereceu possibilidades inéditas até então em termos de interação professor/estudante e estudante/estudante, permitindo combinar a flexibilidade da interação humana com a independência no tempo e no espaço sem perda da velocidade. Houve então uma nova compreensão de ensino a distância, denominada, neste artigo, EaDOnline.

No Brasil, a EaDOnline deu seus primeiros passos no fim da década de 90. Nessa

época, ela causava polêmica, sendo recebida com aplausos e críticas. Havia mais perguntas que respostas e soluções. Foi nessa época, por volta do ano 2000, que o Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática (GPIMEM), ciente da necessidade de reflexões acerca das possibilidades oferecidas por meio da EaDOnline, começou a se debruçar sobre esse tema.

Desde a fundação do grupo, em 1993, o impacto das Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação Matemática vinha sendo considerado, mas, a partir do ano 2000, o espectro de pesquisa do GPIMEM se ampliou quando a EaDOnline passou também a ser considerada em seus estudos e pesquisas. Sediado na UNESP em Rio Claro, junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, esse grupo desenvolveu uma série de pesquisas ilustrando as possibilidades e dificuldades das interações online para ensinar e aprender Matemática.

No Brasil, o GPIMEM foi pioneiro em investigar como a Educação Matemática online se constituiu. O primeiro trabalho do grupo relacionado à Educação a Distância, entendida aqui como uma modalidade de Educação que ocorre, total ou parcialmente, em diferentes espaços de tempo e/ou geográficos, foi concluído em 2003 (GRACIAS, 2003), sendo que o “trabalho de campo virtual” foi realizado em 2000. Esse trabalho aponta como professores vivenciaram um curso a distância sobre Educação Matemática oferecido no ano de 2000. Pode-se dizer que esse foi o começo de um aprendizado do GPIMEM sobre como fazer EaD.

A partir desse trabalho, diversos outros se seguiram, como descrito em Maltempi, Javaroni e Borba (2011), tendo sido desenvolvidos, em grande quantidade, na segunda metade da década passada. Internacionalmente, destacaram-se os trabalhos publicados por Maltempi e Malheiros (2011), Borba e Llinares (2012) e Borba (2012). O livro de Borba, Malheiros e Amaral (2011) sintetiza parte dessas pesquisas, focando nas formas em que a metodologia de pesquisa se transforma nos trabalhos online.

O trabalho mais recente no GPIMEM envolvendo EaDOnline acaba de ser concluído (CHIARI, 2015) e teve como objetivo compreender o papel das tecnologias digitais nos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) em uma disciplina de alguns cursos de Licenciatura em Matemática a distância.

São, portanto, 15 anos de pesquisa em EaD no GPIMEM que será, em parte, considerada neste artigo, na medida em que estabelecermos um diálogo entre o primeiro

e o último trabalho produzidos no grupo. Nesse tempo, a EaDOnline ganhou um sentido mais amplo, com legislação específica, e tem ocupado lugar de destaque em discussões empreendidas em eventos de abrangência nacional (ALMEIDA; BORBA, 2015). Estabelecer uma ponte entre esses trabalhos pode nos dar algumas indicações de questões que já não fazem mais sentido neste âmbito e de perspectivas que tenham se alterado. Já adiantamos, no entanto, que se alguns desafios foram superados, certamente há novos que se apresentam.

## **1. Metodologia**

Como dito na seção anterior, neste artigo buscamos realizar um diálogo entre a primeira e a última pesquisa sobre EaD produzidas no âmbito do GPIMEM, desenvolvidas pela segunda e pela terceira autoras desse trabalho, ambas orientadas pelo primeiro autor do mesmo. A intenção é voltar nosso olhar para essas investigações e, ao pensar sobre os elementos que as constituem, lançar possibilidades de reflexão sobre temas específicos de cada trabalho e também sobre a EaD, de modo geral.

Pela natureza do objetivo do artigo, e pelas pesquisas que nele são analisadas, que apresentam aspectos convergentes com aqueles desenvolvidos pela pesquisa qualitativa, desenvolvemos aqui um trabalho com tons qualitativos. Segundo Goldenberg (2011, p. 14), em uma pesquisa qualitativa, “a preocupação do pesquisador não é com a representatividade numérica do grupo pesquisado, mas com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, de uma instituição”. A pesquisa qualitativa se ajusta a investigações cujo objetivo de estudo não requer a utilização de métodos estatísticos para análise de dados, de forma que ele não pode ser mensurado, sendo inapropriada a aplicação de quantificadores, como é o nosso caso.

Bicudo (2014) acrescenta que nesta abordagem busca-se, em geral, estudar “questões que focam experiências individuais vivenciadas e relatadas, descrições de situações, narrativas de acontecimentos, ou seja, sempre [trabalha-se] [...] com especificidades contextualizadas” (BICUDO, 2014, p. 07–08). Assim, a pesquisa qualitativa valoriza e depende do contexto histórico, político e social que circunda o fenômeno estudado.

Dentre as diferentes modalidades de se realizar uma pesquisa qualitativa, como fenomenologia, pesquisas etnográficas, história oral, pesquisa-ação, estudos de caso,

*grounded theory*, apenas para citar algumas, nos embasaremos em Bicudo (2014), que discute a perspectiva de meta-análise, sob o enfoque da pesquisa qualitativa, e sugere procedimentos metodológicos consoantes com essa vertente.

A raiz etimológica da palavra meta-análise, ou metanálise, segundo a autora, está na língua grega: *μετα*, cujo significado é “depois de”, “além de” e “ανάλυση”, que significa “análise” para combinar resultados de estudos previamente publicados e tidos como válidos pela academia. A pesquisadora afirma que, quando se fala de modo genérico, entende-se que meta-análise

[...] é meta e análise, ou seja, uma investigação que vai além daquela ou daquelas já realizadas. No caso de pesquisas que procedem de acordo com modalidades qualitativas, as quais sempre culminam em sínteses interpretativas, possibilitadas pelas análises e interpretações dos dados primários, a meta-síntese efetua interpretação das interpretações das pesquisas elencadas como constitutivas dessa análise (BICUDO, 2014, p. 9).

Bicudo (2014) entende que esta vertente da pesquisa qualitativa é importante por, além de possibilitar maior visibilidade às pesquisas sobre determinado tema ou atingir proposições analíticas mais densas, poder abrir caminhos para a teorização do tema de interesse. Neste sentido, “teorização é ação de teorizar, de fazer, de produzir teoria” (BICUDO, 2014, p. 10).

A meta-análise é, portanto, coerente com a proposta desse artigo, que se justifica na medida em que a terceira geração da modalidade de EaD, que se constitui essencialmente via Internet, é relativamente nova no Brasil e carece ainda de estudos que aprofundem a compreensão de seus componentes essenciais (MALTEMPI; MALHEIROS, 2010) em diversas áreas, entre elas a Educação Matemática, nossa área de pesquisa. Neste sentido, tentaremos estabelecer alguns elementos para ajudar nesse debate com base na perspectiva da meta-análise, sugerida por Bicudo (2014).

Dentre os procedimentos qualitativos consistes com a meta-análise, está a busca por qualidades e nuances entre os estudos no que se refere aos estilos de modos de ser, às formas de se fazer história ou de relatar o que foi observado. Assim, almeja-se

[...] compreender o sentido do investigado, tendo como norte: a interrogação formulada, o diálogo com os co-sujeitos da pesquisa, entendidos tanto como os que constituem os sujeitos significativos, cujas vivências são descritas ou que se proponham a dar depoimentos sobre suas percepções sobre a pergunta formulada, como as obras estudadas, e, ainda, os companheiros de grupo de pesquisa (BICUDO, 2014, p. 15).

Assim, neste artigo voltamos nosso olhar sobre as teses de Gracias (2003) e Chiari (2015), inspirados na meta-análise (BICUDO, 2014) e com o objetivo já apresentado, destacando os principais elementos de cada trabalho, como seu tema, pergunta de pesquisa, objetivo geral, referenciais para sustentação teórico-metodológica, autores mais citados, principais preocupações, resultados e contribuições para a área.

Os procedimentos de pesquisa envolveram a releitura das teses e a interpretação qualitativa das interpretações qualitativas já contidas em cada trabalho com o objetivo de estabelecer relações entre as mesmas, considerando os elementos mencionados no parágrafo anterior, com inspiração na meta-análise.

De certa forma, propomos aqui o desafio de discutir uma fração da produção acadêmica do GPIMEM que tem como foco a EaDonline, “tentando responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados em diferentes épocas e lugares” (FERREIRA, 2002, p. 258). Assim, nas duas próximas seções apresentaremos, respectivamente, os elementos constituintes das teses de Gracias (2003) e Chiari (2015), para, em seguida, focar nuances, semelhanças e divergências entre elas.

## **2. A primeira pesquisa**

O trabalho de Gracias (2003) foi o primeiro envolvendo Educação a Distância desenvolvido no GPIMEM. Na época em que foi iniciado, havia poucas pesquisas no Brasil que relacionassem EaD com Educação Matemática. A autora se propôs a discutir o papel das tecnologias digitais na reorganização do pensamento analisando um curso oferecido a distância.

A visão de conhecimento sustentada na tese se apoiava na noção de reorganização do pensamento, proposta por Tikhomirov (1981), e nas noções de tecnologias intelectuais e coletivo pensante elaboradas por Lévy (1993, 1999, 2000). Por essa razão foi necessário descrever tais noções.

Segundo Gracias (2003), Lévy (1993) aborda o papel das tecnologias da informação na constituição das culturas e inteligências dos grupos. De acordo com este autor, as tecnologias da inteligência, denominadas tecnologias intelectuais, disponíveis ao longo da história da humanidade, condicionam sem, no entanto, determinar o pensamento. Oralidade, escrita e tecnologia digital são consideradas tecnologias intelectuais na medida em que reorganizam, de uma forma ou de outra, a visão de

mundo das pessoas e modificam seus reflexos mentais: há a modificação, por exemplo, dos circuitos de comunicação e de tomada de decisões; certas funções são eliminadas e novas habilidades surgem.

Este autor, a fim de sustentar essa noção, de que as tecnologias intelectuais condicionam o pensamento, aponta as influências das tecnologias de inteligência nas formas de pensamento da sociedade, enfatizando que a aparição de novas tecnologias intelectuais é acompanhada por uma modificação nas normas do saber, ou seja, a chegada de uma nova tecnologia da inteligência traz novas formas de pensamento. E para falar sobre o tipo de transformação provocada pela disponibilidade dessa tecnologia da inteligência, o trabalho de Tikhomirov (1981) é apresentado.

Tikhomirov (1981) dedicou-se a analisar o papel do computador e sua relação com a atividade humana em uma perspectiva psicológica apresentando três visões que caracterizam a relação “ser-humano-computador”: a de que o computador substitui o ser humano, a de que o computador complementa o ser humano e a de que o computador reorganiza as atividades intelectuais do ser humano. Essa última teoria é a defendida por Tikhomirov (1981), segundo o qual a estrutura da atividade intelectual humana é modificada pelo uso do computador e sua mediação reorganiza os processos de criação, busca e armazenamento de informação e o estabelecimento de relações humanas. Portanto, o computador media a atividade intelectual e gera um estágio de pensamento qualitativamente diferente, o que caracteriza a teoria da reorganização do pensamento.

A essa relação “ser-humano-computador”, Gracias (2003) considera que se podem acrescentar outros componentes. Neste sentido, a pesquisadora defende o sistema de coletivo pensante homem-coisas proposto por Lévy (1999), que vai um pouco além do sistema ser-humano-computador que era pensado por Tikhomirov (1981). Dessa forma, o sistema ser-humano-computador pode ser ampliado para um sistema pensante homem-coisas, sistema este que inclui as tecnologias intelectuais que condiciona, embora não determine o pensamento. Neste contexto, a tecnologia digital tem o potencial de promover a construção de coletivos inteligentes, nos quais as potencialidades sociais e cognitivas dos seres humanos podem desenvolver-se e ampliar-se de maneira recíproca (LÉVY, 1999).

Com base nesses autores, Gracias (2003) considera que a tecnologia digital não se reduz a apenas um acessório, como algo “transparente” e neutro, sem efeito no

processo de produção do conhecimento. A tecnologia digital não é encarada apenas como adereço ou maquiagem, mas como provocadora de transformações; não é vista apenas como um meio, visto que a produção de conhecimento é permeada por ela. Na visão abraçada pela pesquisadora, professor, estudantes e tecnologias fazem parte de um sistema coletivo dinâmico e a produção de conhecimento se dá por meio desse coletivo, isto é, o conhecimento é produzido por um coletivo formado por seres humanos e não humanos e a disponibilidade e o uso da tecnologia digital provocam a reorganização do pensamento. Com essa visão acerca da produção do conhecimento e as tecnologias intelectuais, é possível apresentar a interrogação que a pesquisa (GRACIAS, 2003) propôs: *qual a natureza da reorganização do pensamento em um curso a distância sobre Tendências em Educação Matemática?*

Coerente com essa interrogação, segundo Gracias (2003), está a perspectiva da investigação qualitativa. Diversos podem ser os fatores que evidenciam a aplicabilidade deste tipo de metodologia e, nesta pesquisa, alguns deles são evidenciados:

- Na busca da compreensão das transformações era necessário olhar para o processo como um todo e não apenas para o produto;
- O foco estava na dinâmica das interações entre os atores humanos e não humanos e não havia nenhuma preocupação com a representatividade numérica do grupo de pessoas pesquisado, mas com o aprofundamento da compreensão deste grupo, por meio de descrições de pessoas, situações, e acontecimentos, dados coletados em forma de palavras ou imagens e números, portanto, de natureza descritiva. Mais importante seria o processo que o resultado;
- O interesse não estava em comparações, mas na compreensão, visto o entendimento de que a produção do conhecimento está associada a um coletivo pensante formado por atores humanos e não humanos.

Deste modo, considerou-se haver uma ressonância entre a interrogação da pesquisa, a visão de conhecimento e a visão metodológica, as quais se relacionam de forma harmônica.

É necessário, então, fazer uma breve descrição do curso que se converteu em fonte de dados. Gracias (2003) explicita que o curso, a partir do qual a interrogação da pesquisa seria perseguida, foi intitulado “Tendências em Educação Matemática” e

oferecido junto ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Unesp, Rio Claro. Teve a duração de 36 horas, foi ministrado pelo Prof. Dr. Marcelo de Carvalho Borba e contou com a participação de 20 graduados em Matemática ou áreas afins. No curso foram abordadas algumas das principais tendências em Educação Matemática, com o objetivo de capacitar os participantes a discutir criticamente as tendências, e habilitá-los a entenderem, ainda que de forma inicial, o que é pesquisa em Educação Matemática.

*Chat*, lista de discussão e e-mail foram utilizados como mediadores das interações. A organização temporal envolveu interações síncronas e assíncronas. As interações síncronas se deram semanalmente durante três horas em horários predeterminados, quando professor e estudantes discutiam os textos on-line, em tempo real, via *chat*. As interações assíncronas aconteciam por meio de discussões via lista e e-mail. Houve também um *site* que desempenhou o papel de mural do curso, onde sínteses das aulas, referências bibliográficas, fotos e outras informações sobre os participantes do curso foram expostas.

Como dados da pesquisa foram considerados as descrições que permitissem compreender o ambiente de sala de aula virtual (GRACIAS, 2003), as quais incluíam as descrições das discussões ocorridas nos *chats*, um questionário e uma ficha de avaliação, ambos preenchidos por cada participante do curso. Tratam-se de dados coletados em diferentes momentos da pesquisa, em situações variadas, com o uso de distintos recursos, ou seja, o recurso da triangulação de fonte de dados foi utilizado e este, segundo Lincoln e Guba (1985) é um critério relacionado à credibilidade e que permite abranger a máxima compreensão do objeto de estudo.

A análise qualitativa de dados provenientes deste curso à distância, segundo Gracias (2003), permitiu a identificação de traços da natureza da reorganização do pensamento, visto que foram identificadas possibilidades oferecidas no ambiente do curso que provocaram certas modificações no modo de pensar. Tais modificações estavam relacionadas à organização não linear dos diálogos e debates, à necessidade de atribuição de sentido e interpretação, à extensão da imaginação e da percepção, à velocidade das interações, à possibilidade de comunicação em rede, ao estabelecimento de um novo referencial espaço-temporal e à construção de um espaço de significação caracterizado pelo trabalho coletivo. Tais possibilidades não representam necessariamente perdas ou ganhos, mas modificações nas normas do saber que a disponibilidade da tecnologia digital provoca.

Sendo assim, Gracias (2003) considera que o ambiente do curso se constituiu em um instrumento coletivo de sensibilidade, de inteligência e de relação social, permitindo que potencialidades cognitivas e humanas, como memória, imaginação e percepção fossem desenvolvidas e ampliadas de maneira recíproca.

De acordo com a pesquisadora, abriu-se, assim, a perspectiva de uma inteligência coletiva, pois uma comunidade de pessoas disponibilizou e reorganizou a todo instante suas colocações em tempo real, por meio de interações simultâneas, dinâmicas, dotadas de autonomia de ação e reação. Neste sentido, a organização desse grupo de sujeitos cognitivos, abertos, capazes de iniciativa, de imaginação e percepção, se constituiu em um coletivo inteligente.

Vale ressaltar, assim como faz a autora da tese, que esta construção está também atrelada ao modelo comunicacional e à proposta pedagógica do curso que leva em consideração que as tecnologias não são neutras nem transparentes. Elas constituem um elemento que vem provocar transformações.

O modelo comunicacional, no qual estudantes e professores se comunicaram via *chat*, lista de discussão e e-mail, em interações síncronas e assíncronas, juntamente com a proposta pedagógica, favoreceram o estabelecimento de uma relação interativa e dialógica entre professor/participante e entre participante/participante. O modelo utilizado ilustra que é possível ultrapassar as fronteiras dos estados e dos países, ao permitir a comunicação e a interação em tempo real ou diferida, entre pessoas que se encontram em espaços físicos diferentes. Assim, esse modelo permitiu que distâncias fossem encurtadas e, neste sentido, ampliou os conceitos de aula, tempo e espaço.

As tecnologias não foram utilizadas apenas como maquiagem, mas como parte de um coletivo pensante constituído de atores humanos e não humanos que produz conhecimento (GRACIAS, 2003). A Educação Matemática, que pouco ainda aparecia nas práticas de EaD, foi o veículo para a formação desse coletivo inteligente, que superou os constrangimentos colocados ou os limites impostos pela distância física.

### **3. A última pesquisa**

Chiari (2015) é o último trabalho de pesquisa concluído, envolvendo Educação a Distância, dentro do GPIMEM. Três temas foram interpretados como pilares no estudo:

os processos educativos associados à disciplina de Álgebra Linear, o uso de tecnologias voltado para o ensino e para a aprendizagem de Matemática e a Educação a Distância.

Sobre o primeiro tema, a autora mostra, com base em outras pesquisas, que a disciplina de Álgebra Linear tem por tradição diversos problemas, entre eles, a grande dificuldade que os alunos enfrentam ao cursá-la. Fontes de tais dificuldades são apresentadas, como o obstáculo em relação ao formalismo inerente da disciplina, a grande quantidade de definições e teoremas a serem vistos, entre outras. Ainda, se por um lado os alunos manifestam grandes dificuldades ao cursá-la, por outro as estratégias de ensino adotadas por muitos professores e a linguagem de vários livros-texto não parecem ajudar a melhorar o quadro.

Nesse contexto, citando Hillel (2000), Chiari (2015) evidencia três modos de descrição associados à Álgebra Linear: a) o formal, constituído dos elementos da teoria já formalizada, como espaços vetoriais e transformações lineares, b) o algébrico, com elementos específicos do  $\mathbb{R}^n$ , matrizes e sistemas lineares, entre outros, e c) o geométrico, com elementos dos espaços bi e tridimensionais, como ponto, reta, segmentos orientados, entre outros. Hillel (2000), além de propor esses três modos de descrição em relação à disciplina, com linguagem e representação próprios, sugere que é necessário que o aluno consiga transitar entre eles. Esta perspectiva é bastante utilizada em Chiari (2015).

Sobre o segundo tema da tese, Chiari (2015) discute as fases das tecnologias digitais em Educação Matemática, propostas por Borba (2012) e descritas em maior profundidade em Borba, Scucuglia e Gadanidis (2014). A sistematização em fases proposta por esses autores permite analisar o desenvolvimento da pesquisa nessa área, no Brasil, no âmbito da Educação Matemática, ao mesmo tempo em que analisa os trabalhos publicados do ponto de vista do desenvolvimento histórico das mídias digitais.

Após descrever brevemente cada uma, a pesquisadora situa seu trabalho entre as investigações com preocupações voltadas à Educação online, característica da terceira fase, e as que buscam analisar o uso de tecnologias digitais, situadas na quarta fase. Assim, seu trabalho estaria na interface de ambas.

Ainda sobre o tema, citando Kenski (2007), Chiari (2015) adverte que as tecnologias por si só não educam, afirmando, inclusive, que elas também são geradoras

de problemas na educação. Assim, é necessário que as propostas pedagógicas, os objetivos educacionais e as tecnologias em uso estejam em consonância.

Sobre EaD, a autora cita pesquisadores da área, como Valente (2010), Borba, Malheiros e Amaral (2011) e Peters (1999), que colocam a interação como elemento-chave para o desenvolvimento da modalidade. O último autor, inclusive, sugere a noção de distância transacional para analisar a distância em termos de comunicação no processo de interação, seja ele virtual ou presencial. Esse autor defende que distância física e transacional são distintas e, mesmo em um curso presencial, é possível ter distância transacional maior do que a almejada.

Ainda, citando o pesquisador Silva (2000, 2010), Chiari (2015) discute a noção de interatividade, que se refere, no contexto da informática, ao estado do tratamento e da construção da mensagem sob responsabilidade tanto do emissor quanto do receptor. Assim, os papéis destes dois sujeitos podem constantemente ser confundidos, ou até trocados, durante a comunicação.

Para Silva (2010), a sala de aula tradicional, assim como as mídias de massa, não contempla o paradigma da interatividade, mas a Internet sim, ao passo que qualquer usuário conectado é um potencial emissor ou receptor, de modo a não ter um processo comunicacional unidirecional, mas sim bidirecional ou até multidirecional.

Chiari (2015) ainda discute elementos como os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), que consistem em um espaço no qual se pode ter a combinação de diferentes ferramentas, como comunicação por escrito ou por vídeo, postagem de materiais, gerenciamento de atividades pedagógicas, entre outros. Retomando a perspectiva da interatividade proposta por Silva (2000, 2010), a pesquisadora conjectura que um AVA interativo é aquele em que a mesma lógica da interatividade se manifesta, com alunos participando como coautores do processo comunicacional e, ainda, se colocando como responsáveis por ele.

Em síntese, ao tratar dos três temas que circundam seu trabalho, Chiari (2015) apresenta uma disciplina que carrega problemas. Portanto, buscar alternativas constituiu-se em ação relevante, além de necessária. Alguns trabalhos (ARANDA; CALLEJO, 2010; DALMOLIN; BONALDO; MATHIAS, 2012; FRANÇA, 2007; KARRER, 2006; ROSA et al., 2009) se ancoram no uso de tecnologias digitais para propor atividades de Álgebra Linear que ajudam a amenizar o quadro e estimular o movimento entre os

modos de descrição, como sugerido no Hillel (2000). No entanto, são trabalhos realizados no contexto presencial.

A modalidade a distância possui problemas e características próprios, assim como a presencial. Dessa forma, é importante pensar em soluções voltadas especificamente para esse contexto. No entanto, para se pensar em soluções é preciso conhecer o que de fato vem sendo feito no contexto da EaD para que a ação proposta seja direcionada, além de ser situada às características específicas da modalidade. Chiari (2015) percebeu que essa era uma lacuna na área da Educação Matemática, já que não encontrou trabalhos acadêmicos que olhassem em profundidade para o uso de tecnologias digitais em disciplinas de Álgebra Linear a distância. Assim, propôs um trabalho que busca responder à seguinte pergunta:

*Qual é o papel das tecnologias digitais nos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) de disciplinas de Álgebra Linear realizadas a distância?*

A visão de conhecimento utilizada no trabalho estava relacionada às noções de reorganização do pensamento e coletivo pensante, propostas por Tikhomirov (1981) e Lévy (1993), respectivamente.

Borba e Villarreal (2005) utilizaram a metáfora seres-humanos-com-mídias para sugerir este coletivo pensante como unidade básica de produção de conhecimento, enfatizando, portanto, o papel da mídia nessa produção. Eles entendem, baseados em Tikhomirov (1981), que a presença das mídias reorganiza o pensamento e, por conseguinte, a produção de conhecimento e, com base em Lévy (1993), entendem que uma mídia pode ser, além da informática, a oralidade ou a escrita. Ainda, desenvolvem a noção de moldagem recíproca para enfatizar a moldagem em dupla via que acontece quando humanos interagem com determinada mídia. Chiari (2015) se baseia fundamentalmente na obra de Borba e Villarreal (2005) para sustentar a visão de conhecimento em seu trabalho.

A abordagem metodológica utilizada é a qualitativa, pela própria natureza da pergunta de pesquisa. Mais especificamente, utilizou-se uma vertente da pesquisa qualitativa, conhecida por *grounded theory*, ou, como utilizado no trabalho, Teoria Enraizada (STRAUSS; CORBIN, 2008). Para Strauss e Corbin (2008), a Teoria Enraizada permite que se construam relações entre conceitos a partir de uma massa de

dados qualitativos brutos e desorganizados. A partir dessas relações, é possível compreender determinado fenômeno.

Os autores sugerem três tipos de codificação para que a análise de dados seja realizada – codificação aberta, axial e seletiva – e ferramentas para que as categorias elencadas na primeira etapa de codificação sejam desenvolvidas e analisadas em profundidade a partir das outras duas. Por codificação aberta entende-se o processo de gerar as categorias de análise. Na codificação axial essas categorias são desenvolvidas em termos de propriedades e dimensões. Uma propriedade é como se fosse uma característica de uma categoria e uma dimensão é uma variação desta propriedade. É como se uma propriedade pudesse variar ao longo de uma faixa, que representa suas dimensões.

Ao fim, espera-se que as categorias de análise determinadas sejam integradas em uma categoria central generalizadora (processo fundamental da codificação seletiva) a partir da qual se responde a pergunta de pesquisa. O processo é desenvolvido alternando análise e produção de dados, ou análise e retorno aos dados brutos. Sempre que uma lacuna é identificada, vai-se a campo, ou aos dados brutos, procurando elementos que ajudem a preenchê-la. O processo para quando o pesquisador atinge a saturação teórica, ou seja, quando novos dados, ou o retorno aos dados brutos, não acarreta em nenhum elemento teórico novo ou que mude substancialmente o modelo analítico em construção. No entanto, é importante observar que a saturação é uma questão de grau. É claro que há sempre algo de novo, mas considera-se parar quando continuar parece contraprodutivo.

Chiari (2015) fez parte de um mosaico de pesquisas (BORBA; ARAÚJO, 2012) de um projeto mais amplo, batizado E-licm@t, que buscou analisar o uso de tecnologias digitais na Universidade Aberta do Brasil, UAB (BORBA; ALMEIDA, 2015). Dentro do projeto mais amplo, a especificidade da tese se revelou ao analisar uma disciplina específica, com foco nos AVAs. Diante disso, o contexto de investigação da tese também foi a UAB.

Das quinze universidades que participaram do E-licm@t, Chiari (2015) analisou quatro: UFMG, UFMS, UFU e UNEB. Os dados foram produzidos a partir de quatro fontes: observações virtuais da disciplina de Álgebra Linear nos AVAs das quatro

instituições, entrevistas com professores e gestores dos cursos, análises dos projetos político-pedagógicos e notas da pesquisadora.

Duas categorias emergiram do processo de codificação aberta, cada uma referente a um papel exercido pelas tecnologias em uso. As categorias foram intituladas pela autora de “tecnologias digitais como promotoras de variedade comunicacional” e “tecnologias digitais na construção de materiais didáticos digitais”. As propriedades associadas à primeira categoria foram: conteúdo (o que está sendo comunicado), agentes (por quem está sendo comunicado), temporalidade (comunicação síncrona ou não) e avaliação (comunicação avaliada ou não), e as associadas à segunda foram: conteúdo (o que está sendo abordado no material didático), natureza (tipo de material, como áudio, vídeo, texto, etc) e recursos envolvidos (recursos tecnológicos utilizados para a produção do material, como lousa digital, computador, câmera filmadora, entre outros).

No trabalho foi analisado como esses conceitos se relacionavam quando se observava o uso de tecnologias em cada instituição. No processo de codificação seletiva, que integra as categorias e aprofunda as declarações relacionais estabelecidas entre os conceitos, uma categoria central foi elencada. Tal categoria foi determinada quando se observou uma transformação do AVA a partir do tipo de uso feito em determinadas situações, possibilitado pelas tecnologias em uso, pela Internet, e pelo registro automático das interações.

Alguns casos – nos quais as interações registradas serviram de fonte de estudo para os alunos e até mesmo, por vezes, solucionaram suas dúvidas, sem que uma intervenção direcionada para isso precisasse ser feita – serviram de inspiração para que a autora sugerisse a noção de MDDI (Material Didático Digital Interativo). O MDDI consiste em um material didático digital que é alimentado pela interação entre usuários e é automaticamente produzido, a partir dessa interação, pelo registro automático da mesma. Este foi o elemento que, segundo a autora, integrou as duas categorias de análise desenvolvidas.

Ao final do trabalho a pesquisadora utiliza o modelo analítico construído para retornar aos dados brutos e identificar padrões de uso de tecnologias digitais em cada uma das instituições que participaram da pesquisa. Dessa forma, propõe-se uma maneira de analisar o papel das tecnologias construído com base na Teoria Enraizada

(STRAUSS; CORBIN, 2008). Esta forma de análise e a noção de MDDI são vistas como as principais contribuições do trabalho para a área da Educação Matemática.

#### **4. Diálogo entre os trabalhos**

Tendo abordado os principais elementos que constituem a primeira e a última pesquisas conduzidas pelo GPIMEM até o momento sobre EaD, gostaríamos de refletir, nesta seção, sobre algumas questões que possam relacioná-las, como: quais são as diferenças e semelhanças entre as pesquisas? A partir das mesmas, é possível realizar uma discussão sobre a pesquisa em EaD e Educação Matemática? O que mudou nesse período? Os problemas apontados por Gracias (2003) foram superados? Quais? Quais permanecem? Quais novos desafios foram lançados por Chiari (2015)?

Começando por uma importante semelhança, ambos os trabalhos estão sustentados na mesma visão de conhecimento. No entanto, a própria visão de conhecimento foi ampliada durante o período que separa as duas publicações.

Gracias (2003) apresenta noções propostas por Tikhomirov (1981) e Lévy (1993) e interpreta suas colocações no contexto de sua pesquisa em Educação Matemática Online. É importante notar que as noções de reorganização do pensamento e de inteligência coletiva, alicerces da noção do construto seres-humanos-com-mídias, vinham sendo utilizadas na segunda metade dos anos 90 no GPIMEM, mas é nesta pesquisa (GRACIAS, 2003), liderada pelos dois primeiros autores deste artigo, que as sínteses dessas noções foram entrelaçadas de forma sistemática a um conjunto de dados construídos. Questões ligadas à transformação do espaço-tempo, do multiálogo, das novas normas que emergem em uma sala de aula virtual, que hoje parecem triviais, eram descobertas, e nem sempre eram caracterizadas da forma sintética como fazemos aqui. A própria noção de multiálogo, por exemplo, surge como uma síntese do que vivenciamos: a aula via *chat* tinha um “diálogo” distinto, moldado pela nova relação espaço-tempo e pelas tecnologias digitais utilizadas.

Chiari (2015) se baseia em Borba e Villarreal (2005), obra que representou um salto teórico em relação à interpretação das obras de Lévy (1993) e de Tikhomirov (1981) para o contexto da Educação Matemática. Os autores sistematizaram a perspectiva de considerar um sistema composto por seres humanos e não humanos pela metáfora seres-humanos-com-mídias e também aprofundaram o desenvolvimento da

noção de moldagem recíproca, precisando os tipos de moldagem dupla que podem acontecer durante a interação entre humanos e tecnologias. Nesse livro, diversos exemplos dão vida à noção de que o conhecimento é constituído por um amálgama de humanos e não-humanos.

Estas noções começaram a ser desenvolvidas em 1999 e se manifestaram no trabalho de Gracias (2003), embora ainda não de forma consolidada e batizada pela metáfora que hoje faz referência à ideia de considerar o coletivo formado por seres humanos e mídias como unidade básica de produção de conhecimento. O salto teórico que essa perspectiva teve no período revela a Educação Matemática como uma área de pesquisa em pleno desenvolvimento.

Além da noção de reorganização de pensamento, e da noção de inteligência coletiva, a ideia de “moldagem recíproca” pode ser considerada uma terceira vertente da noção de seres-humanos-com-mídias. Borba (1993) mostra, com exemplos, como a mídia molda o cognitivo do ser humano e como o ser humano molda uma mídia de forma distinta daquela prevista pelos que desenharam um software de funções. É possível dizer que além de mais consolidada, a noção de seres-humanos-com-mídias ganha em Chiari (2015), assim como em trabalhos publicados nos últimos anos, uma vertente mais global.

O entrançamento entre tecnologias digitais e humanos parece ir muito além do cognitivo enfatizado por Gracias (2003), do que aquele que hoje permeia a tese de Chiari (2015). Embora a pesquisa de Chiari (2015) mostre formas bastante “domesticadas” (BORBA; PENTEADO, 2001) de lidar com as tecnologias digitais, já há práticas que mostram uma mudança do ser humano com as tecnologias, como a transformação enfatizada pela noção de MDDI. Parece que está mais simples dizer que a dinâmica dos coletivos de seres-humanos-com-mídias modificou “definitivamente” a forma como o ser é humano, pelo amplo número de exemplos de moldagem recíproca entre humanos e tecnologias enfatizados pelas pesquisas do GPIMEM, e também por outras, ao longo dos últimos anos.

Outro aspecto a ser abordado, quando consideramos Gracias (2003) e Chiari (2015) diz respeito ao papel das tecnologias digitais na reorganização do pensamento. Na introdução desse trabalho afirmamos que o desenvolvimento da modalidade à distância parece estar associado às tecnologias disponíveis em cada época, afirmação

que pode se ajustar à concepção de Lévy (1993) sobre a reorganização do pensamento condicionada, mas não determinada, pelas tecnologias intelectuais em uso. Os dados de Gracias (2003) e Chiari (2015) parecem reforçar essa afirmação.

Em Gracias (2003), as listas de e-mail, salas de bate-papo, novidades à época, foram exploradas com fins pedagógicos e promoveram um tipo particular de comunicação durante o desenvolvimento do curso. Tratava-se de um embrião do que hoje são os Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Por outro lado, uma das principais contribuições da pesquisa de Chiari (2015), a noção de MDDI, está fortemente ancorada no registro automático das interações possibilitado pela natureza do Ambiente Virtual de Aprendizagem, pela forma como ele foi utilizado e pela presença da Internet, algo que ainda não era tão forte à época do desenvolvimento da pesquisa de Gracias (2003). Assim, ambos os trabalhos identificaram contribuições específicas do uso de tecnologias para a modalidade e sua influência nos processos comunicacionais, o que se relaciona à produção de conhecimento que pode ocorrer a partir da interação entre os atores envolvidos.

Uma diferença substancial entre as pesquisas está associada às tecnologias disponíveis durante o período de realização de cada uma das teses. Enquanto Gracias (2003) precisou unir diversas plataformas e ferramentas para simular o que hoje é integrado pelos Ambientes Virtuais de Aprendizagem, a pesquisa de Chiari (2015) foi realizada em meio a uma grande diversidade de ambientes e ferramentas tecnológicas acessíveis a parte significativa da população brasileira. Comparado com os AVAs atuais ou mesmo com o Facebook, utilizado hoje pelo GPIMEM como plataforma de educação online, o “quebra-cabeça” montado para a pesquisa liderada por Telma Gracias é uma tecnologia “pré-histórica”<sup>4</sup>. A questão do acesso à Internet também é um fator que avançou substancialmente durante os quinze anos que separaram a publicação dos dois trabalhos.

---

<sup>4</sup> Durante um ano, Telma Gracias, Marcelo C. Borba, e um técnico da Unesp, que possuía bolsa do CNPq, Geraldo Lima, montaram e testaram uma estrutura que unia um site que desempenhava o papel de mural do curso, o chat “The Seven Deadly Sins (T7DS)” e uma lista de mail. Não havia a disponibilidade de um fórum, mas a lista de mail o substituíva. Também não se tinha acesso, é claro, a todas as ferramentas possíveis com a banda larga, como lousa branca, vídeos, etc. O celular de Telma Gracias, na época uma tecnologia não tão popular como é hoje, era um importante ator na resolução de problemas de comunicação, que não eram raros.

Assim, se por um lado a interação síncrona estabelecida em Gracias (2003) era uma inovação, pelo menos na área da Educação Matemática, durante a análise de dados de Chiari (2015) observou-se uma grande variedade em termos de formas de se estabelecer comunicação, síncrona ou assíncrona, por texto ou por vídeo. Embora as ferramentas tenham mudado bastante durante esses quinze anos, em ambas as pesquisas identificou-se o estabelecimento de ricas redes de comunicação, o que reforça a conjectura levantada em ambos os trabalhos que sugere que deve haver uma consonância entre as tecnologias em uso, a proposta pedagógica e o papel docente.

Outros autores, com trabalhos publicados entre as duas teses, identificaram outros desafios. Borba, Malheiros e Amaral (2011), por exemplo, chamaram a atenção para a necessidade de ambientes comunicacionais com suporte à simbologia específica da matemática. Chiari (2015) afirma que esta carência foi parcialmente superada nas instituições que analisou, pois o suporte e o acesso igualitário às mesmas ferramentas para comunicação promovidos nos fóruns ainda não foram contemplados nas salas virtuais para comunicação via webconferência.

A abordagem metodológica é algo que parece diferir sutilmente nos trabalhos. Enquanto Gracias (2003) se ancora fundamentalmente nas noções de pesquisa qualitativa, Chiari (2015) segue por uma vertente bastante específica, a Teoria Enraizada, e esta escolha acaba condicionando a forma com que sua análise de dados foi realizada, fazendo emergir categorias posteriormente desenvolvidas em termos de propriedades e dimensões.

Ainda, Gracias (2003) poderia se configurar como uma pesquisa intervencionista, já que um curso de extensão foi desenvolvido para que os dados analisados na pesquisa pudessem ser produzidos, enquanto Chiari (2015) procurou se aproximar de determinada realidade tentando interferir o mínimo possível no ambiente observado. Chiari (2015) não investiga a própria prática, mas analisa uma das políticas públicas mais importantes do país na área da Educação.

Essa é outra diferença fundamental, que mostra movimentos na trajetória do GPIMEM e talvez da própria área de Educação Matemática! As primeiras pesquisas foram exploratórias e buscavam compreender, e, ao mesmo tempo, inventar e criar formas de se fazer Educação online. Éramos, na prática, autodidatas de todos os diferentes atores da polidocência discutida por Mill (2010) (professor conteudista,

*designer*, tutor, etc.). Vivenciávamos a EaDOnline para pesquisá-la, e ao mesmo tempo pesquisávamos para poder compreendê-la! Já nos últimos oito anos, além de continuarmos com essa frente de pesquisa, entendemos que é papel da pesquisa compreender e avaliar políticas públicas, como o CEDERJ e UAB, que viraram sinônimo de formação de professores a distância em nosso país, embora nem sempre essas políticas estivessem apoiadas nas pesquisas desenvolvidas no Brasil.

### **Considerações finais**

O GPIMEM, Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática, vem, ao longo de seus vinte e dois anos de existência, investigando questões relacionadas ao tema Tecnologias Digitais e Educação Matemática. Chiari e Borba (2013) apresentam a trajetória deste grupo em termos de linhas de investigação durante os seus vinte primeiros anos de existência. Esses autores utilizam a metáfora “mosaico de pesquisas em movimento” para retratar a trajetória do grupo.

O tema EaDOnline começou a ser investigado pelo GPIMEM no final da década de 1990 quando, com verbas de dois projetos de pesquisa, foi possível adquirir computadores, impressoras e outros equipamentos e construir um laboratório com conexão de fibra ótica para acesso à Internet, dentre outros recursos. Foi então que houve uma infraestrutura inicial que permitiu a implementação, o desenvolvimento e pesquisas sobre educação a distância (CHIARI; BORBA, 2013).

Assim como o Brasil, o GPIMEM estava dando seus passos iniciais nesse campo de pesquisa (ALVES, 1996) com desafios enormes pela frente e muito ainda por ser construído e desenhado, num campo onde havia muito mais perguntas que respostas e soluções (MAIA, 2001). Ciente, então, da necessidade de que as ações fossem acompanhadas de intensa reflexão (PICANÇO, 2001), o grupo começou a aprender como fazer EaD, **fazendo** EaD.

Gracias (2003), como já observado, foi a primeira tese de doutorado publicada sobre o tema no grupo e diversas outras pesquisas e trabalhos seguiram-se a esta conforme descrito em Borba e Chiari (2013). Os resultados estão divulgados na forma

de dissertações de mestrado, teses de doutorado<sup>5</sup>, artigos, capítulos de livros e livros. A Educação a Distância online é, atualmente, uma das principais linhas de investigação trabalhadas pelo grupo. Além de diversos artigos, dissertações e teses, três livros foram publicados nesta área. Borba, Malheiros e Amaral (2011), originalmente publicado em 2007, apresentam e discutem resultados de pesquisas sobre EaD online e Educação Matemática desenvolvidas no grupo até então; Borba, Scucuglia e Gadanidis (2014) analisam a forma como a Internet, originalmente pensada só para a sala de aula virtual, transforma a sala de aula presencial em um movimento que contribui para a interdisciplinaridade, a quebra das disciplinas e a reinvenção da sala de aula. Já Borba e Almeida (2015) sintetizam os resultados de pesquisa do projeto do tipo “guarda-chuva” do qual Chiari (2015) fez parte.

Ao olhar para Gracias (2003) e Chiari (2015), primeira e última tese de doutorado defendidas no GPIMEM, com o intuito de discutir sobre a pesquisa em EaD e Educação Matemática, devemos levar em consideração que há diferenças significativas entre os contextos das pesquisas.

A disponibilidade de recursos tecnológicos e o acesso às tecnologias digitais são bem diferentes atualmente daquele quadro do fim da década de 1990. Segundo Pretto (2001), dados apontavam que em 2000, na situação mais otimista, menos de 7% da população brasileira estava conectada à Internet. Dados divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), mostram que em 2013 o acesso à Internet chegou a 49,4% da população do país (BRASIL, 2013).

Em relação à EaD nas universidades, o cenário também mudou bastante ao longo destes quinze anos. Hoje em dia é grande a quantidade de cursos de graduação e pós-graduação a distância enquanto no início do ano de 2002, apenas cerca de onze instituições possuíam cursos de graduação a distância autorizados no Brasil, a maioria deles cursos de Licenciatura Plena. Em relação à pós-graduação, poucas eram as instituições credenciadas para cursos *lato sensu* (BUJOKAS, 2002).

---

<sup>5</sup> Cinco dissertações de mestrado: Santos (2006), Heitmann (2013), Zampieri (2013), Chinellato (2014) e Zabel (2014); e oito teses de doutorado: Zulatto (2007), Malheiros (2008), Rosa (2008), Richit (2010), Viel (2011), Santos (2013), Souto (2013) e Chiari (2015).

No que diz respeito a políticas públicas, a análise de projetos em EaD desenvolvidos no Brasil no passado, sobretudo pelo governo, indica rupturas bruscas e descontinuidades. Ainda existe a falta de um desenvolvimento mais estratégico na área, envolvendo ações, políticas públicas e pesquisas, mas em menor grau, pois houve certo entrelaçamento entre políticas públicas, implementação de experiências e pesquisas e reflexões na área.

Quanto aos desafios, se considerarmos os trabalhos de Gracias (2003) e Chiari (2015), podemos dizer que alguns dos que eram colocados por Gracias (2003) já foram superados, como o desenvolvimento de processos comunicacionais interativos e participativos (ALONSO, 2000). Chiari (2015), por exemplo, mostra como as interações se dão num Ambiente Virtual de Aprendizagem na disciplina de Álgebra Linear, em que há o estabelecimento de relações que permitem a interação entre os diferentes atores do processo educacional. Assim, os questionamentos que antes se relacionavam essencialmente à análise das possibilidades de interação oferecidas pelas tecnologias digitais para a Educação a Distância deram lugar a uma discussão mais relacionada com a necessidade de ambientes comunicacionais com suporte à simbologia específica da matemática.

Podemos mencionar também os desafios que se mantêm ao longo dos anos, como o que diz respeito ao papel do ser humano, parte de um coletivo que produz conhecimento nesse processo: o elemento humano é de fundamental importância para que as possibilidades oferecidas pelas tecnologias digitais sejam, de fato, exploradas.

Quanto aos desafios que surgem, diversos são eles. Chiari (2015), por exemplo, ressalta a importância de atenção especial às estratégias e aos processos de ensino, assim como a necessidade de formação específica para docência na EaD. A pesquisadora também coloca a importância da realização de trabalhos que explorem as diferentes formas de interação possíveis em ambientes virtuais de aprendizagem, assim como fora deles, e a necessidade de ações que ultrapassem os muros virtuais dos cursos utilizando ambientes como YouTube a fim de promover interação entre alunos e pessoas externas. Esse é justamente um dos focos de um novo projeto a ser desenvolvido pelo GPIMEM, que segue sua investigação acerca das possibilidades das mídias digitais em novas formas de se ensinar e aprender Matemática.

## Agradecimentos

Embora não sejam responsáveis pelo conteúdo deste artigo, agradecemos a Vanessa Oechsler e a Anne Kepple por comentários em versões preliminares.

## Referências

ALMEIDA, H. R. F. L.; BORBA, M. C. E-licm@t. In: BORBA, M. C.; ALMEIDA, H. R. F. L. **As licenciaturas em Matemática da Universidade Aberta do Brasil (UAB):** uma visao a partir da utilização das Tecnologias Digitais. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2015. p. 13–28.

ALONSO, K. M. Novas tecnologias e formação de professores: um intento de compreensão. In: PRETI, O. **Educação a Distância:** construindo significados. Cuiabá: NEAD/IE-UFMT, 2000. p. 89–104.

ALVES, J. R. M. Educação à distância e as novas tecnologias de informação na aprendizagem. **Teleconferência Engenheiro 2001**, n. 7, p. 5–25, 1996.

ARANDA, C.; CALLEJO, M. L. Construcción del concepto de dependencia lineal en un contexto de geometría dinámica: em estudio de casos. **Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa**, v. 13, n. 2, p. 129–158, 2010.

BICUDO, M. A. V. Meta-análise: seu significado para a pesquisa qualitativa. **Revemat: revista eletrônica de educação matemática**, v. 9, n. 0, p. 7, 29 jul. 2014.

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

BORBA, M. C. **Students understanding of transformations of functions using multi-representational software**. 1993. 377 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Cornell University, Ithaca (EUA), 1993.

BORBA, M. C.; ALMEIDA, H. R. F. L. **As Licenciaturas em Matemática da Universidade Aberta do Brasil (UAB):** uma visão a partir da utilização das Tecnologias Digitais. São Paulo: Livraria da Física, 2015.

BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (Org.). **Pesquisa Qualitativa em Educação matemática**. 4. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2012.

BORBA, M. C.; CHIARI, A. S. S. **Tecnologias Digitais e Educação Matemática**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2013.

BORBA, M. C.; LLINARES, S. Online mathematics teacher education: overview of an emergent field of research. **ZDM**, v. 44, 2012.

BORBA, M. C.; MALHEIROS, A. P. S.; AMARAL, R. B. **Educação a Distância online**. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2011.

- BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.
- BORBA, M. C.; SCUCUGLIA, R. R. S.; GADANIDIS, G. **Fases das Tecnologias Digitais em Educação Matemática**: sala de aula e internet em movimento. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2014.
- BORBA, M. C.; VILLARREAL, M. E. **Humans-With-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking**: information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization. New York: Springer, 2005.
- BRASIL. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios**. Brasília: IBGE, 2013.
- BUJOKAS, A. Caminhos virtuais. **Saber - revista do livro universitário**, v. 1, n. 5, p. 9–13, 2002.
- CHIARI, A. S. S. **O papel das tecnologias digitais em disciplinas de Álgebra Linear a distância**: possibilidades, limites e desafios. 2015. 200 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2015.
- CHIARI, A. S. S.; BORBA, M. C. Vinte anos de GPIMEM: um mosaico de pesquisas em movimento. In: BORBA, M. C.; CHIARI, A. S. S. (Org.). **Tecnologias Digitais e Educação Matemática**. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2013. p. 13–37.
- CHINELLATO, T. G. **O uso do computador em escolas públicas estaduais da cidade de Limeira/SP**. 2014. 104 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2014.
- DALMOLIN, D.; BNALDO, L.; MATHIAS, C. V. A natureza da aprendizagem matemática em um ambiente online de formação continuada de professores. In: ESCOLA DE INVERNO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 3, 2012, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2012. p. 1–12.
- FERREIRA, N. S. A. As pesquisas denominadas Estado da Arte. **Educação e Sociedade**, 79. v. ano XXIII, p. 257–271, 2002.
- FRANÇA, M. **Conceitos fundamentais de Álgebra Linear**: uma abordagem integrando geometria dinâmica. 2007. 139 f. Dissertação – Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2007.
- GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar**: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais. Rio de Janeiro: Record, 2011.
- GRACIAS, T. A. **A natureza da reorganização do pensamento em um curso a distância sobre Tendências em Educação Matemática**. 2003. 165 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2003.
- HEITMANN, F. P. **Atividades Investigativas em Grupos Online**: possibilidades para a educação matemática a distância. 2013. 173 f. Dissertação (Mestrado em Educação

Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2013.

HILLEL, J. Modes of description and the problem of representation in Linear Algebra. In: DORIER, J. L. (Org.). **On the teaching of linear algebra**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. p. 191–208.

KARRER, M. **Articulação entre álgebra linear e geometria**: um estudo sobre as transformações lineares na perspectiva dos registros de representação semiótica. 2006. 371 f. Tese – Pontífca Universidade Católica, São Paulo, 2006.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias**: o novo ritmo da informação. 1. ed. Campinas: Papirus, 2007.

LÉVY, P. **A inteligência coletiva**: por uma antropologia do ciberespaço. 2. ed. São Paulo: Edições Loyola, 1999.

LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência**: o futuro do pensamento na era da informática. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

LÉVY, P. **Cibercultura**. 2. ed. São Paulo: Editora 34, 2000.

LINCOLN, Y. S.; GUBA, E. G. **Naturalistic Inquiry**. London: Sage Publications, 1985.

MAIA, C. **Guia brasileiro de educação a distância**. São Paulo: Editora Esfera, 2001.

MALHEIROS, A. P. S. **Educação Matemática online**: a elaboração de projetos de Modelagem. 2008. 186 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2008.

MALTEMPI, M. V.; JAVARONI, S. L.; BORBA, M. C. Calculadoras, computadores e Internet em Educação Matemática - dezoito anos de pesquisa. **Bolema. Boletim de Educação Matemática**, v. 25, p. 43–72, 2011.

MALTEMPI, M. V.; MALHEIROS, A. P. S. Online distance mathematics education in Brazil: research, practice and police. **ZDM Mathematics Education**, v. 42, p. 291–303, 2010.

MILL, D. Sobre o Conceito de Polidocência ou Sobre a Natureza do Processo de Trabalho Pedagógico na Educação a Distância. In: MILL, D.; RIBEIRO, L. . R. C.; OLIVEIRA, M. R. G. (Org.). **Polidocência na Educação a Distância**: múltiplos enfoques. São Carlos - SP: EdUFSCar, 2010. p. 23–40.

NISKIER, A. **Educação à distância**: a tecnologia da esperança. São Paulo: Loyola, 1999.

PETERS, O. **Didática do ensino a distância**. São Leopoldo: Unisinos, 1999.

PICANÇO, A. A. Educação a distância: solução ou novos desafios? In: REUNIÃO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM

EDUCAÇÃO, 24, 2001, Caxambu. **Anais...** Caxambu: Associação Nacional de Pós-graduação em Educação, 2001.

PRETTO, N. L. Desafios para a educação na era da informação: o presencial, a distância, as mesmas políticas e o de sempre. In: BARRETO, R. G. **Tecnologias educacionais e educação a distância: avaliando políticas e práticas**. Rio de Janeiro: Quartet, 2001.

RICHIT, A. **Apropriação do Conhecimento Pedagógico-Tecnológico em Matemática e a Formação Continuada de Professores**. 2010. 279 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2010.

ROSA, M. **A Construção de Identidades online por meio do Role Playing Game: relações com o ensino e aprendizagem de matemática em um curso à distância**. 2008. 263 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro - SP, 2008.

ROSA, O. S. GOULART, I. CASANOVA, L. LEHMAN, M. Explorando as transformações lineares no plano, através do software WINPLOT. **TECCEN**, v. 2, n. 2, p. 10–20, 2009.

SANTOS, S. C. **A Produção Matemática em um ambiente virtual de aprendizagem: o caso da geometria euclidiana espacial**. 2006. 145 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2006.

SANTOS, S. C. **Um retrato de uma Licenciatura em Matemática a distância sob a ótica de seus alunos iniciantes**. 2013. 208 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação matemática, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2013.

SILVA, M. **Sala de aula interativa**. YouTube: [s.n.]. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=EGfw73ZJl4U>>, 2010. Acesso em: 14 jan. 2015.

SILVA, M. **Sala de aula interativa**. Rio de Janeiro: Quartet, 2000.

SOUTO, D. P. L. **Transformações expansivas em um curso de Educação Matemática a distância online**. 2013. 279 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2013.

STRAUSS, A.; CORBIN, J. **Pesquisa qualitativa: técnicas e procedimentos para o desenvolvimento de teoria fundamentada**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

TIKHOMIROV, O. K. The psychological consequences of computerization. In: WERTSCH, J. V. (Org.). **The concept of activity in soviet psychology**. New York: M. E. Sharpe. Inc, 1981. p. 256–278.

VALENTE, J. A. O papel da interação e as diferentes abordagens pedagógicas de Educação a Distância. In: MILL, D.; PIMENTEL, N. M. (Org.). **Educação a distância: desafios contemporâneos**. São Carlos: EdUFSCar, 2010. p. 25–42.

VIEL, S. R. **Um olhar sobre a formação de professores a distância: o caso da CEDERJ/UAB**. 2011. 218 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2011.

ZABEL, M. **Luz, câmera, flashes: uma compreensão sobre a disciplina de Prática de Ensino de Matemática a distância**. 2014. 156 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2014.

ZABEL, M.; ALMEIDA, H. R. F. L. Um retrato da formação online do Professor de Matemática. In: BORBA, M. C.; ALMEIDA, H. R. F. L. (Org.). **As Licenciaturas em Matemática da Universidade Aberta do Brasil (UAB): uma visão a partir da utilização das Tecnologias Digitais**. São Paulo: Livraria da Física, 2015. .

ZAMPIERI, M. T. **A comunicação em uma disciplina de Introdução a Estatística: um olhar sob a formação inicial de professores de matemática a distância**. 2013. 125 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2013.

ZULATTO, R. B. A. **A natureza da aprendizagem matemática em um ambiente online de formação continuada de professores**. 2007. 174 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2007.