



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA**



ALEXANDRE XAVIER DA SILVA JUNIOR

**UMA ABORDAGEM DAS CEVIANAS DO TRIÂNGULO AUXILIADA POR
TECNOLOGIA DIGITAL**

**BOA VISTA, RR
2023**

ALEXANDRE XAVIER DA SILVA JUNIOR

**UMA ABORDAGEM DAS CEVIANAS DO TRIÂNGULO AUXILIADA POR
TECNOLOGIA DIGITAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito
para a obtenção do título de Licenciado em Matemática da
Universidade Federal de Roraima.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Batista de Souza.

**BOA VISTA, RR
2023**

Dados Internacionais de Catalogação Na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal de Roraima

S586a Silva Junior, Alexandre Xavier da.

Uma abordagem das cevianas do triângulo auxiliada por tecnologia digital / Alexandre Xavier da Silva Junior. – Boa Vista, 2023.

39 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Batista de Souza.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal de Roraima, Curso de Licenciatura em Matemática.

1 – Seres-humanos-com-mídia. 2 – Tecnologias digitais. 3 – GeoGebra. I – Título. II – Souza, Marcelo Batista de (orientador).

CDU – 51:372

ALEXANDRE XAVIER DA SILVA JUNIOR

**UMA ABORDAGEM DAS CEVIANAS DO TRIÂNGULO
AUXILIADA POR TECNOLOGIA DIGITAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como
pré- requisito para a obtenção de título de Licenciado
em Matemática pela Universidade Federal de
Roraima.

Comissão Examinadora

Documento assinado digitalmente
 **MARCELO BATISTA DE SOUZA**
Data: 12/12/2023 22:35:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Prof. Dr. Marcelo Batista de Souza –
(Orientador)DMAT/UFRR**

Documento assinado digitalmente
 **MICHAEL LOPES DA SILVA ROLIM**
Data: 12/12/2023 18:47:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Prof. Dr. Michael Lopes da Silva Rolim
INSIKIRAN/UFRR**

Documento assinado digitalmente
 **JORGE LUIZ CREMONTI FILHO**
Data: 12/12/2023 18:13:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Prof. Msc. Jorge Luiz Cremotti Filho
EAGRO/UFRR**

Boa Vista, 04 de dezembro de 2023.

Resultado: 9,5

Ao autor da vida.
Deus onipotente e onipresente.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcelo Batista de Souza, por sempre me apoiar e indicar o melhor caminho a trilhar para a escrita deste trabalho de conclusão de curso.

Ao TEDIEM (Tecnologias Digitais e Educação Matemática), grupo de pesquisa que proporciona encontros para produção de novos conhecimentos para o Ensino de Matemática através de mídias.

Ao Programa Residência Pedagógica, que proporcionou experiências práticas em sala de aula e agregou conhecimento para a carreira de futuro professor.

À minha esposa, Milena Nideck Gonçalves, que sempre acreditou no meu potencial e esteve ao meu lado nos momentos difíceis enfrentados para busca do êxito.

À minha família, pai, mãe e irmãs, que me criaram e educaram para que eu pudesse chegar até aqui.

Aos meus amigos do curso de Licenciatura em Matemática, que trilharam junto a mim esta ilustre estrada da graduação.

Aos irmãos de farda da Força Aérea Brasileira, que contribuíram de alguma forma para que eu pudesse estar presente na Universidade.

À escola e ao professor que disponibilizou o espaço para que fosse feita a pesquisa deste trabalho.

Por último, contudo, o mais importante de todos. A Deus, que sempre me capacitou e me abençoou com sua misericórdia para que até aqui eu chegasse.

RESUMO

O presente trabalho busca compreender como estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental são impactados pela realização de atividades matemáticas com auxílio da tecnologia digital. A pesquisa inclui uma turma de uma escola pública de 28 estudantes com faixa etária entre 13 e 17 anos, dentre os quais 26 deles construíram protótipos voltados para o estudo das cevianas do triângulo. A abordagem da pesquisa é qualitativa e, com a sua realização, os procedimentos metodológicos que utilizei para produzir dados foram: os registros em diário de bordo, a observação e a realização de atividade de ensino que inclui aplicação e respostas de um questionário, os quais analisei à luz do construto teórico seres-humanos-com-mídias. Os dados sugerem que a pluralidade de formas para ensinar Geometria Plana pode comportar diferentes visões sobre o estudo das cevianas do triângulo. Em especial, por meio do touchscreen, o uso da tecnologia digital possibilitou aos estudantes vivenciarem experiências estimuladas por atividades interativas, sensoriais e cognitivas, que são qualitativamente diferentes daquelas em que utilizam-se apenas recursos convencionais como o lápis e papel, por exemplo. Essa experiência mostrou a reação dos estudantes ao uso da tecnologia digital como uma possibilidade para aprimorar o processo de aprendizagem matemática, além de torná-la envolvente, significativa e adaptada às suas necessidades individuais.

Palavras-chave: Seres-humanos-com-mídia. Tecnologias Digitais. GeoGebra.

ABSTRACT

This work seeks to understand how students in the 9th year of Elementary School are impacted by carrying out mathematical activities with the help of digital technology. The research includes a class from a public school of 28 students aged between 13 and 17, 26 of whom built prototypes aimed at studying the cevians of the triangle. The research approach is qualitative and, in carrying it out, the methodological procedures I used to produce data were: records in a logbook, observation and carrying out a teaching activity that includes application and answers to a questionnaire, which I analyzed it in light of the theoretical construct human-beings-with-media. The data suggest that the plurality of ways to teach Plane Geometry can involve different views on the study of the cevians of the triangle. In particular, through the touchscreen, the use of digital technology enabled students to experience experiences stimulated by interactive, sensorial and cognitive activities, which are qualitatively different from those in which only conventional resources such as pencil and paper are used, for example. This experience showed students reactions to the use of digital technology as a possibility to improve the mathematical learning process, in addition to making it engaging, meaningful and adapted to their individual needs.

Keywords: Humans-with-media. Digital Technologies. Geometry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Ilustração dos comandos utilizados com uso do GeoGebra.....	24
Figura 2 -	Atividade de ensino realizada em dois momentos.....	29
Figura 3 -	Registro da participação da turma na realização da atividade.....	32

Sumário

1.	INTRODUÇÃO.....	9
1.1	Justificativa.....	10
1.2	Problema de pesquisa.....	11
1.3	Objetivos.....	12
1.3.1	Objetivo geral.....	12
1.3.2	Objetivos específicos.....	12
1.4	Organização das seções.....	12
2.	REVISÃO DA LITERATURA.....	13
3.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
4.	METODOLOGIA DE PESQUISA.....	22
4.1	Conceitos Necessários para a Realização das Atividades de Ensino.....	24
4.2	Atividade de Ensino Auxiliada por Tecnologia Digital.....	26
5.	ANÁLISE DOS DADOS.....	28
6.	CONSIDERAÇÕES.....	33
	REFERÊNCIAS.....	36

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho recorre à tecnologia digital para explorar atividades de ensino que ressaltam as cevianas de um triângulo. Segundo Araújo (2014, p. 17), “denomina-se ceviana de um triângulo qualquer segmento de reta que tem uma das extremidades num [...] [de seus] vértices [...] e a outra [localizada] sobre a reta suporte do lado oposto [...] [a esse] vértice”.

Desde o seu surgimento, a tecnologia digital tem provocado transformações no modo como os seres humanos aprendem (BORBA; ALMEIDA; GRACIAS, 2018). Assim, direciono o foco deste trabalho para o seu uso e seus impactos associados à Matemática e ao processo de ensino e aprendizagem de estudantes de uma escola pública, do 9º ano do Ensino Fundamental, tendo em vista caracterizar pontos de atenção com a realização desta investigação. Compreendo que a tecnologia digital pode estimular estudantes a investirem em seus estudos por viabilizar acesso ao conhecimento e facilitar a compreensão de conceitos matemáticos diversos (SOUZA; GAMA, 2022a). Diante do exposto, reflito acerca de como a tecnologia digital integrada a atividades matemáticas pode impactá-los ao experiencarem a construção de protótipos.

Independente das experiências reveladas por meio desta investigação, entendo que a incorporação de tecnologias ao ensino de Matemática precisa considerar aspectos sociais, econômicos e culturais referentes a essa classe (estudantil). Em especial, a diversidade de tecnologias digitais disponíveis para acesso gratuito na internet e em escolas auxiliam professores a explorar diferentes estratégias que podem ser adaptadas às necessidades e interesses de seus atores educacionais.

Nesse caminho, atividades de ensino têm viabilizado oportunidades para formar coletivos pensantes quando humanos e não-humanos (tecnologias) estão envolvidos em processos de aprendizagem, algo fundamental para que estudantes desenvolvam habilidades, resolvam problemas, se expressem matematicamente e produzam “novos” conhecimentos. Um exemplo disso pode ser observado nos trabalhos de Souza e Gama (2022a, 2022b), Gama e Souza (2022) e Souza e Reis (2022).

1.1 Justificativa

Nesse cenário, entendo que é preciso estimular professores a utilizarem tecnologias digitais na sala de aula em pleno século XXI, tempo no qual crianças, adolescentes e jovens (estudantes), em idade escolar, têm a internet e os dispositivos móveis como mídias de referência (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2014). Essa noção retrata a necessidade de oferecer formação continuada para professores aprenderem a aprender, a interagir, a conhecer, a selecionar, a utilizar e a refletir sobre o uso dessas mídias em contextos educacionais e não-educacionais, tendo em vista o desenvolvimento de estratégias e a promoção de um ensino de Matemática que faça algum sentido e contribua para estimular esses estudantes.

Seguindo esse entendimento, destaco que a escolha do tema explorado neste trabalho, integrado ao uso da tecnologia digital, se deu em função de minha afinidade com a Geometria Plana, à qual emergiu de estudos para prestar concursos públicos (militares). Na oportunidade, estudei os Teoremas de Pitágoras e Menelaus, as Leis do Seno e Cosseno, entre outros. Além disso, inserido no Grupo de Pesquisa Tecnologias Digitais e Educação Matemática (TEDIEM), coordenado pelo prof. Dr. Marcelo Batista de Souza, meu orientador, e alinhado ao conhecimento de informática utilizado na minha profissão de Técnico em Tecnologia da Informação (TI), apreendido na Escola de Especialistas da Aeronáutica, me interessei por investigar o uso de tecnologias digitais voltado para o ensino de Matemática apoiado no construto teórico seres-humanos-com-mídias (BORBA; VILLARREAL, 2005).

Com a realização desta investigação, percebi que o advento das tecnologias digitais tem colaborado para a evolução humana frente à sua necessidade de otimizar produções, reduzir recursos, desenvolver ideias e elaborar projetos. Um exemplo dessa evolução está presente na modernização dos modos de comunicação que, outrora, utilizavam cartas postais (físicas) e, com o passar do tempo, foram substituídas por mensagens (eletrônicas) enviadas por meio de aplicativos de celulares. A saber, há algum tempo essa modernização também tem beneficiado a Educação em todos os seus níveis. Atualmente, observo que diferentes formas de ensinar, estudar e aprender têm se adequando aos avanços tecnológicos, os quais apontam para a necessidade de estudantes e professores cederem espaço para o uso de recursos digitais no processo de ensino e aprendizagem de Matemática.

Nesse caminho, destaco a importância do ensino de Geometria Plana auxiliado por tecnologia digital que abarca diferentes visões sobre as cevianas exploradas no estudo do triângulo. Particularmente, o uso desse recurso possibilita aos estudantes elaborar e interagir com protótipos (construções geométricas) para explorar conceitos matemáticos de um modo diferente das aulas tradicionais que se apoiam em livros, quadro e pincel, por exemplo. Assim, ao utilizarem a tecnologia digital, os estudantes podem manipular gráficos, animações e simulações para obter “melhor” compreensão de tópicos como funções, equações e geometria Souza e Gama (2022a, 2022b), Gama e Souza (2022).

Em “muitas” situações na sala de aula, esse uso vai ao encontro das necessidades dos estudantes quando recursos educacionais com diferentes níveis de habilidade favorecem à aprendizagem no tempo de cada um. No entanto, considero que o emprego de tecnologias digitais deve alinhar-se ao currículo de Matemática para ajudá-los a compreender conceitos e incentivá-los a explorar conteúdos de um modo diferente da metodologia que se limita ao emprego de aulas expositivas.

Penso que o uso de tecnologias digitais proporciona a interação pessoal com professores e colegas na sala de aula, assim como estimula modos de colaboração que “normalmente” fazem a diferença no processo de ensino e aprendizagem de Matemática. Nesse processo, as tecnologias digitais têm desempenhado um papel fundamental na Educação contemporânea ao transformar a maneira como os estudantes aprendem conteúdos matemáticos (BAIRRAL; ASSIS; SILVA, 2015; SOUZA; FONTES; BORBA, 2019).

Compreendo que incorporar esse recurso nas aulas de Matemática, de forma consciente e reflexiva, pode pavimentar um caminho para as suas aprendizagens na formação básica que possibilite encarar os desafios do mundo digital e globalizado. Desse modo, ao pensar nessa possibilidade, elaborei atividades de ensino que visaram à construção de protótipos com uso da tecnologia digital para que os estudantes, de um modo diferente do utilizado em aulas expositivas, pudessem explorar as cevianas do triângulo, produzir conhecimento matemático e interagir entre seus pares em um ambiente dialógico de compartilhamento de ideias e formação de conjecturas. Nessa direção, defini uma pergunta que direcionou o desenvolvimento da pesquisa.

1.2 Problema de Pesquisa

Como estudantes de uma escola pública, do 9º ano do Ensino Fundamental, são impactados pela realização de atividades matemáticas com auxílio da tecnologia digital?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Comprender como estudantes de uma escola pública, do 9º ano do Ensino Fundamental, são impactados pela realização de atividades matemáticas com auxílio da tecnologia digital.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar o modo como esses estudantes interagem com a tecnologia digital ao estudarem as cevianas do triângulo.
- Analisar as suas construções geométricas com uso da tecnologia digital.
- Relacionar os impactos provocados pela realização da atividade com auxílio da tecnologia digital.

1.4 Organização das Seções

O trabalho está estruturado em seções. Em todas elas, a tecnologia digital assume papel central para realçar como a sua integração à atividade matemática impactou estudantes da escola pública. Nessa seção 1, por exemplo, revisito experiências pessoais que me aproximaram do tema central desta pesquisa, assim como apresento um retrato do trabalho. Por sua vez, na seção 2 compartilho a revisão da literatura apoiada em fontes disponíveis na internet para explorar o tema tecnologias digitais. Já na seção 3, destaco o referencial teórico apoiado no construto teórico seres-humanos-com-mídias. Mais adiante, apresento na seção 4 a

metodologia que utilizei para analisar os dados, posteriormente, descritos na seção 5. Por fim, em busca de responder à pergunta de pesquisa apresento as minhas considerações na seção 6.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Já faz algum tempo que as “novas” tecnologias digitais tem sido alternativa aos métodos tradicionalmente utilizados no ensino de Matemática. Segundo Borba, Scucuglia e Gadanidis (2014), a inserção desses recursos em instituições escolares tem movimentado a sala de aula, espaço pelo qual o professor pode pedagogicamente utilizá-los para promover inovação e produção de conhecimento matemático. Em especial, isso tem colaborado para o surgimento de “novos” modos de ensinar e aprender, além de estimular pesquisadores da área da Educação Matemática interessados em tecnologias digitais como seus objetos de estudo.

De tempos em tempos, é possível observar perfis de estudantes que iniciam a vida escolar com conhecimentos tecnológicos básicos, por vezes avançado. Partindo dessa prerrogativa, Borba e Villarreal (2005) abordam a temática seres-humanos-com-mídias, a qual valoriza o conhecimento humano sendo produzido coletivamente com as mídias. Segundo Borba (2004), ao expressar o que pensa sobre esse tema, ele diz que:

[...] O conhecimento nunca é produzido somente por humanos, mas também por atores não humanos. As tecnologias são produtos humanos, e são impregnados de humanidade, e reciprocamente o ser humano é impregnado de tecnologia. Neste sentido, o conhecimento produzido é condicionado pelas tecnologias [...] (BORBA, 2004, p. 305).

Nessa direção, ao considerar o uso de tecnologias digitais cada vez mais cedo pelo público infantil, é preciso avaliar a “real” possibilidade de inseri-las na Educação, tendo em vista os benefícios que elas proporcionam ao processo de ensino e aprendizagem. Por outro lado, a tecnologia dos espaços escolares viabiliza acesso a plataformas de vídeos, jogos diversos e redes sociais sem finalidades educativas que, por vezes, oferecem entretenimento, distração e ociosidade. Mesmo assim, Lévy (1993) já defendia a incorporação de softwares no cotidiano das escolas, por realçarem a importância do papel da visualização matemática. Essa incorporação pode alcançar “novas” dimensões de aprendizagem quando humanos e não-humanos agrupam-se em um coletivo pensante. Segundo Mazzi (2014), em ambientes de aprendizagem, professores, estudantes e mídias dividem o mesmo espaço e pensam juntos, o que ajuda na compreensão de conceitos, assim como na elaboração de

conjecturas e ideias matemáticas.

Na visão de Borba (2002), essa perspectiva de trabalhar com a alfabetização tecnológica abre oportunidades para retomar o processo de alfabetização matemática. Por exemplo, Souza, Fontes e Borba (2019) enfatizam a importância da tecnologia digital como alternativa para a avaliação de estudantes em sala de aula. Os autores ressaltam as suas capacidades de expressar conhecimentos matemáticos produzidos por meio de vídeos e aplicativos. Esse exemplo amplia o debate no qual a centralidade do tema prioriza a aplicação de provas com caneta e papel, o que no entendimento dos autores não pode ser considerada como única forma de avaliação.

Isso pode ser observado em vídeos produzidos por estudantes que compartilharam suas compreensões acerca do conteúdo de Geometria Analítica, mais especificamente ao abordarem vetores. Na ocasião, com uso do GeoGebra, a proposta da atividade buscava engajar estudantes a demonstrarem matematicamente algumas proposições como a interpretação geométrica do módulo do produto misto associado ao volume de um paralelepípedo. Segundo Souza, Fontes e Borba (2019, p. 71-72), essa “mediação tecnológica possibilitou relacionar conhecimentos adquiridos, explorar demonstrações matemáticas e estimular os estudantes a produzirem artefatos e vídeos digitais” sobre questões disponibilizadas em listas de exercícios. Nesse caso, os autores observam que:

[...] A partir de um caso particular, note que o estudante se apoia no uso do software GeoGebra para concluir a demonstração da proposição matemática. Desse modo, percebe-se que ele também utilizou a tecnologia como uma ferramenta de verificação e de ilustração, embora tenha buscado relacionar as construções geométricas ao enunciado da proposição matemática [...] (SOUZA; FONTES; BORBA, 2019, p.76).

Em Lévy (1993), um tratamento é dado para as “tecnologias da inteligência”. Nesse trabalho, o autor expõe o quão importante essas tecnologias são para a humanidade, em especial, ao arriscar-se em fazer previsões, ele destaca a informática como um desses recursos que determinou a temporalidade das eras antropológicas, assim como a oralidade e a escrita. Essa exposição denota que em tempos atuais esses recursos têm possibilitado aos estudantes interagir com máquinas para explorar conceitos matemáticos. Assim, diferentemente dos livros que propõem um problema para ser resolvido, as máquinas são utilizadas por estudantes para construir soluções

e produzir conhecimentos matemáticos que emergem à partir da reorganização do pensamento. No caso das tecnologias digitais, elas possibilitam um entrelaçamento de recursos como imagens, sons e textos, entre outros, sendo utilizado simultaneamente na elaboração de “novos” conteúdos, a exemplo do que é ressaltado em Borba e Oechsler (2018), Souza (2021; 2022a; 2022b; 2022c), Souza e Gama (2022b; 2022b), Souza e Reis (2022), Souza e Belo (2023), Souza, Gama e Lima (2023) e Souza e Silva (2023).

Por sua vez, o trabalho de Bairral, Assis e Silva (2015) destaca a importância da manipulação do touchscreen feita de um modo diferente do clique realizado com o mouse. Segundo os autores, essa manipulação é comparada com as funções de um escultor e um modelador para ressaltar que o primeiro “talha” a obra e o segundo modela a sua superfície. Eles observam que a utilização de tablets proporciona ao estudante produzir conhecimento nesse formato, o que, por sua vez, não limita o recurso apenas para armazenar conteúdos compartilhados. Os autores destacam o papel mediador do professor que orienta estudantes a empregarem recursos em atividades matemáticas.

Bairral, Assis e Silva (2015) ressaltam que essa pesquisa foi feita na Universidade Federal do Rio de Janeiro com estudantes de Licenciatura em Matemática. Na oportunidade, os autores realizaram uma investigação que incluiu 16 aplicativos, dentre eles software e jogos para observar características relacionadas à temática, aos sujeitos e aos seus desenvolvedores. Eles observaram que os softwares, em sua maioria, utilizam a geometria e nas aplicações de jogos o que prevalece é a álgebra. Na ocasião, os autores analisaram a viabilidade relacionada ao uso de aplicativos e softwares em sala de aula, tendo como base os recursos que cada um deles disponibiliza, além de considerar itens como lentidão, idioma e sistema operacional.

Já o trabalho de Souza e Belo (2023) explora o lançamento de sementes em espaços de socialização da escola pública influenciado pelo uso da tecnologia digital. Segundo os autores, as discussões originadas a partir de seus registros de observação conduziram a investigação para temas como espontaneidade, sala de aula de Matemática e possibilidade de uso da tecnologia digital. Na oportunidade, eles refletiram sobre as sementes lançadas, em corações e mentes, que germinaram,

brotaram, nasceram e se desenvolveram por meio do curso de extensão “vídeos digitais na Educação Matemática”, oferecido para professores da escola pública. Assim, os autores reconhecem que “[...] essa experiência [...] produziu frutos que [...] fazem vislumbrar, saborear e acreditar, assim como Freire (2023), que a educação é um ato de esperança”.

Na ocasião da análise, do vídeo “Sobre a esfera e o cilindro”, Souza e Belo (2023) fizeram anotações para estenderem seus registros perceptivos e, assim, usufruírem de detalhes que conduziram aos significados presentes no discurso de um professor. Desse modo, compreenderam que ele, ao produzir o vídeo, escolheu e combinou recursos semióticos apoiado na ludicidade e na espontaneidade, ao invés de optar por um roteiro previsível, o que ressalta a harmonia presente na comunicação matemática e acentua a coparticipação da tecnologia na produção de conhecimento (SOUZA; BELO, 2023).

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Refletido por Borba (1993; 1999) e consolidado em Borba e Villarreal (2005), o construto teórico seres-humanos-com-mídias é decorrente de estudos que envolvem a reorganização do pensamento de Tikhomirov (1981) e as tecnologias da inteligência de Lévy (1993).

Os estudos de Tikhomirov (1981), por exemplo, mostram que a informática, enquanto mídia, auxilia na reorganização do pensamento humano sem substituí-lo como alguns pesquisadores acreditam. Segundo o autor, esse recurso coparticipa dessa construção, o que caracteriza uma aproximação de suas ideias e um distanciamento de teorias que consideram o potencial das tecnologias digitais para substituir tarefas e pensamentos humanos. É importante observar em algumas situações operacionais que embora o computador encontre os mesmos resultados que o ser humano, ainda assim, ele não pode ser classificado como um objeto ou tecnologia que possui o mesmo nível de pensamento, tendo em vista que a dotação de sentimentos (humanos) altera o seu ambiente de convívio, algo que não pode ser feito por meio de funções computacionais.

Nesse viés, o computador pode ser visto como recurso complementar ao processamento de informações realizado por humanos, quando desempenha o papel de mediar seus conhecimentos, suas memórias e suas relações com o mundo, os quais colaboram para o processo de reorganização do pensamento. Lévy (1993) afirma que uma mídia não sobrepõe ou extingue outra, no entanto, na formação de coletivos pensantes como seres-humanos-com-lápis-e-papel, por exemplo, com o surgimento de uma nova mídia passa a ocorrer a incorporação dessa mídia a outra já existente. A saber, o violão acústico não tornou-se obsoleto com o invento da guitarra elétrica e ambos têm sido utilizados em eventos diversos. Nesse caminho, utilizar mais de uma tecnologia em sala de aula como o quadro e pincel, o computador, o projetor, o slide, o software, o vídeo, entre outros, ajuda na construção de um caminho pedagógico possível para ensinar Matemática em pleno século XXI. Segundo Borba (1999, p. 287), o “[...] computador pode dar feedback a passos intermediários da atividade humana, que seriam impossíveis de serem dados por observadores externos”.

Por sua vez, no livro *Informática e Educação Matemática* escrito por Borba e Penteadó (2001) são observadas citações divergentes quanto ao uso de tecnologias digitais na Educação. Na ocasião, os autores ressaltam que mesmo tendo passado duas décadas da escrita dessa obra, ainda era possível encontrar oposição ao ensino informatizado, sob a justificativa de que o computador executaria todo o processo de raciocínio e, assim, pouparia o desenvolvimento da inteligência humana, o que no entendimento de ambos essa afirmação não condiz com a realidade quando a construção do conhecimento é vista à luz do construto teórico seres-humanos-com-mídias (BORABA; VILLARREAL, 2005).

Na época, outro argumento utilizado pelos opositores a essa ideia era de que o estudante podia não compreender nada sobre cálculo, tendo em vista que o software forneceria o resultado da equação. Os autores observam que os artifícios utilizados em aplicações computacionais serviam para explorar de forma diferenciada o conteúdo matemático e não para a resolver um problema ou tarefa, desse modo, a máquina criaria oportunidades para o estudante elaborar conjecturas por meio de experimentos realizados com uso da tecnologia.

Em tempos atuais, é importante destacar que estudantes habituaram-se a utilizar o lápis e papel na sala de aula. Por conta dessa naturalidade forjada durante anos, surgem contradições quando professores consideram que essas tecnologias não causaram dependência para esses estudantes no decorrer da história da Educação. No entanto, ao analisarem a inserção da informática no ensino de Matemática, argumentam que isso (sim) podia causar dependência humana em relação ao uso da tecnologia digital. Decerto, qualquer conhecimento matemático produzido à partir de experiências de coletivos pensantes como humanos-software é qualitativamente diferente daquele produzido por humanos-lápis-e-papel. Na visão de Borba (2002),

[...] o conhecimento produzido sofre drásticas mudanças quando mídias qualitativamente diferentes são incorporadas aos coletivos seres humanos-mídias. [...] a chegada do computador ajudou a deixar claro o quanto o conhecimento produzido anteriormente era produto também das mídias disponíveis em um dado momento histórico (BORBA, 2002, p. 151).

Nesse caminho, as ecologias cognitivas mencionadas por Lévy (1993) citam as tecnologias da inteligência (oralidade, escrita e informática) que mostram como a humanidade evoluiu ao longo do tempo com o processo de armazenamento e organização de informações. Esse percurso facilitou a compreensão de ideias que antes eram expressas de modo desorganizado por meio da oralidade, a qual é caracterizada pelo compartilhamento circular de um dado conhecimento. No entanto, com o avanço da linguagem e surgimento da escrita foi possível reorganizar o pensamento para apresentá-lo em formato linear. Tempos depois, emergiram os rizomas associados ao advento da informática, tecnologia que possibilitou diferentes modos de pesquisa e comunicação, assim como trouxe oportunidades para integrar a oralidade e a escrita.

Ao resgatar o período que antecedeu o surgimento da escrita, percebi que a sociedade era limitada a produzir e armazenar informações com base na memória humana, à qual é limitada e, por vezes, não confiável. Por exemplo, em sociedades antigas os processos e a cultura (humanos) ficavam armazenados em cantos e poesias que eram passados de geração a geração como forma de perpetuar conhecimentos para evitar perdê-los com o passar do tempo. Já com o desenvolvimento da escrita, houve a necessidade de compreender representações gráficas, descobertas originalmente em paredes de cavernas, peles de animais, entre outros. Segundo Lévy (1993), o que pode comprometer o uso dessa tecnologia está associado à interpretação de como o leitor compreende a mensagem escrita por um redator.

[...] o surgimento da escrita permite que teorias sejam desenvolvidas, já que essa mídia pode armazenar linearmente, de forma estável, um conjunto de ideias. É dentro desse quadro teórico que entendo a informática: uma mídia que está transformando a forma como produzimos conhecimentos e que modifica de maneira qualitativa o agente do conhecimento (BORBA, 2002).

Nesse sentido, a informática rompe com a linearidade do pensamento humano ao demonstrar-se dinâmica em termos de inovação por combinar imagens em movimento, textos e áudios. Nesse viés, a atualização recorrente

do conhecimento produzido por meio desse recurso aperfeiçoa métodos exploratórios que são facilitados pelo uso da tecnologia digital. Em especial, essa tecnologia possibilita ao estudante produzir conhecimentos, por exemplo, na elaboração de protótipos e vídeos digitais com recursos audiovisuais diversos que se diferem de livros impressos e oferecem ao estudante o papel de protagonista e de agente de transformação social.

Inspirada em Villarreal e Borba (2010), Souto (2013) pontua que objetos físicos incorporados aos axiomas na fundação da Geometria Euclidiana a definiram como a ciência da construção com régua e compasso. Nesse caso, essa geometria foi produzida por coletivos de seres-humanos-com-régua-e-compasso, o que traduz o pensamento de Davis e Hersh (1981) como sendo, a mídia, uma parte intrínseca da fundação da Geometria Euclidiana.

[...] podemos pensar metaforicamente, que o pensamento é exercido por sistemas ser- humano-computador como proposto por Tikhomirov (1981) [...]. Podemos ampliar esta metáfora e pensarmos que o ser humano tem sido ao longo da história ser-humano-oralidade, ser-humano-escrita e ser-humano-informática. Um novo passo pode ser dado [...] se a unidade básica de conhecimento for pensada como ser-humano-lápis-e-papel-informática-... cujas reticências significam que o pensamento é algo coletivo, como proposto por Lévy (1993) (BORBA, 1999, p. 292).

Segundo Lévy (1993), essa construção do conhecimento é feita coletivamente, pois há uma integração entre humanos e não-humanos (tecnologias). Nesse caso, é possível dizer que as tecnologias digitais, enquanto co-autoras não-humanas, estão impregnadas de humanidade, algo que pode ser observado em aplicativos ou layouts de um programa. Nesse universo, os seres humanos criam interfaces, desenvolvem programas, atualizam sites com informações, entre outros. Assim, as mídias são moldadas por seres humanos e os seres humanos são moldados por mídias.

Borba (1999) refere-se ao termo mídia tanto para fazer referência às tecnologias materiais (instrumentos, recursos) quanto às imateriais (tecnologias da inteligência – oralidade, escrita e informática). Em Borba e Villarreal (2005), os autores destacam que produzir conhecimento assemelha-se ao “pensar-com-mídias” e essa junção de seres-humanos-com-mídias resulta da composição de

atores humanos e não-humanos, no qual ambos são sujeitos do conhecimento produzido.

Borba e Penteado (2001) expõem que a diferença entre mídias não as torna uma com grau de importância maior do que a outra. Vale ressaltar que as “novas” mídias não substituem as demais existentes. Um exemplo disso está presente na sala de aula, quando o professor combina o uso de lousa e pincel com tecnologias digitais. Esse entendimento reforça que a interação de seres-humanos-com-mídias abre possibilidades para produzir conhecimento por diversas vias.

Em especial, com uso das tecnologias digitais um estudante pode ter um entendimento a partir da sua observação que cria condições para formular conjecturas e compreensões acerca de um conceito matemático. Vídeos, aplicativos, softwares, jogos, entre outros, proporcionam essa oportunidade para o estudante ter uma visão qualitativamente diferente do conhecimento produzido por coletivos como seres-humanos-com-lápis-e-papel e/ou seres-humano-com-lousa-e-pincel.

Ademais, a inserção de tecnologias digitais na sala de aula de Matemática, requer um olhar para a necessidade de formação continuada de professores. “Muitas” vezes, essa inserção depende de vontade política, de profissionais motivados, de parcerias com universidades públicas, de oferta de vagas em especializações, assim como relata Borba (2002), é preciso que hajam projetos de educação continuada para professores, de longo prazo, pois dificilmente eles terão condições de se apropriarem de tecnologias digitais como parte do seu desenvolvimento profissional.

4. METODOLOGIA DE PESQUISA

Diante do exposto na seção anterior, apliquei atividades de ensino voltadas para a elaboração de protótipos na sala de aula de Matemática de uma escola pública localizada em Boa Vista – Roraima. Na oportunidade, o combinado com a direção dessa instituição e com professor aconteceu no tempo previsto e o experimento foi realizado com uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental composta por 28 estudantes, dos quais 26 deles, com faixa etária entre 13 e 17 anos, engajaram-se em realizá-las.

Ressalto que a referida turma ainda não tinha conhecimento sobre o conteúdo das cevianas, mas já havia estudado as relações métricas no triângulo. Desse modo, dois encontros foram necessários para a realização da atividade, cada um com tempo de duas horas seguidas. Devido à essa necessidade, iniciei os trabalhos com a proposta de construir uma sequência de passos para aproximar os estudantes do referido conteúdo.

Nesse caminho, ao aproveitar a oportunidade de atuar como professor, passei a me questionar. Daí, então pensei: por que não iniciar a abordagem do conteúdo com a inserção da tecnologia digital? De acordo com Borba e Penteadó (2001), a aula expositiva, seguida de exemplos no computador, pode ser uma combinação possível para ensinar Matemática. Assim, ao optar pela compreensão dos dados produzidos nesta investigação priorizei a abordagem qualitativa. Borba, Almeida e Gracias (2018, p.77), por exemplo, destacam diversos autores que ao seguirem “a pesquisa qualitativa enfatizam a compreensão, ou seja, [...] conhecer é compreender de modo profundo”. Para tal, adotei os seguintes procedimentos metodológicos: registros em diário, observação e realização de atividade de ensino que inclui a aplicação e análise das respostas de um questionário.

Destaco que até o momento da realização da atividade, por mais que (eu autor) já tivesse vivenciado experiências com o Programa Residência Pedagógica e com os Estágios Supervisionados em Matemática I e II, ainda não havia utilizado essa metodologia, tendo sido a minha primeira oportunidade para

ensinar com mídias digitais.

Nesse viés, no primeiro encontro priorizei uma busca por conhecimentos prévios necessários ao estudo do “novo” conteúdo, os quais são advindos de anos anteriores. A seção 4.1 ilustra o documento utilizado para revisar conceitos matemáticos necessários à realização da atividade.

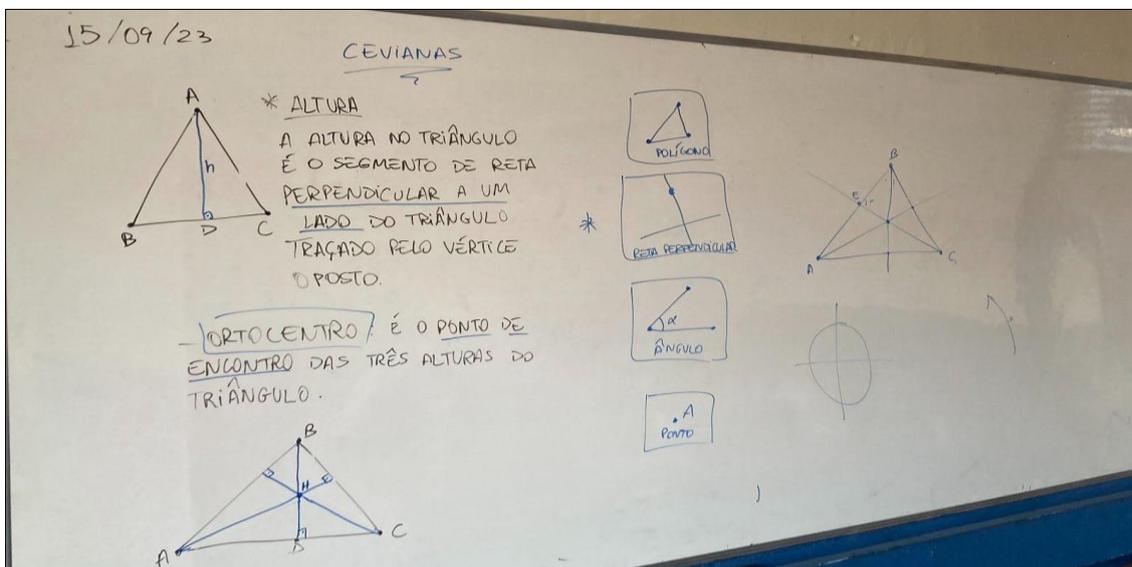
Na oportunidade, dei ênfase aos conceitos de bissetriz e mediatriz com uso do quadro e pincel para, em seguida, explorar o conceito de cevianas em condição de ser compreendido pelos estudantes. A partir de então, orientei que fizessem o download do aplicativo GeoGebra para instalá-lo em seus celulares (pessoais), já que a escola não disponibilizou os tablets de que dispunha por estarem em manutenção naquela oportunidade. Em seguida, foi necessário rotear a rede para acesso à internet, pois a escola não possuía conexão Wi-Fi.

Assim, apresentei o aplicativo e suas versões que incluem: Calculadora 3D; Gráfica; Geometria; Cálculo Simbólico (CAS) e Probabilidade. Passado esse momento, indiquei a opção Geometria, apresentei o “novo” conteúdo matemático e as atividades de ensino que seriam explorados no segundo encontro (Seção 4.2). Em especial, ao ressaltar o conteúdo matemático, enfatizei a definição e quais seriam as cevianas presentes em um triângulo. Destaquei a importância no cotidiano e aplicabilidade do baricentro, que é o ponto de encontro das medianas, o qual determina o centro de massa ou centro de gravidade do triângulo (OLIVEIRA, 2016). A saber, essa definição está presente em qualquer objeto matemático com duas ou três dimensões.

Conforme indicado na seção 4.1, a cada passo utilizado para explorar as cevianas do triângulo era feita uma construção com uso do GeoGebra. Por exemplo, ao iniciar o tópico altura, foram utilizadas lousa e pincel para definir e ilustrar os desenhos geométricos com o objetivo de visualizar o ‘ponto de encontro das três alturas’ (Ortocentro). Posteriormente, foram traçadas as alturas do triângulo com auxílio do aplicativo, conforme proposto na atividade de ensino. Particularmente, nesse documento cada tópico compunha o subtópico GeoGebra que indicava como construir as cevianas do triângulo.

Além disso, na lousa, foram desenhados alguns comandos básicos necessários para a sua construção, conforme ilustrado na **Figura 1**.

Figura 1 - Ilustração dos comandos utilizados com uso do GeoGebra



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

4.1 Conceitos Necessários para a Realização das Atividades de Ensino

Na ocasião da dinâmica realizada na sala de aula, utilizei a atividade de ensino compartilhada no Quadro 1.

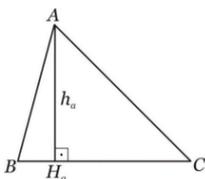
Quadro 1 – Atividade de ensino: As cevianas do triângulo (Parte 1)

ATIVIDADE DE ENSINO – ENSINO FUNDAMENTAL		
Professor: Alexandre Xavier	Turma: 9º ano	Data: 15/09/2023
Área do conhecimento: Matemática e suas tecnologias		Duração: duas aulas
Unidade Temática: Triângulos	Objeto de conhecimento: Cevianas e pontos notáveis	
Habilidade: (EF09MA14) Resolver e elaborar problemas de aplicação do teorema de Pitágoras ou das relações de proporcionalidade envolvendo retas paralelas cortadas por secantes.		
Desenvolvimento: Aula 1		
<p>1) Levantamento de conhecimento prévio - Conforme visto no 8º ano, a MEDIATRIZ é a reta perpendicular a um segmento de reta que passa pelo ponto médio desse segmento. Ela divide um segmento de reta ao meio (Ilustrar). Por sua vez, a BISSETRIZ é a semirreta interna de um ângulo traçada a partir de seu vértice, dividindo-o em dois ângulos congruentes (Ilustrar).</p> <p>2) Novo conhecimento (CEVIANAS DE UM TRIÂNGULO)</p>		

- São segmentos que partem do vértice de um triângulo e cortam o lado oposto ou o seu prolongamento. Exemplos de cevianas: mediana, altura e bissetriz.

ALTURA DE UM TRIÂNGULO

- É um segmento de reta perpendicular (90°) a um lado de seus lados, traçado pelo vértice oposto (ilustrar).



ORTOCENTRO

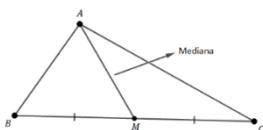
É exatamente o ponto de encontro das três alturas desse triângulo.

Com uso do aplicativo GeoGebra

- *Construir um triângulo*: selecione a opção POLÍGONO para criar um triângulo por meio de 3 pontos distintos e clique no primeiro deles para fechar o triângulo (ABC);
 - *Definir a altura*: selecione a opção RETA PERPENDICULAR e clique no vértice A do triângulo, em seguida, no lado oposto ao vértice escolhido (BC).

MEDIANA

- é uma ceviana que liga o vértice de onde ela parte ao ponto médio do lado oposto a esse vértice (ilustrar).



BARICENTRO

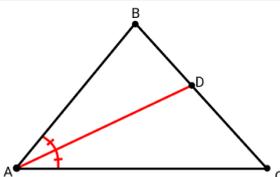
- É exatamente o ponto de encontro das medianas.

Com uso do aplicativo GeoGebra

- *Construir um triângulo*: selecione a opção POLÍGONO e crie um triângulo através de 3 pontos distintos e clique no primeiro ponto criado para fechar o triângulo (ABC);
 - *Construir a mediana*: selecione a opção Ponto Médio ou Centro e clique no lado AC. Selecione Segmento e trace uma semirreta do vértice B até o novo ponto criado (D). Por fim, selecione Distância e meça a distância entre os pontos AD e DC.

BISSETRIZ

- é uma ceviana que parte de um vértice do triângulo e que divide ao meio o ângulo referente a esse vértice (ilustrar).



INCENTRO

- É o ponto onde se encontram as três bissetrizes do triângulo.

Com uso do aplicativo GeoGebra

- *Construir um triângulo*: selecione a opção POLÍGONO e crie um triângulo através de 3 pontos distintos e clique no primeiro ponto criado para fechar o triângulo (ABC);
 - *Construir a bissetriz*: selecione a opção ângulo e crie um ângulo clicando nos pontos CAB. Em seguida, selecione bissetriz e clique nos pontos CAB novamente. Crie um ponto na interseção entre a bissetriz e o lado BC, selecionando interseção de dois objetos. Por fim, selecione a opção ângulo e crie os ângulos DAB e CAD.

Recursos: Tablet, GeoGebra, lousa, lápis, caderno.

Avaliação: Observação e registro das interações durante as aulas, filmagem da reação dos alunos e comentários.

Fonte: Elaborada pelo autor.

4.2 Atividade de Ensino Auxiliada por Tecnologia Digital

Na sequência da dinâmica realizada na sala de aula, dei continuidade a a atividade de ensino disponibilizada na sequência.

ATIVIDADE DE ENSINO APLICADA NA ESCOLA (PARTE 2)

– CONSTRUÇÃO DAS CEVIANAS DE UM TRIÂNGULO –

Para o exercício, será necessário utilizar um dispositivo móvel (tablet ou celular) com o aplicativo GeoGebra (Suíte GeoGebra) instalado. Depois, abra o aplicativo, selecione Geometria e utilize a sequência para realizar as construções ilustradas no Quadro 2.

Quadro 2 – Atividade de ensino: As cevianas do triângulo (Parte 2)

OPÇÃO		OBJETIVO (Criar objetos geométricos)
1	 Polígono Regular	Construir um triângulo equilátero (3 lados iguais).
2	 Ponto Médio ou Centro	Clicar no interior do triângulo, em seguida, nos 3 lados.
3	 Segmento	Criar segmentos de reta entre os pontos criados, em cada lado do triângulo e os vértices opostos.
4	 Distância, Comprimento ou Perímetro	Verificar a medida do ponto médio de cada lado do triângulo ao vértice oposto ao seu lado e a distância entre um vértice e outro .

Fonte: Elaborada pelo autor.

Agora responda:

- Que tipo de ceviana acabamos de criar? Qual sua principal característica? Em seguida, utilize a sequência:

OPÇÃO	OBJETIVO (Criar objetos geométricos)
-------	--------------------------------------

5	 Ângulo	Clicar no interior do triângulo.
6	 Bissetriz	Clicar em cada vértice do triângulo para construir as bissetrizes.
7	 Reta Perpendicular	Clicar em um vértice do triângulo e no lado oposto ao vértice.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Agora responda:

- O que você entende por Bissetriz? Qual sua principal característica?
- Que tipo de ceviana foi criada ao traçar a Reta Perpendicular?
- O que você observa em relação as cevianas (bissetriz, altura e mediatriz) no triângulo equilátero?
- Escreva sobre a sua experiência com uso do aplicativo GeoGebra e como você reagiu a esse formato de aula.

Elaborada por: Alexandre Xavier da Silva Junior – Matrícula 202001358

5. ANÁLISE DOS DADOS

No primeiro encontro, foi possível cumprir com a previsão do cronograma quando apresentei conceitos matemáticos necessários à realização das atividades de ensino. Por exemplo, expliquei tópicos que incluíram a altura e o ponto de encontro das alturas (Ortocentro), as medianas e o ponto de encontro das medianas (Baricentro) e, por fim, as bissetrizes e o ponto de encontro das bissetrizes (Incentro). Todo esse conteúdo foi explorado em dois tempos de aula, ou seja, em duas horas.

Naquela oportunidade, uma parte da turma arriscou-se em construir outras formas geométricas ao perceber a variedade de recursos do aplicativo GeoGebra. Nessa direção, aproveitei para sugerir aos estudantes que realizassem outros experimentos em casa, para que no segundo encontro estivessem familiarizados com recursos e conceitos apreendidos em sala de aula.

Destaco que, dessas atividades de ensino, emergiram a formação dos coletivos pensantes seres-humanos-com-lápis-e-papel e seres-humanos-com-tecnologias-digitais, pois os estudantes copiaram a teoria da lousa e construíram os desenhos geométricos com uso do GeoGebra. Borba (2002) relata que 'novas' tecnologias intelectuais, combinadas com 'antigas' (não menos importantes), permite aos estudantes desenvolverem conhecimentos que substancialmente se diferem daqueles estudados em um passado recente. Em especial, esse exemplo serve para ilustrar como o conhecimento produzido na sala de aula vem se transformando com o uso das tecnologias digitais associado a pedagogias que buscam harmonizar o ensino de Matemática.

No segundo encontro, foi disponibilizado somente uma aula, ou seja uma hora, para a elaboração dos protótipos digitais. Na ocasião, cada estudante recebeu uma folha de papel que continha orientações e espaços para responderem perguntas acerca das atividades realizadas. Acompanhei todo o processo de perto para elucidar dúvidas. Em especial, aqueles estudantes que conseguiam a resolução com 'maior' facilidade auxiliavam os demais. A Figura 2 ilustra um recorte desses momentos de compartilhamento, colaboração e

aprendizado.

Figura 2 – Atividade de ensino realizada em dois momentos



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Por sua vez, na análise quantitativa das respostas relacionadas à elaboração dos protótipos digitais, foi possível observar a reação dos estudantes associada aos seus comportamentos durante à realização dos encontros. Alguns relatos descritos por estudantes referentes à última questão reforçam essa conclusão. Cabe observar que, embora tivesse autorização de seus pais, optei por utilizar nomes fictícios para preservar suas identidades. Com isso, selecionei apenas recortes para realçar como esses estudantes foram impactados pela realização da atividade com auxílio da tecnologia digital. Por exemplo, quando Ana e Pedro destacaram suas experiências e reações ao formato da aula com uso do GeoGebra, eles descreveram o seguinte:

Ana: Não conhecia esse app [aplicativo GeoGebra], a aula com ele foi bem interessante e produtiva. O professor estagiário presente fez um ótima aula e ensinou direitinho a nossa turma, ajudando os alunos com dificuldade e no final todos aprenderam e se aventuraram no ensino (ANA, 2023, transcrição de respostas do questionário);

Pedro: Eu tive uma nova experiência, pois eu nunca havia antes tido uma aula desse tipo. Eu achei o formato dessa aula muito interessante, porque nós estamos usando a tecnologia de uma forma produtiva, que

nos traz resultados bons. E eu acho que todas as aulas poderiam ter pelo menos esse formato de aula, muito legal e eu acho que deixa os alunos mais interessados (PEDRO, 2023, transcrição de respostas do questionário).

Esses relatos expõem a motivação desses estudantes frente à realização da atividade auxiliada por tecnologia digital, algo que compreendo ser um recurso didático necessário para a promoção de aprendizagens. Conforme Bock (2008), professores e estudantes reconhecem que é preciso considerar a motivação desses atores educacionais tanto para ensinar quanto para aprender. 'Muitas' vezes, a motivação não está associada à aprendizagem e sim ao meio utilizado para alcançar o objetivo de ensinar e/ou aprender. Nessa direção, ressalto a importância de professores refletirem sobre a criação de meios que motivem estudantes na sala de sala, em especial, o uso de tecnologias digitais para ensinar matemática pode ser um caminho. No entanto, a exemplo de como ocorre em diversas experiências vivenciadas com as atividades de ensino, três estudantes manifestaram dificuldades em realizá-las, conforme os relatos a seguir:

Júlia: Bom, no começo foi difícil, mas quanto mais você estuda, você entende melhor (fica mais fácil) (JÚLIA, 2023, transcrição de respostas do questionário);

Marco: Sabendo onde apertar o app [aplicativo GeoGebra] é muito fácil de manusear, achei a aula interessante mais as vezes os botões ficam confusos (MARCO, 2023, transcrição de respostas do questionário);

Carlos: Bom, a experiência não foi muito boa! Mas é legal aprender algo diferente na matemática e quando entende fica tudo mais fácil (CARLOS, 2023, transcrição de respostas do questionário).

Em especial, esses estudantes apresentaram dificuldades ao manusear o GeoGebra. Todavia, Júlia ressalta que a familiaridade com o aplicativo produz 'melhor' entendimento e facilidade na compreensão do conteúdo, visto que é necessário ter domínio sobre a aplicação para construir 'novos' conhecimentos. Por outro lado, no ensino de Matemática o distanciamento do estudante ou a sua falta de habilidade com uso de tecnologias digitais pode ser um empecilho para a evolução de seu processo de aprendizagem, o que abre oportunidades para a inserção desses recursos em ambiente escolar.

Entendo que:

No momento em que os computadores, enquanto artefato cultural e enquanto técnica, ficam cada vez mais presentes em todos os domínios da atividade humana, é fundamental que eles também estejam presentes nas atividades escolares. Na escola, a alfabetização informática precisa ser considerada como algo tão importante quanto a alfabetização na língua materna em matemática (BORBA; PENTEADO, 2001, p.81).

Quanto à elaboração dos protótipos, na sequência destaco perguntas seguidas de respostas da estudante Maria.

- [Atividade de ensino:] O que você entende por bissetriz? Qual sua principal característica?

Maria: É um segmento de linha que divide o ângulo em dois. A principal característica da bissetriz é que ela divide o ângulo em partes iguais (MARIA, 2023, transcrição de respostas do questionário);

- [Atividade de ensino:] Traçando a reta perpendicular, que tipo de ceviana foi criada?

Maria: Altura, segmento de reta perpendicular a um lado (MARIA, 2023, transcrição de respostas do questionário);

- [Atividade de ensino:] O que você observa em relação às cevianas (bissetriz, altura e mediatriz) no triângulo equilátero?

Maria: Que todas passam pelo mesmo caminho (ANA, 2023, transcrição de respostas do questionário).

Destaco que analisar essas respostas sem considerar a atividade prática não é a 'melhor' escolha, tendo em vista que o conhecimento produzido por coletivos pensantes formados por seres-humanos-com-tecnologias-digitais e seres-humanos-com-lápis-e-papel pode representar diferentes formas na compreensão do conteúdo. A Figura 3 ilustra os instantes finais da participação da turma na realização da atividade.

Figura 3 – Registro da participação da turma na realização da atividade



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Assim, ao longo da realização da atividade de ensino que envolveu o estudo das cevianas do triângulo e, diante das análises que fiz das partes escrita e prática, observei que a turma engajou-se para construir os protótipos em sala de aula.

Essa concatenação de humanos e mídias proporcionou aos estudantes produzirem ‘novos’ conhecimentos matemáticos, visto que de forma voluntária eles construíram outras figuras geométricas para testar a aplicação. Nesse caso, o uso da tecnologia digital possibilitou experiências distintas para esses estudantes e a construção de ‘novos’ saberes que se diferem qualitativamente de outros saberes apreendidos com uso de tecnologias convencionais, por exemplo. Em especial, observei que a atividade sensorial do touchscreen instigou a curiosidade e estimulou a criatividade desses estudantes, conforme ressaltado em Bairral, Assis e da Silva (2015).

6. CONSIDERAÇÕES

Como estudantes de uma escola pública, do 9º ano do Ensino Fundamental, são impactados por atividades matemáticas realizadas com auxílio da tecnologia digital? Essa foi a pergunta que busquei responder ao longo da pesquisa. A saber, a experiência vivenciada com esses estudantes realçou o que Borba, Scucuglia e Gadanidis (2014) observaram ao destacar que essa geração elegeu as suas mídias de referência.

Com o advento das tecnologias digitais, observo que a informatização do processo de ensino é indispensável nos dias de hoje, devido às possibilidades que elas oferecem para estudantes construírem “novos” conhecimentos de um modo qualitativamente distinto daquele em que o professor limita-se apenas ao uso do quadro e pincel, por exemplo. Ressalto que esse modo não substitui ou invalida qualquer outro método educativo, no entanto, ganha visibilidade para se juntar as tecnologias já existentes na sala de aula de Matemática.

Na oportunidade, ao vivenciar essa experiência, percebi a importância de os governos oferecerem formação para capacitar professores e motivá-los a desenvolverem suas práticas pedagógicas. É preciso formá-los para que eles tenham segurança em manipular aplicativos utilizados em sala de aula, visto que esse domínio possibilitará aos estudantes vivenciarem experiências e produzir “novos” conhecimentos matemáticos. Sem a formação do professor, a inserção da tecnologia digital na sala de aula fica comprometida. É dele que parte o planejamento. É dele que se espera uma motivação capaz de promover a inclusão social, digital e cidadã de estudantes. Desse modo, seria interessante que fossem disponibilizadas mais vagas para formar professores especialistas, os quais possam ensinar matemática com uso de tecnologias digitais, tendo em vista o desenvolvimento de habilidades e competências de estudantes da escola pública, segundo a Base Nacional Comum Curricular.

Por outro lado, considero importante observar o destaque elencado por Borba e Penteado (2001) ao lembrarem a retórica dos discursos da década de 70 que apontavam para o perigo de máquinas dominarem humanos. Em particular, a tônica desses discursos é que computadores e calculadoras

emburreceriam crianças. Esse é um tipo de afirmação sem fundamento que, no entanto, oferece possibilidades para o(a) professora abordar temas relacionados ao uso da tecnologia digital e suas contribuições para o ensino de Matemática.

Penso na necessidade de políticas públicas abraçarem as escolas em pleno século XXI ao oferecerem banda larga, rede Wi-Fi, aparelhamento com recursos digitais e formação de professores. Por exemplo, a conectividade requerida para uso de alguns aplicativos ou, até mesmo, para fazer downloads é uma necessidade recorrente, uma vez que não é possível contar com os dispositivos móveis dos estudantes. Aliás, de forma urgente, é preciso ampliar o debate sobre esse tema.

Em relação ao uso da tecnologia digital, no primeiro encontro, observei que houve um despertar da curiosidade sobre esse método de produzir conhecimento matemático. Na oportunidade, os estudantes construíram figuras geométricas para além daquelas solicitadas na atividade de ensino. Mas, o que eles pretenderam com isso? Simplesmente, realizar experimentações para verificar o funcionamento da aplicação. Segundo Borba e Penteado (2007, p. 41), a “experimentação se torna algo fundamental, invertendo a ordem de exposição oral da teoria, exemplos e exercícios bastante usuais no ensino tradicional, e permitindo uma nova ordem: investigação e, então, a teorização”.

Esse processo de tentativa e erro pode gerar conjecturas, principalmente quando é feita a socialização de ideias entre estudantes acompanhada pelo professor. Rompe-se o roteiro da aula comum e, nesse caminho, abrem-se possibilidades para estimulá-los a ter um ‘melhor’ entendimento sobre conteúdos matemáticos. Por exemplo, com a realização da atividade de ensino, os estudantes puderam manipular ângulos, lados e formas geométricas para verificar como as mudanças afetavam as suas propriedades. Essa abordagem prática ajudou a fortalecer a compreensão de conceitos abstratos e proporcionou uma descoberta ativa, o qual colaborou para que a experiência com uso de tecnologias digitais na sala de aula tivesse vários benefícios. Estudantes mostraram-se interessados em estudar o conteúdo, uma vez que puderam aprender em seus próprios ritmos e explorar conceitos na prática auxiliados por ‘novos’ recursos pedagógicos. Além disso, a turma se comportou como um grupo

ao criar um ambiente de colaboração, onde todos puderam aprender com todos, se sentir à vontade para fazer perguntas e compartilhar ideias de como foram construídas as figuras geométricas.

De forma geral, essa experiência demonstrou como as tecnologias digitais podem aprimorar o processo de aprendizagem matemática para torná-la envolvente, significativa e adaptada às necessidades individuais de cada um. Essa experiência também destacou a importância de haver um equilíbrio entre tecnologia e interação pessoal para criar um ambiente de aprendizado eficaz.

Ademais, com a realização dessa experiência, desejo que uma 'nova' ótica sobre o conhecimento matemático seja despertada nos estudantes, de modo que seja desconstruído aquele 'velho' conto que expõe a Matemática como uma ciência 'difícil' e restrita apenas para um público. Com o uso de tecnologias digitais, a sala de aula ganha movimento (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2014) e estudantes podem aprender por meio de recursos diversos que tornam o processo de aprendizagem interativo. Além disso, as tecnologias digitais podem ser customizadas de acordo com o ritmo de cada aluno, o que possibilita uma educação "mais" individualizada (personalizada).

Este trabalho de conclusão de curso apoiado no construto teórico seres-humanos-com-mídia abriu possibilidades para 'novos' horizontes acerca do ensino de Matemática na escola pública. Em especial, distante da visão de que a tecnologia digital resolverá os problemas do processo de ensino e aprendizagem da Matemática, apoiado em reações de estudantes que participaram da pesquisa, observei que ela proporciona (sim) uma 'nova' via para a produção de conhecimento ao formar coletivos pensantes compostos por seres-humanos-com-tecnologias-digitais.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Genaldo Oliveira de. **Cevianas e pontos associados a um triângulo: uma abordagem com interface no ensino básico**: uma abordagem com interface no ensino básico. 2014. 116 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.

BAIRRAL, Marcelo Almeida; ASSIS, Alexandre Rodrigues de; SILVA, Bárbara Caroline Cardoso da. **Uma matemática na ponta dos dedos com dispositivos touchscreen**. Curitiba: Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, 2015. p. 39-74

BÖCK, Vivien Rose. **Motivação para aprender e motivação para ensinar**: Reencantando a escola. Porto Alegre: CAPE, 2008.

BORBA, Marcelo Carvalho. Tecnologias Informáticas na Educação Matemática e Reorganização do Pensamento. In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. (org). Pesquisa em Educação Matemática: Concepções & Perspectivas. São Paulo: UNESP, 1999.

BORBA, Marcelo Carvalho. Dimensões da Educação Matemática à Distância. In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. (Orgs.) Educação Matemática: pesquisa em movimento. São Paulo Cortez, 2004.

BORBA, Marcelo de Carvalho. O Computador é a solução: mas qual é o problema. In: SEVERINO, A.J.; FAZENDA, I.C.A. (Orgs.) Formação Docente: Rupturas e Possibilidades. Campinas: Papyrus Editora, 2002. p. 141-161.

BORBA, Marcelo de Carvalho; OECHSLER, Vanessa. Tecnologias na educação: o uso de vídeos em sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Curitiba, v.11, n.2, 2018. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/8434>. Acesso em 19 ago. 2023.

BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. **Informática e Educação Matemática**. 3. Ed. 2 reimp. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.

BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. **Informática e educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001. 11 p.

BORBA, Marcelo de Carvalho; SCUCUGLIA, Ricardo Rodrigues da Silva; GADANIDIS, George. **Fases das tecnologias digitais em educação matemática**: sala de aula e internet em movimento. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2014.

BORBA, Marcelo de Carvalho; VILLARREAL, Mónica Ester. **Humans-with**

media and the reorganization of mathematical thinking: information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization. New York: Springer, 2005.

DAVIS, Phillip; HERSH, Reuben. **The mathematical experience.** Viking Penguin Inc.: New Yoork, 1981.

DINIZ, Leandro do Nascimento. **O papel das tecnologias da informação e comunicação nos projetos de modelagem matemática.** 2007. 118 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2007.

DOMINGUES, Nilton Silveira. **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 “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2014.

GAMA, Marco Antônio Pereira; SOUZA, M. B. Análise semiótica de vídeos digitais produzidos por estudantes. In: XIV Encontro Nacional de Educação Matemática, 2022, Evento online. XIV Encontro Nacional de Educação Matemática, 2022.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência:** o futuro do pensamento na era da informática. Tradução Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: 34, 1993.

MAZZI, Lucas Carato. **Experimentação-com-GeoGebra:** revisitando alguns conceitos de análise real. 2014. 136 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2014.

MOREIRA, Marco Antônio **Aprendizagem significativa:** a teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2012.

OECHSLER, Vanessa. **Comunicação Multimodal:** produção de vídeos em aulas de Matemática. 2018. 311 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2018.

OLIVEIRA, Rubens Gualberto de. O baricentro dos polígonos convexos. 2016. 84 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.

SCUCUGLIA, Ricardo Rodrigues da Silva. **A investigação do teorema fundamental do cálculo com calculadoras gráficas.** Rio Claro: UNESP, 2006. 145 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2006.

SOUTO, Daise Lago Pereira. Transformações expansivas em um curso de Educação Matemática a distância online. 2013. 279 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2013.

SOUZA, Marcelo Batista de; FONTES, Bárbara Cunha; BORBA, Marcelo de Carvalho. A coparticipação da tecnologia digital na produção de conhecimento matemático. *Sisyphus*, Lisboa, v. 7, n. 1, p. 62-82, 2019. Disponível em < <https://revistas.rcaap.pt/sisyphus/issue/view/949>>. Acesso em: 06 out. 2023.

SOUZA, Marcelo Batista de. Formas de expressão matemática em sessões de webconferência. In: XIV Encontro Nacional de Educação Matemática, 2022, Evento online. XIV Encontro Nacional de Educação Matemática, 2022a.

SOUZA, Marcelo Batista de. Recursos semióticos em atividades matemáticas: formas de expressão de estudantes. In: IV Encontro de Práticas Educativas Digitais, 2021, Natal. IV Encontro de Práticas Educativas Digitais, 2021.

SOUZA, Marcelo Batista. **Quando o ‘bem simples’ é significar a multiplicação de matrizes:** um vídeo produzido por estudantes. *Quadrante*, v. 31, p. 113-134, 2022b.

SOUZA, Marcelo Batista de; BELO, Edileusa do Socorro Valente. Seeds that germinate, sprout, grow and develop in their own time: productions of educational actors inserted in different spaces. **Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**, v. 13, n. 3, p. 1-19, 10 set. 2023.

SOUZA, Marcelo Batista de; SILVA, Sandro Ricardo Pinto da. Mostra de vídeos digitais no âmbito da Educação Matemática: um lugar de conhecimento. In: Marcelo de Carvalho Borba; José Fábio Xavier; Tiele Aquino Scünemann. (Org.). *Educação Matemática: múltiplas visões sobre Tecnologias Digitais*. 1ed. São Paulo: Livraria da Física, 2023, v. 1, p. 115-127.

SOUZA, Marcelo Batista de; GAMA, Marcelo Antônio Pereira. Em cena – vídeos na Educação Matemática: um curso de extensão para professores da rede pública. In: V Encontro de Práticas Educativas Digitais (Híbrido), 2022, Natal. V Encontro de Práticas Educativas Digitais (Híbrido), 2022a.

SOUZA, Marcelo Batista de; GAMA, Marcelo Antônio Pereira. Uso da tecnologia digital integrado a uma atividade de Geometria Analítica. In: V Encontro de Práticas Educativas Digitais (Híbrido), 2022, Natal. V Encontro de Práticas Educativas Digitais (Híbrido), 2022b.

SOUZA, Marcelo Batista de; GAMA, Marcelo Antônio Pereira³. Vídeos digitais na Educação Matemática: uma possibilidade de utilizar diferentes modos de expressão no discurso e de movimentar a sala de aula. In: XVI Semana Nacional

de Ciência e Tecnologia em Roraima 2022: 'Da Independência do Brasil à Emancipação Tecno-Científica do Estado de Roraima', 2022, Boa Vista. Boletim de resumos, 2022.

SOUZA, Marcelo Batista de; GAMA, Marcelo Antônio Pereira; LIMA, José Ivanildo de. Produção de vídeos digitais: uma possibilidade para a sala de aula de Matemática. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 9, p. 898-913, 2023.

SOUZA, Marcelo Batista de; REIS, Diógenes Rocha. Uso de tecnologia digital no estágio supervisionado em Matemática. In: V Encontro de Práticas Educativas Digitais (Híbrido), 2022, Natal. V Encontro de Práticas Educativas Digitais (Híbrido), 2022.

TIKHOMIROV, Oleg Konstantinovich. 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.