Integrando Software, Vídeo e Demonstração Matemática

Marcelo Batista de Souza[[1]](#footnote-1)

GD6 – Educação Matemática, Tecnologias e Educação à Distância.

Este artigo apresenta um projeto de doutorado, em fase inicial de desenvolvimento, que visa discutir como os estudantes de um curso de Licenciatura em Matemática expressam seus conhecimentos em atividades que requerem o uso de demonstrações, quando auxiliados por tecnologias. A abordagem será de cunho qualitativo e os procedimentos metodológicos adotados para a produção dos dados serão as entrevistas semiestruturadas, o diário de campo e os vídeos gravados durante a realização das atividades. Uma turma de Geometria Analítica será escolhida como cenário de investigação, dada a possibilidade de associações entre a visualização geométrica e o cálculo algébrico. Os dados produzidos serão confrontados para aumentar a confiabilidade da pesquisa, utilizando a combinação de metodologias que é conhecida como triangulação.

**Palavras-chave**: Geometria Analítica; Produção; Tecnologias; Demonstrações.

Introdução

O presente artigo visa discutir como os estudantes de um curso de Licenciatura em Matemática expressam seus conhecimentos, quando auxiliados por tecnologias, em atividades que requerem o uso de demonstrações. A ideia é desenvolver a pesquisa com estudantes vinculados à Universidade Aberta do Brasil (UAB), mas devido ao atual cenário econômico do país e à falta de investimentos nessa modalidade, existe a possibilidade de migração para o ensino presencial.

Esta pesquisa de doutorado está inserida no projeto “Vídeos Digitais na Licenciatura em Matemática a Distância”, no qual estão sendo desenvolvidas outras pesquisas de mestrado e de doutorado, dentro do Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática [GPIMEM]. O projeto é coordenado pelo professor Dr. Marcelo de Carvalho Borba e tem como objetivo compreender as possibilidades da construção colaborativa [entre professores e estudantes], e de utilização dos vídeos nos cursos de formação de professores da UAB.

A motivação para o seu desenvolvimento considera que as dificuldades de aprendizagem observadas no ensino de Geometria podem revelar se tratar de um problema não, apenas, pontual. Na Educação Básica, talvez, isto esteja relacionado ao currículo, à infraestrutura da escola e a formação do professor. Mota e Laudares (2010) sugerem que estas dificuldades perpassam à Educação Básica, chegando ao Ensino Superior, e, deste modo, têm levado professores a refletirem sobre as suas próprias práticas.

De forma específica, este trabalho propõe investigar, em um ambiente de ensino de Geometria Analítica (GA), como ocorre o processo de aprendizagem quando o professor estimula à produção colaborativa ao discutir atividades que requerem o uso de demonstrações matemáticas. As ideias estarão apoiadas no construto seres-humanos-com-mídias, proposto por Borba e Villarreal (2005), para verificar como este conhecimento é produzido coletivamente por humanos e máquinas.

Esta pesquisa pode contribuir para ampliar a discussão sobre temas emergentes relacionados ao uso de Tecnologia Digital (TD) nos processos educacionais, a exemplo do trabalho de Hadas, Hershkovitz e Schartz (2001) que utilizou atividades exploratórias sobre construções geométricas para causar a surpresa e a incerteza no estudante, visando estimular a sua capacidade de argumentação teórica que é exigida em provas dedutivas [demonstrações].

Sobre a demonstração matemática, Domingues (2002) destaca o crescente uso do computador auxiliando nos processos de resolução de exercícios. Em seu trabalho, o autor enfatiza o histórico do método dedutivo pela busca da “verdade” e citando o problema da conjectura das quatro cores, que estava em aberto desde 1852, menciona a primeira demonstração que foi auxiliada pela computação eletrônica, realizada em 1976, e que constrangeu os matemáticos mais puristas.

A escolha deste tema [demonstração matemática], associado ao uso de softwares de Geometria Dinâmica (GD), é consistente com os trabalhos de Powell e Pazuch (2016) que apresentou tarefas e justificativas de professores em ambientes de GD, de Bortolossi e Machado (2016) que utilizou o GeoGebra explorando a implementação de atividades de geometria plana, até a tentativa de demonstrá-las, e de Amaral (2011) que investigou argumentações matemáticas colaborativas de professores na resolução de tarefas.

Fundamentada nas interações que ocorrerão durante a realização das atividades e em diferentes estudos que entrecruzam ensino, aprendizagem e TDs, a questão que norteará o desenvolvimento desta pesquisa está expressa na seguinte pergunta: como a tecnologia influencia estudantes a desenvolverem atividades que requerem o uso de demonstrações matemáticas? Para tentar respondê-la, os desdobramentos da pesquisa estarão fundamentados no construto seres-humanos-com-mídias (BORBA; VILLARREAL, 2005).

Assim, o objetivo geral da pesquisa visa investigar como os estudantes do curso de Licenciatura em Matemática expressam seus conhecimentos em atividades que requerem o uso de demonstrações, quando auxiliados por tecnologias. Desta forma, os seus objetivos específicos são: 1) Diagnosticar o conhecimento prévio dos estudantes durante o processo de produção; 2) Analisar a capacidade de argumentação teórica dos estudantes, tomando como base as discussões e as conjecturas; 3) Verificar a efetividade da sequência didática utilizada na produção; 4) Avaliar as ideias matemáticas que estão sendo comunicadas pelos estudantes.

**Justificativa**

O avanço da tecnologia trouxe consigo uma crescente demanda de usuários ávidos pela internet a procura de conhecimento, entretenimento e serviço. Sem muito esforço, e utilizando ferramentas de busca, é possível encontrar várias informações relacionadas aos milhões de usuários que acessam a rede, a quantidade de horas de vídeos disponibilizadas no YouTube, a posição ocupada pelo Brasil no ranking com maior número de conexões e as vendas de smartphones que superaram as expectativas do mercado.

Por outro lado, a inovação tecnológica tem possibilitado a exploração de cenários na área da Educação Matemática. No entanto, é possível perceber que o estudante ainda apresenta dificuldades de abstrair conceitos, operações, propriedades (SOUSA; SOUZA, 2016) e de relacionar a Matemática com o seu cotidiano. Vários estudos sugerem que o problema perpassa a Educação Básica e aflora no Ensino Superior, a exemplo de alguns relacionados à Geometria (MOTA; LAUDARES, 2010).

Pavanello (1993) relaciona o problema com o seu gradual abandono no Brasil, criticando que a ênfase dada ao ensino de Álgebra não abrange uma visão integrada da Matemática. Por esta razão, Atiyah (1982) já defendia que o pensamento sequencial enfatizado na Álgebra, estivesse associado ao pensamento visual que é dominante na Geometria. Souza (2016) concorda com esta integração, justificando que isto gera conhecimento.

E o que dizer dos conteúdos de GA ensinados apenas no final da Educação Básica? Em função disso, talvez, as dificuldades de aprendizagem dos estudantes que ingressam no Ensino Superior possam ter alguma relação com o ressaltado por Mota e Laudares (2010). Incluir a tecnologia na sala de aula e levar professores a refletirem sobre suas zonas de conforto e de risco (BORBA; ZULATO, 2010), pode incentivar os estudantes a desenvolverem habilidades, formas de estudar e de se expressar no processo de aprender.

Neste sentido, Borba, Scucuglia e Gadanidis (2015) investigam aspectos das mídias digitais relacionados à produção de significados e de conhecimentos matemáticos, que fazem emergir possibilidades de estudos sobre o papel das mídias e de seus atores no processo educacional. Borba e Villarreal (2006) acreditam que o uso a tecnologia no ensino de Matemática oferece ao estudante a possibilidade de reorganizar o pensamento, enquanto ele desenvolve o seu aprendizado.

**Explorando Software, Vídeo e Demonstração Matemática**

O estudo de Sinclair e Robutti (2012) entrelaça tecnologia, prova e GD para relacionar áreas de pesquisa, a saber, ensino e aprendizagem com softwares, além de ensino e aprendizagem da prova, que foram temas abordados no Terceiro Manual Internacional de Educação Matemática (CLEMENTS et al., 2013). As autoras destacam os softwares de GD e as pesquisas que focavam menos nas construções geométricas e mais na forma como eles medeiam a explicação, a verificação e a prova (BISHOP et al., 2003).

Sinclair e Robutti (2012) destacam a evolução da noção de prova na matemática escolar e o seu impacto provocado nas investigações realizadas na última década, incluindo o uso crescente de softwares de GD e a relação de natureza epistemológica/cognitiva do arrastar e do medir com a prova. Elas destacam trabalhos como o de Hollebrands et al. (2008) que associa o uso de tecnologias às demonstrações e o de Mariotti (2006) que aborda provas em Educação Matemática e o papel destes softwares.

Com relação ao uso da tecnologia, Sinclair e Robutti (2012) alertam sobre os cuidados que o professor deve ter ao explorar atividades na sala de aula, considerando a questão do desempenho didático. As autoras acrescentam que tendências recentes na pesquisa têm investigado as configurações que emergem do ensino, o papel da tecnologia e a relação do trabalho do professor com a sua visão de conhecimento relacionada à Educação Matemática.

O trabalho de Borba, Scucuglia e Gadanidis (2015) aborda a internet rápida, as Performances Matemáticas Digitais (PMD) e suas atuações em coletivos de seres-humanos-com-mídias que são consistentes com a noção de não domesticação (BORBA; PENTEADO, 2001). Os autores discutem como a internet pode estar contribuindo para a interdisciplinaridade, quebra das disciplinas e reinvenção da sala de aula, oferecendo possibilidades de sua aceitação (BORBA, 2009) nesse cenário de avanço tecnológico.

Eles buscam a construção de significados apoiados na narrativa multimodal matemática e no seu compartilhamento para defender que as PMD oferecem a possibilidade de valorização da Matemática (GADANIDIS; SCUCUGLIA, 2010), em face da sua capacidade de diálogo, ao formar coletivos pensantes como professores-estudantes-com-artes-e-tecnologias-digitais, em cenários diferentes da sala de aula convencional, (SCUCUGLIA; BORBA; GADANIDIS, 2012).

Os autores evidenciam o uso das artes, as TDs móveis e a internet rápida transformando aspectos matemáticos em cenários nos quais estudantes são incentivados a produzirem PMDs como forma de expressão desta geração, que tem o celular e a internet como mídias de referência. Eles focam na realização de festivais educacionais que proporcionam surpresas matemáticas e a formação de coletivos (SCUCUGLIA; GADANIDIS; BORBA, 2011) em ambientes multimodais (WALSH, 2011).

Alguns trabalhos que utilizaram vídeos também serviram de referência como o de Domingues (2014) que utilizou em aulas de matemática, propondo formas de comunicação multimodal, para analisar como os estudantes interagem com este recurso, o de Chiari (2015) que buscou compreender o papel das TDs, incluindo o vídeo, nos processos educativos, além do de Gadanidis (2012) que produziu vídeos explorando PMD e a ideia surpresa proposta por Boorstin (1990).

Outros pesquisadores também exploraram vídeos de Matemática em seus trabalhos, a exemplo de Dallacosta (2007) que buscou compreender o papel desta mídia no planejamento pedagógico do professor, de Amaral (2013) que abrangeu as possibilidades do uso de diferentes mídias na sala de aula, de Santos (2015) que criou uma taxonomia para apoiar o ensino de Matemática e de Angelo (2011) que explorou as potencialidades do vídeo didático na construção do conhecimento matemático.

Domingues (2014) destaca que no ano de 2000, a Sociedade Brasileira de Educação Matemática criou o Grupo de Trabalho (GT) Educação Matemática: novas tecnologias e Educação a Distância (EaD) para abordar temas emergentes da Educação Matemática. O autor destaca que nesse GT poucas pesquisas sobre vídeos foram desenvolvidas, ao se referir ao reduzido número de trabalhos apresentados no I Fórum de Educação Matemática, Tecnologias Informáticas e EaD, realizado em 2012.

Em sua pesquisa, Domingues (2014) acrescenta que buscou investigar o coletivo pensante de seres-humanos-com-vídeos para discutir indícios de como essa mídia reorganiza, molda e influencia o pensamento humano. O autor enfatiza que explorou o pensar-com-vídeos para discutir a reorganização do pensamento matemático dos estudantes, sustentando que as mídias estão modificando a forma pela qual eles desenvolvem os seus trabalhos, o que em outras épocas isto não era possível.

**Metodologia**

A abordagem metodológica utilizada na pesquisa será de cunho qualitativo, por ela ajudar a compreender os fenômenos observados (GOLDENBERG, 2004) no contexto das atividades realizadas com os estudantes. A ênfase será dada a observação participante em um curso de GA ministrado por um professor [responsável pela disciplina], provavelmente nos semestres 2018/1 e/ou 2018/2. Os procedimentos metodológicos adotados para a produção dos dados serão as entrevistas semiestruturadas, o diário de campo e os vídeos gravados durante a realização das atividades.

Na pesquisa também serão realizadas entrevistas combinadas com a técnica semiestruturada, que se justifica por ser flexível e possibilitar a adaptação no roteiro de questões. A ideia é mesclar dados para situar o fenômeno estudado em seu contexto, propondo que as categorias emergentes, selecionadas através do processo de observação participante, sejam empregadas de modo amplo e sistemático. As anotações da pesquisa serão registradas em um diário de campo.

Na fase de produção de dados será verificado o significado das interações ocorridas entre os estudantes durante as aulas. Deste modo, a imersão no contexto investigado, possibilitará descobrir outros dados presentes nas interpretações das situações observadas, que poderão ser refinadas depois de comparadas com as respostas dos sujeitos. Nesta perspectiva, Bogdan e Biklen (1994) sustentam que a partir da interação do pesquisador com os participantes da sua pesquisa é possível interpretar experiências de diferentes maneiras.

Ponte (1994) quando reforça que um grande número de observações feitas num longo período de tempo, ajuda o pesquisador a se proteger contra o seu *bias*. O autor ressalta que a observação participante procura conhecer os processos, as dinâmicas e as perspectivas dos intervenientes numa dada situação, sem que haja a preocupação do pesquisador em caracterizá-la como única e nem delimitá-la como caso.

O que justifica integrar a metodologia de observação participante nesta pesquisa é o fato dela ser uma técnica qualitativa que combinada com outras técnicas, permite ao pesquisador um maior controle do *bias*. De acordo com Goldenberg (2004), isto pode caracterizar o processo de triangulação de dados por dificultar para o pesquisado, produzir dados que fundamentem uma conclusão equivocada, e por possibilitar ao pesquisador enxergar além dos seus preconceitos e das suas expectativas.

**Considerações Finais**

A ideia central deste projeto é estimular os estudantes a manipularem softwares e criarem vídeos [curtos e facilmente compartilháveis, utilizando dispositivos eletrônicos móveis], de modo que enquanto produzem conhecimento possam avançar do calcular para: o pensar, o ler, o interpretar, o compreender, o argumentar, o (re) calcular, o relacionar e o visualizar. [O projeto está aberto para a discussão]

**Referências**

AMARAL, R. B. Argumentação matemática colaborativa em um ambiente online. Acta Scientiae, 13(1), 55-70, 2011. Disponível em http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/23/20. Acessado em 20 de agosto de 2017.

AMARAL, R. B. Vídeo na Sala de Aula de Matemática: Que Possibilidades? Educação Matemática em Revista, São Paulo, v.1, p. 38-47, 2013.

ANGELO, C. B. Utilização de vídeos didáticos nas aulas de matemática. In: CONFERÊNCIA INTERAMERICANA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2011, 13., Recife. Anais...

ATIYAH, M. What is geometry? The Mathematical Gazetti, 66 (437): oct, 1982, p. 150-153.

BISHOP, A. J.; CLEMENTS, M. A.; KEITEL, C.; KILPATRICK, J.; LEUNG, F. K. S. (Eds.). (2003). Second international handbook of mathematics education. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994.

BOORSTIN, J. The hollywood eye: what makes movies work. New York: Cornelia & Michael Bessie Books, 1990.

BORBA, M. C. Potencial scenarios for internet use in the mathematics classroom. ZDM Mathematics Education, v. 41, p. 453-465, 2009.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. Informática e educação matemática. 1 ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

BORBA, M. C.; SCUCUGLIA, R.; GADANIDIS, G. Fases das tecnologias digitais em educação matemática: sala de aula e internet em movimento. Belo Horizonte: Autêntica, 2015.

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.

BORBA, M. C.; ZULATTO, R. B. A. Dialogical education and learning mathematics online from teachers. In: LEIKIN, R. ZAZKIS, R. (Org.). Learning through teaching mathematics: development of teachers' knowledge and expertise in pratice. Matemathics teachers education. 1. ed. New York: Springer, 2010, v. 5. p. 111-125.

BORTOLOSSI, H. J.; MACHADO, E. J. C. Usando o GeoGebra em dispositivos móveis para explorar invariantes geométricos na sala de aula. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 12., 2016, São Paulo. Anais...

CHIARI, A. S. S. O papel das tecnologias digitais em disciplinas de álgebra linear a distância: possibilidades, limites e desafios. 2015. 206 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2015.

DALLACOSTA, A. Os usos pedagógicos dos vídeos digitais indexados. 2007. 195 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

DOMINGUES, H. H. A demonstração ao longo dos séculos. In: Bolema, Rio Claro – SP, v. 15, n. 18, set. 2002.

DOMINGUES, N. S. O papel do vídeo nas aulas multimodais de matemática aplicada: uma análise do ponto de vista dos alunos. 2014. 125 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2014.

GADANIDIS, G. Why can't i be a mathematician? For the learning of mathematics, v. 32, n. 2, p. 20-26, 2012.

GADANIDIS, G.; SCUCUGLIA, R. Windows into elementary mathematics: alternate public images of mathematics and mathematicians. Acta Scientiae (ULBRA), v. 12, p. 8-23, 2010.

GOLDENBERG, M. A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais. 8.ed. Rio de Janeiro: Record, 2004.

HADAS, N.; HERSHKOWITZ, R.; SCHWARTZ, B. The role of contradiction and uncertainty in promoting the need to prove in dynamic geometry environments. Educational Studies in Mathematics, 44, 127–150, 2001.

HOLLEBRANDS, K.; LABORDE, C.; STRÄßER, R. Technology and the learning of geometry at the secondary level. In: HEID, K.; BLUME, G. (Eds.), Research in technology and the teaching and learning of mathematics: Research syntheses (Vol. 1, pp. 155–203, 2008). Charlotte, NC: Information Age Publishing.

MARIOTTI, M. A. (2006). Proof and proving in mathematics education. In: GUTIÉRREZ, A.; BOERO, P. (Eds.), Handbook of research on the psychology of mathematics education: Past, present and future (pp. 173–204). Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishing.

MOTA, J. F.; LAUDARES, J. B. Desenvolvimento do pensamento geométrico com metodologia para o estudo das superfícies no espaço – plano, cilindros e quádricas. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 10., 2010, Salvador. Anais...

PAVANELLO, R. M. O abandono do ensino da geometria no Brasil: causas e conseqüências. In: Zetetiké, n.1, p. 07-17, Unicamp, mar. 1993.

PONTE, J. P. O estudo de caso na investigação em educação matemática. Quadrante, 3(1), 3-18. 1994.

POWELL, A. B; PAZUCH, V. Tarefas e justificativas de professores em ambientes virtuais colaborativos de geometria dinâmica. In: Zetetiké, Campinas, SP, v.24, n.2, maio/ago.2016, p.191-207.

SANTOS, R. J. Uma taxionomia para o uso de vídeos didáticos para o ensino de matemática. 2015. 133 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015.

SCUCUGLIA, R.; BORBA, M. C.; GADANIDIS, G. Cedo ou tarde, matemática: uma performance matemática digital criada por estudantes do ensino fundamental. REAMATEC – Revista de Matemática, Ensino e Cultura, v. 7, p. 39-64, 2012.

SCUCUGLIA, R.; GADANIDIS, G.; BORBA, M. C. Lights, camera, math! The paterns news. In: WIEST, L. R.; LAMBERG, T. (Org.) Proceedings of 33rd annual meeting of the north american chaptere of international group for the psychology of mathematics education. Reno: University of Nevada, 2011, p. 1758-1766.

SINCLAIR, N.; ROBUTTI, O. Technology and tehe role of proof: the case of dynamic geometry. In: CLEMENTS, M. A.; BISHOP, A. J. KEITEL, C.; KILPATRICK, J.; LEUNG, F. K. S. (Eds.) (2013). Third international handbook of mathematics education. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

SOUSA, C. M; SOUZA, M. B. As mídias lápis, papel e ábaco sendo empregadas para ensinar números e operações na educação de jovens e adultos. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 12., 2016, São Paulo. Anais...

SOUZA, M. B. Ensino de geometria analítica auxiliado por softwares. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 12., 2016, São Paulo. Anais...

WALSH, M. Multimodal Literacy: Researching classroom practice. Australia: Primary English Teaching Association (e:lit), 2011.

1. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, e-mail: marcelolada@gmail.com, orientador: Dr. Marcelo de Carvalho Borba. [↑](#footnote-ref-1)