



<https://doi.org/10.23925/2237-9657.2025.v14i1p095-119>

Potencialidades, realidades e perspectivas da utilização do GeoGebra em cursos de Licenciatura e de Bacharelado em Matemática: o caso da UFOP¹

Potentials, realities and perspectives of using the GeoGebra in Degree and Bachelor's Degree courses in Mathematics: the case of UFOP

CYNDI MENEZES PIMENTEL²

 <https://orcid.org/0009-0007-6491-9752>

FREDERICO DA SILVA REIS³

<https://orcid.org/0000-0001-6087-6483>

EDER MARINHO MARTINS⁴

<https://orcid.org/0000-0003-4710-9188>

RESUMO

Este artigo apresenta uma pesquisa que investigou as potencialidades, as realidades e as perspectivas de utilização do software GeoGebra na formação inicial de professores e de bacharéis em Matemática. A metodologia contemplou um mapeamento de pesquisas correlatas, a análise documental do Projeto Pedagógico do Curso (PPC) e a realização de entrevistas com coordenadores e professores dos cursos de Licenciatura e de Bacharelado em Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). A análise dos dados apontou que: existem múltiplas potencialidades de utilização do GeoGebra nos processos de ensino e aprendizagem; que os PPC mostram uma realidade ainda distante da exploração de todas as potencialidades, ainda que os coordenadores e professores as reconheçam; que existem perspectivas de troca de experiências entre professores que podem contribuir para transformar as realidades observadas.

Palavras-chave: Software GeoGebra; Licenciatura em Matemática; Bacharelado em Matemática.

ABSTRACT

This article presents research that investigated the potentials, realities and perspectives of using the GeoGebra software in the initial education of teachers and bachelors in Mathematics. The methodology included a mapping of related research, documentary analysis of the Course Pedagogical Project (PPC) and interviews with coordinators and teachers of the Degree and

¹ Apoio: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

² Mestre em Educação Matemática pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Professora da Secretaria do Estado de Educação (SEE-MG), Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil. E-mail: cyndipimentel8@gmail.com

³ Doutor em Educação pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Professor Titular da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil. E-mail: frederico.reis@ufop.edu.br

⁴ Doutor em Matemática pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professor Associado da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil. E-mail: eder@ufop.edu.br



Bachelor's Degree courses in Mathematics at the Federal University of Ouro Preto (UFOP). Data analysis showed that: there are multiple potential uses of GeoGebra in teaching and learning processes; that PPC show a reality that is still far from exploiting all potential, even though coordinators and teachers recognize them; that there are perspectives for exchanging experiences between teachers that can contribute to transforming the observed realities.

Keywords: *GeoGebra Software; Degree in Mathematics; Bachelor's Degree in Mathematics.*

Introdução

No Ensino Superior, nos deparamos com índices altos de reprovação em disciplinas de conteúdo matemático (de Cálculo / Análise, Álgebra ou Geometria). Muitos podem ser os motivos associados a tal fato, desde a lacunas que os alunos trazem da Educação Básica até as metodologias de ensino utilizadas pelos professores universitários em sua prática docente (Reis, 2001). Como exemplo, tomemos o Cálculo Diferencial e Integral, uma das disciplinas que exige conhecimentos sólidos acerca dos conteúdos de funções que demandam processos de visualização e interpretação de propriedades e resultados que, tradicionalmente, imputam dificuldades de aprendizagem aos alunos.

Dentro dessa perspectiva, Gonçalves e Reis (2013) investigaram como o desenvolvimento de atividades investigativas utilizando o GeoGebra pode contribuir para os processos de ensino e de aprendizagem de Cálculo I, por meio da visualização de gráficos proporcionada pelo *software* e da consequente possibilidade de interpretação de conceitos relacionados às aplicações de derivadas, um de seus conceitos nucleares. Tal contribuição exemplifica, então, uma potencialidade do GeoGebra que deve ser considerada no contexto não somente da pesquisa acadêmica em Educação Matemática, mas da sua real utilização na prática docente.

Neste artigo⁵, apresentamos uma pesquisa cujo objetivo foi investigar as potencialidades, as realidades e as perspectivas de utilização do GeoGebra nas diversas disciplinas de conteúdo matemático oferecidas na formação inicial de professores e de bacharéis em Matemática, focando no caso dos cursos de Licenciatura e de Bacharelado em Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), por meio de uma pesquisa de natureza qualitativa delineada posteriormente, após o breve enquadramento teórico-bibliográfico que segue.

1. Mapeando algumas possibilidades

No âmbito das pesquisas em Educação Matemática no Ensino Superior, existem diversos estudos acerca da utilização das Tecnologias Digitais e, particularmente, do GeoGebra como ferramenta metodológica para o ensino de

⁵ Escrito a partir da Dissertação de Mestrado Acadêmico em Educação Matemática defendida pela 1ª autora, sob a orientação dos 2º e 3º autores.

diversas disciplinas de conteúdo matemático (Gökçe & Güner, 2022; Garcia-Lázaro & Martín-Nieto, 2023; Pimentel, 2024).

De forma geral, percebe-se que muitos alunos apresentam dificuldades em visualizar e interpretar os gráficos de diversas funções, bem como figuras e sólidos no plano tridimensional e, muitas vezes, essa visualização e interpretação se tornam necessárias para uma aprendizagem, de fato, significativa dos conteúdos matemáticos ministrados nas disciplinas do Ensino Superior.

Dessa maneira, a utilização de Tecnologias Digitais nas aulas de Matemática do Ensino Superior pode trazer grandes benefícios para a aprendizagem dos alunos (Marin, 2009) e, conseqüentemente, para a sua formação acadêmica, especialmente, nos cursos de formação de professores de Matemática, sejam da Educação Básica, como no caso das Licenciaturas em Matemática, sejam do Ensino Superior, como no caso dos Bacharelados em Matemática pois, na prática, eles preparam os bacharéis para cursar futuros mestrado e doutorado e, ao concluí-los, esses profissionais acabam, na maioria dos casos, tornando-se professores de Matemática nas universidades.

Em particular, o GeoGebra tem se destacado ao se tratar de recursos metodológicos para o ensino de Matemática como destacam, por exemplo, Santos, Silva e Cordeiro Junior (2020) que, ao realizarem uma pesquisa em uma turma que cursava a disciplina de Cálculo Vetorial, com o objetivo de facilitar a visualização de superfícies geométricas, obtiveram resultados que nos mostram, a partir da visão dos alunos, a importância da inserção do GeoGebra nas aulas:

Os alunos afirmaram que o GeoGebra auxiliou na resolução de questões, demonstrando assim que o *software* já vem sendo usado pelos alunos, objetivando uma melhor compreensão do conteúdo e auxílio em questões. [...] alunos afirmaram que o GeoGebra facilitou a compreensão dos resultados das questões, tendo em vista que esse *software* exibe as curvas e superfícies geométricas, o que acarreta uma melhor compreensão da questão. (Santos, Silva & Cordeiro Junior, 2020, p. 2176)

Em Pimentel (2024), trabalho que embasou o presente artigo, apresentamos um mapeamento (Fiorentini *et al.*, 2016) de 26 pesquisas, dentre dissertações e teses defendidas entre os anos de 2009 e 2022, com foco nas potencialidades da utilização do GeoGebra nos processos de ensino e de aprendizagem de diversas disciplinas das grandes áreas da Matemática, em cursos de Licenciatura e de Bacharelado em Matemática.

O conjunto dos 9 trabalhos mapeados (6 dissertações e 3 teses) retratando pesquisas que tiveram como *lôcus* a sala de aula de Cálculo Diferencial e Integral ou de Análise Real evidenciou as potencialidades da utilização do GeoGebra no ensino de conteúdos tais como: funções, limites, continuidade, derivadas, integrais e sequências numéricas, dentre outros, o que nos remete ao ensino das

tradicionais disciplinas de Introdução ao Cálculo, Cálculo de Uma Variável, Cálculo de Várias Variáveis e Análise Real.

Já o conjunto dos 15 trabalhos mapeados (11 dissertações e 4 teses) retratando pesquisas que tiveram como *locus* a sala de aula de Geometria evidenciou as potencialidades da utilização do GeoGebra no ensino de conteúdos tais como: pontos, retas, circunferências, cônicas, planos, vetores, cubos, transformações geométricas e geometria hiperbólica, dentre outros, o que nos remete ao ensino das tradicionais disciplinas de Geometria Plana, Geometria Espacial, Geometria Analítica e Geometria Euclidiana, além das inovadoras Geometria Não-Euclidiana e Geometria Fractal.

Por sua vez, o conjunto dos 2 trabalhos mapeados (1 dissertação e 1 tese) retratando pesquisas que tiveram como *locus* a sala de aula de Álgebra evidenciou as potencialidades da utilização do GeoGebra no ensino de conteúdos tais como: matrizes, sistemas lineares, transformações lineares, equações quadráticas, equações algébricas e álgebra geométrica, dentre outros, o que nos remete ao ensino das tradicionais disciplinas de Álgebra Linear e Álgebra Abstrata (Moderna).

Por fim, cabe ainda um destaque especial para uma pesquisa de nosso mapeamento que teve como *locus* a sala de aula de Informática na Educação Matemática e, ainda que tenha sido desenvolvida englobando conteúdos geométricos, nos remete às potencialidades da utilização do GeoGebra também no ensino de tradicionais disciplinas de Educação Matemática que, geralmente, integram a matriz curricular de cursos de Licenciatura em Matemática, como por exemplo, Tecnologias Digitais na Educação Matemática e, até mesmo, as “clássicas” disciplinas de Prática de Ensino e de Estágio Supervisionado.

Acreditamos, então, que essas potencialidades mapeadas podem contribuir para uma reflexão sobre o atual cenário da formação de professores e de bacharéis em Matemática que pode estar sendo vivenciado em um grande número de universidades brasileiras. Dessa forma, nossa pesquisa, a seguir brevemente delineada, teve como *locus* de estudo a UFOP, pelo fato de ser a universidade associada à formação e atuação dos autores do presente artigo. Particularmente, a pesquisa teve foco nos cursos de Licenciatura e de Bacharelado em Matemática da UFOP, que têm proporcionado pesquisas sobre a utilização do GeoGebra em algumas de suas disciplinas (Santos & Reis, 2011; Martins, Reis & Ferreira, 2023).

2. Delineando a metodologia

A metodologia que sustentou nossa pesquisa de natureza qualitativa contemplou a realização de uma pesquisa de campo, no 2º semestre letivo de 2024, a partir de 2 momentos distintos e subsequentes:



- Análise documental do Projeto Pedagógico do Curso (PPC) dos cursos de Licenciatura e de Bacharelado em Matemática da UFOP: nossa pesquisa documental foi realizada por meio do acesso a tais documentos legais, publicizados na página da UFOP e sua análise possibilitou identificar as eventuais indicações de utilização de Tecnologias Digitais e, mais especificamente, do GeoGebra nos programas (ementas e bibliografias) das disciplinas e/ou nas diretrizes que regem os referidos cursos;
- Realização de entrevistas com os 2 coordenadores e com 2 professores dos cursos de Licenciatura e de Bacharelado em Matemática da UFOP: realizamos entrevistas semiestruturadas, devidamente autorizadas e transcritas, cuja descrição possibilitou destacar as eventuais utilizações e possíveis inserções do GeoGebra em disciplinas de Matemática oferecidas para os referidos cursos.

3. Apresentando os resultados

Inicialmente, apresentamos os principais resultados obtidos por meio da análise do PPC dos cursos de Licenciatura e de Bacharelado em Matemática da UFOP e, a seguir, apresentamos os principais resultados obtidos por meio da análise das entrevistas com os coordenadores e professores dos referidos cursos.

3.1. Analisando o PPC dos cursos

A análise do Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Matemática (PPC-LICMAT) da UFOP revelou que, atualmente, o curso funciona na modalidade presencial, no turno noturno, com tempo mínimo de conclusão de 4 anos e máximo de 6 anos, sob a Coordenação do Departamento de Matemática da UFOP. Anualmente, são oferecidas 30 vagas para ingresso e o regime de matrícula é semestral.

Diferentemente da visão de que a Matemática é uma ciência absolutista, que vê o “conhecimento matemático” como portador de verdades indiscutíveis e absolutas, a concepção adotada para o curso de Licenciatura em Matemática da UFOP reconhece a importância do rigor matemático, mas vai além dos cálculos e demonstrações. Além disso, o curso de Licenciatura em Matemática da UFOP visa permitir que o aluno assuma um papel ativo em sua formação, participando de discussões e debates com colegas e professores, refletindo sobre o que aprende para gerar novos conhecimentos e perspectivas sobre a Matemática e seu ensino. O curso também busca preparar os alunos para se tornarem profissionais capazes de se adaptarem criticamente às mudanças na sociedade, ou seja, que saibam analisar e ajustar suas práticas às novas realidades e demandas sociais, de forma consciente.

A organização curricular do curso foi realizada para alinhar as recomendações das Diretrizes Curriculares Nacionais com a proposta de

formação de professores da UFOP, além de considerar os objetivos do curso e o perfil do profissional que se deseja formar. Nesse sentido, a matriz curricular apresenta uma sequência de disciplinas (obrigatórias e eletivas) e de atividades que devem ser realizadas durante o percurso formativo do aluno. É sugerida uma sequência “padrão”, no entanto, considera-se que pode haver alunos que precisem fazer ajustes, o que torna flexível a integralização da matriz curricular. As disciplinas de Educação Matemática são oferecidas pelo Departamento de Educação Matemática da UFOP, permitindo que os alunos entrem em contato com as mais recentes tendências e métodos de ensino da Matemática. Nessas disciplinas, há incentivo ao uso de tecnologias como ferramentas para o ensino e a incorporação dessas tecnologias é destacada como uma competência importante a ser desenvolvida na formação dos futuros professores de Matemática.

A partir da contextualização da construção do PPC-LICMAT, apresentamos nossa percepção sobre a inclusão da utilização das Tecnologias Digitais e, especificamente, do GeoGebra como ferramenta para o ensino de Matemática.

É notável a preocupação dos envolvidos na construção do PPC-LICMAT em relação à importância do curso formar profissionais que sejam capazes de se adaptar às mudanças e evoluções da sociedade, de forma crítica e consciente, ou seja, estando abertos à inovação e melhoria contínua na forma como ensinam Matemática, realizando essas adaptações de maneira estudada e reflexiva, não apenas reagindo às mudanças, mas entendendo o contexto e as implicações das alterações que estão sendo feitas e das possibilidades advindas das tecnologias.

No entanto, o PPC-LICMAT não especifica a utilização dessas tecnologias para o ensino de determinadas disciplinas, apenas menciona o uso das tecnologias como suporte a outras abordagens pedagógicas estudadas nas disciplinas de Educação Matemática. Além disso, indica a utilização das tecnologias na disciplina de Tecnologias no Ensino de Matemática, destacando que, nessa disciplina, o professor pode apresentar aos alunos novas maneiras de explorar conteúdos matemáticos utilizando computadores e celulares, sendo que disciplina visa não apenas a aprendizagem sobre as tecnologias e seu uso em sala de aula, mas também o desenvolvimento, apresentação e discussão de atividades didáticas.

Além do mais, o uso das Tecnologias Digitais é mencionado nos programas das disciplinas Fundamentos da Educação Matemática, Módulo Interdisciplinar de Formação I, Módulo Interdisciplinar de Formação II e Módulo Interdisciplinar de Formação III. Essas disciplinas estão inseridas nas categorias de “disciplinas de conhecimento pedagógico sobre o objeto de ensino” e “disciplinas de módulos interdisciplinares de formação”, sendo de responsabilidade do Departamento de Educação Matemática da UFOP. Nessas disciplinas, destaca-se que as tecnologias podem ser um tópico de discussão nas aulas, mas não é especificado como esse tópico será abordado.

Por fim, o uso do GeoGebra é mencionado apenas nos programas das disciplinas Geometria Euclidiana e Tecnologias no Ensino de Matemática, por meio das referências básicas e complementares das disciplinas. No entanto, não é especificado que o recurso deve ser utilizado como uma ferramenta fundamental para a condução das aulas.

Já a análise do Projeto Pedagógico do Curso de Bacharelado em Matemática (PPC-BACMAT) da UFOP, revelou que o curso funciona na modalidade presencial, nos turnos vespertino e noturno, com tempo mínimo de conclusão de 4 anos e máximo de 6 anos, sob a Coordenação do Departamento de Matemática. Anualmente, são oferecidas 10 vagas para ingresso e o regime de matrícula é semestral.

Em relação à atuação do profissional, o curso objetiva formar bacharéis em diferentes áreas da Matemática, aptos para inserção no mercado de trabalho e para contribuir com o desenvolvimento da sociedade. O curso visa preparar profissionais para atuar como matemáticos, tanto na carreira acadêmica quanto no mercado de trabalho não acadêmico, abrangendo áreas de aplicação da Matemática. Na carreira acadêmica, o caminho natural é a continuidade dos estudos em nível de pós-graduação, com foco em pesquisa e atuação na Educação Superior. O Bacharel em Matemática também poderá ingressar em mercados que demandam matemáticos, como bancos e agências de consultoria financeira.

A matriz curricular do curso inclui uma sequência de disciplinas obrigatórias e eletivas, além de atividades que devem ser realizadas ao longo do percurso formativo do aluno. A proposta curricular foi elaborada para atender principalmente a 5 eixos temáticos: Análise; Álgebra / Álgebra Linear; Topologia / Geometria; Matemática e Outras Áreas do Conhecimento; Atividades Complementares. Esses eixos estão presentes nos tópicos de todas as disciplinas obrigatórias e em alguns tópicos específicos das disciplinas eletivas, nas quais a ementa pode abranger conteúdos de mais de um eixo temático. É importante destacar que os eixos temáticos têm como objetivo principal desenvolver competências e habilidades nos alunos, tais como: o raciocínio lógico-dedutivo, a capacidade de interpretar, modelar e resolver situações-problema, capacidade de compreender, criticar e utilizar novas ideias e tecnologias para a resolução de problemas com rigor lógico-científico, dentre outras.

A partir da contextualização da construção do PPC-BACMAT, apresentamos nossa percepção sobre a indicação da utilização das Tecnologias Digitais e, especificamente, do GeoGebra como ferramenta para o ensino da Matemática.

No PPC-BACMAT, destaca-se a importância da formação do Bacharel em Matemática para sua contribuição no desenvolvimento de novas tecnologias na sociedade, bem como o desenvolvimento de sua capacidade de identificar, formular e resolver problemas em sua área de aplicação, utilizando o rigor lógico-

científico na análise das situações-problema e incorporando novas ideias e tecnologias. Além disso, é ressaltada a possibilidade de os professores utilizarem as Tecnologias Digitais como ferramentas para construir atividades avaliativas. No entanto, o PPC-BACMAT não especifica a utilização dessas tecnologias para o ensino de determinadas disciplinas.

Outro aspecto em que o uso de Tecnologias Digitais pode ser considerado, mas que não é citado no PPC-BACMAT, é na disciplina Tecnologias no Ensino da Matemática, que é comum aos cursos de Licenciatura e de Bacharelado em Matemática da UFOP. Vale ressaltar que, enquanto o PPC-LICMAT menciona o uso das tecnologias, o PPC-BACMAT não o faz.

Por fim, assim como no caso do PPC-LICMAT, o uso do GeoGebra é mencionado apenas nos programas das disciplinas Geometria Euclidiana e Tecnologias no Ensino de Matemática por meio das referências básicas e complementares das disciplinas, sem especificar tal uso em sala de aula.

3.2. Descrevendo as entrevistas com os coordenadores e os professores

O roteiro que norteou nossa entrevista semiestruturada com os 2 coordenadores e os 2 professores buscou investigar suas concepções sobre aspectos relacionados ao PPC dos cursos, bem como suas opiniões sobre a utilização do GeoGebra nos processos de ensino e aprendizagem de Matemática em disciplinas dos cursos de Licenciatura e de Bacharelado em Matemática da UFOP.

Inicialmente, descrevemos a entrevista realizada com o Coordenador do Curso de Licenciatura em Matemática, doravante identificado apenas como C_L , docente (não especificaremos o gênero, para garantir o anonimato) efetivo do Departamento de Matemática da UFOP e que, em sua experiência docente, já ministrou várias disciplinas para o curso de Licenciatura em Matemática.

Em relação à concepção do PPC-LICMAT, C_L menciona que o documento não foca explicitamente no uso de tecnologias no ensino de Matemática no referido curso, tendo atualmente apenas uma disciplina que tem essa indicação:

Em relação ao uso de tecnologia nas disciplinas, acho que isso não é um foco do PPC, eu percebi isso ao longo dos anos, dentro do curso de Matemática. A gente não tem, dentro do projeto político pedagógico, o uso de tecnologia, assim, explícito. Disciplinas que utilizam isso, por exemplo, que é descrito no atual PPC, é apenas uma disciplina, cerca de 2% da carga horária, basicamente, então é muito pouco e a utilização fica a critério dos professores. (C_L , Entrevista, 2024)

Ainda nesse contexto, C_L destaca o fato de estarmos no século XXI, era de grandes desenvolvimentos tecnológicos que traz grandes possibilidades de avanços do uso das tecnologias no ensino, destacando o fato do GeoGebra ser um *software* de fácil acessibilidade, apesar de ainda pouco utilizado nas práticas

pedagógicas.

Apesar da falta de orientações aos professores por meio do PPC, C_L menciona acreditar que uma das barreiras que os professores enfrentam para a não implementação das Tecnologias Digitais nas aulas de Matemática é a sua falta de capacitação:

Eu vejo isso da minha parte, às vezes um despreparo do professor, que está formando professores, o professor de Ensino Superior, de lidar com essas tecnologias. Então, por exemplo, foi durante a pandemia que eu comecei a ter contato com o GeoGebra para resolver com a janela de álgebra (janela CAS) que eu não conhecia. Então, foi quando a gente estava trabalhando dentro da OBMEP e tinha que lidar com a formação de professores, e a gente começou a ter que trabalhar com isso, sem reinventar. (C_L , Entrevista, 2024)

Ainda relata que os professores que utilizam o GeoGebra nas salas de aula precisaram aprender por conta própria:

Os professores que eu vejo que usam o GeoGebra ou algum tipo de tecnologia, acabaram procurando isso por conta própria, aprendendo por conta própria, nos dias de hoje. Poucos têm formação adequada para trabalhar com isso. Então assim, sempre por conhecimento, por busca, por questão de querer aprender, começam a correr atrás e buscar isso. Acesso à plataforma todo mundo tem nos celulares. Ele tem online, você não precisa nem de instalar no computador. Todos os alunos praticamente têm um celular. Tem outro problema que é o espaço dentro de sala de aula que serve de argumento que “não utilizo porque tem pouco” e tem que cumprir o conteúdo. Mas você poderia cumprir esse conteúdo utilizando a tecnologia, parte dele, pelo menos. Então, eu acho que é mais o desconhecimento e a não capacitação para uso mesmo. (C_L , Entrevista, 2024)

Especificamente em relação ao GeoGebra, C_L menciona que os professores que tomam a iniciativa de utilizar o software como recurso para o ensino de Matemática acabam empregando-o apenas para esboçar gráficos, ou seja, focam na parte geométrica do software, sem explorar a parte algébrica:

Eu tenho percebido que, por exemplo, no ensino de Cálculo a gente utiliza muito o GeoGebra como ferramenta geométrica, né? E pouco associando ela a Álgebra. Por exemplo, isso é uma das coisas que eu tenho pensado ultimamente, que você vai lá e estuda uma parábola, desenha uma parábola. Beleza... o aluno já viu que a Geometria, que a distância desse ponto até a diretriz é a mesma desse até o foco, isso é constante. [...] Só que, por exemplo, você dificilmente associa isso à equação do segundo grau, você não coloca a janela de álgebra. [...] A maioria esconde a parte de Álgebra, pensando que “ah não, vou explorar só a Geometria aqui”. (C_L , Entrevista, 2024)

Aqui, é importante destacar que o GeoGebra é um software de representações múltiplas. Quando se trabalha com um software de representações

múltiplas, é interessante, do ponto de vista do ensino, fazer a interligação entre essas representações. No GeoGebra, é possível fazer a conexão entre a janela tabular, a janela algébrica e a janela geométrica, explorando todas elas simultaneamente.

Descrevemos, agora, a entrevista realizada com o Coordenador do Curso de Bacharelado em Matemática, doravante identificado apenas como C_B , docente (não especificaremos o gênero, para garantir o anonimato) efetivo do Departamento de Matemática da UFOP e que, em sua experiência docente, já ministrou várias disciplinas para o curso de Bacharelado em Matemática.

Em relação à concepção do PPC-BACMAT, C_B menciona que, embora não esteja claro no documento uma menção ao uso de tecnologias no ensino de Matemática no referido curso, o objetivo principal do curso de Bacharelado em Matemática, conforme descrito no documento norteador, é preparar candidatos para programas de mestrado em Matemática Pura.

Podemos destacar que C_B converge com a análise feita do PPC-BACMAT anteriormente, na qual identificamos como objetivo geral do curso preparar profissionais para atuar como matemáticos, tanto na carreira acadêmica quanto, eventualmente, no mercado de trabalho não acadêmico.

Como relatado na análise do PPC-BACMAT, no curso de Bacharelado em Matemática, há a presença de disciplinas extensionistas, cujo objetivo é proporcionar aos alunos experiências voltadas à elaboração, desenvolvimento e avaliação de atividades que abordem conteúdos de Matemática de forma interdisciplinar e/ou transdisciplinar. Uma dessas disciplinas é Tecnologias no Ensino da Matemática, que exige o cumprimento de 30 horas de atividade extensionista. Com relação a essa questão, C_B traz as seguintes percepções:

Outra disciplina que entrou e talvez vai na vertente do que vocês querem é a disciplina de Tecnologias. Ela agora é 30 horas prática, 30 horas extensionista, e acredito que nela haverá o tratamento do GeoGebra. [...] Falando como coordenador, essa disciplina de Tecnologias entrou como um remendo para a extensão. Do meu ponto de vista pessoal, e considerando que os alunos estão entrando com uma defasagem muito grande em termos de recursos computacionais específicos, eu acho que ela enriquece sim. (C_B , Entrevista, 2024)

Apesar de C_B citar que a disciplina de Tecnologias no Ensino da Matemática foi implementada para cumprir uma exigência do MEC, reconhece que essa disciplina trará benefícios para a formação do bacharelado, uma vez que os alunos têm chegado à universidade com “defasagem em recursos computacionais” e, além disso, as TD têm se tornando cada vez mais presentes na vida das pessoas. Ainda nesse viés, ao adentrar especificamente no assunto sobre a utilização do GeoGebra como ferramenta para o ensino da Matemática, C_B relata que utiliza muito pouco o *software* e que esbarra com dificuldades para poder fazer sua implementação em sala de aula:

Tem dificuldade no estrutural, porque para usar o LabMat, por exemplo, se você quer usar um software ou a gente tem que ir lá por conta e instalar, então estrutural tem essa defasagem, a gente demanda de um laboratório que muitas das vezes não está em condição adequada de uso. Então, a gente se coloca na seguinte situação: Eu sei que tem esse recurso, eu vou brincar com ele, eu acabo descobrindo a propriedade do GeoGebra, ó, legal isso aqui, dá pra enxergar essa propriedade, mas como é que eu vou transmitir isso se eu não tive preparo nenhum? A gente aprende a dar aula de Cálculo, dando aula de Cálculo, e a gente tem experiência em Cálculo. Agora, num recurso computacional que eu não tenho experiência nenhuma, isso se torna um utensílio. (C_B, Entrevista, 2024)

Além dessas dificuldades, C_B relata que os professores têm pouco tempo para implementar essas ferramentas, uma vez que possuem ementas extensas a cumprir e encontram alunos que não têm a base teórica necessária para acompanhar os conteúdos das diversas disciplinas, o que faz com que o professor precise reservar um tempo nas aulas para realizar uma espécie de revisão, de tal forma que o permita, assim, prosseguir com o desenvolvimento dos conteúdos:

A gente tem ementas que são demasiadamente extensas, e quando a gente começa o semestre se depara com turmas que estão em anos-luz de estar em condições de acompanhar toda a disciplina. Então a gente começa a ter outros empecilhos que tiram o nosso foco desse ponto que, num primeiro momento, pode parecer ser supérfluo. Ah, se eu puder usar o GeoGebra para fazer minhas figurinhas, mostrar como é que é a regra da perpendicular, essas coisas, legal. Mas quando eu vejo que eu não tenho tempo para fazer isso, isso vira supérfluo, eu vou ter que gastar meu tempo com outras coisas. Eu acho um misto disso, falta de recursos, falta de preparo dos docentes e muita falta de tempo para poder desenvolver atividades complementares durante as disciplinas. (C_B, Entrevista, 2024)

A respeito da utilização e performance do GeoGebra, C_B menciona como avalia o uso do software no curso de Bacharelado em Matemática e destaca que o GeoGebra possui rica funcionalidade em disciplinas que envolvem a Geometria, mas apresenta limitações para seu uso na Álgebra:

Até onde eu sei, o GeoGebra, ele tem sido recorrente em Atividades Acadêmicas Científicas Culturais (AACC) e em monografias, tá? Em AACC, principalmente, citando o Programa de Educação Tutorial, eu vejo os alunos do curso dando minicurso de GeoGebra, e em monografias, em que o aluno usa esse recurso por um motivo aqui e outro motivo acolá. Talvez um uso corriqueiro aqui ou acolá por algum professor das disciplinas de Geometria. Fora isso, eu não consigo ver onde ele poderia estar sendo usado. [...] Essa é a minha perspectiva. Eu acho que o GeoGebra, talvez pela minha falta de conhecimento sobre o software, eu penso nele muito, como o próprio nome carrega, em Geometria. Como algebrista, eu não vejo muita função algébrica nele. Então, os que eu prefiro usar são outros softwares, né? Mas eu não vejo o GeoGebra ainda como protagonista no curso, não, tá? Poderia ser. Eu acho que, como eu havia comentado, com esses novos

recursos, essa demanda remota, virtual, ele tem que se tornar um ator importante, mas eu ainda não vejo onde e como, além dessas atividades que estão. (C_B, Entrevista, 2024)

Passamos a descrever, agora, a entrevista realizada com 1º professor, doravante identificado apenas como P_1 , docente (não especificaremos o gênero, para garantir o anonimato) efetivo do Departamento de Matemática da UFOP e que, em sua experiência docente, já ministrou várias disciplinas para os cursos de Licenciatura e de Bacharelado em Matemática da UFOP.

Em relação a utilização do GeoGebra nas suas aulas de Matemática, P_1 menciona tratar-se da ferramenta digital que mais utiliza e prefere integrá-la diretamente nas aulas, em vez de realizar aulas específicas em laboratório. Frequentemente, utiliza o GeoGebra durante os últimos minutos de suas aulas, permitindo que os alunos explorem conceitos matemáticos em tempo real, como a representação gráfica de funções:

Eu já tenho usado há bastante tempo, eu opto por não ir para o laboratório, eu opto por não fazer uma aula específica. Então, eu prefiro, como todo mundo tem o celular, eu prefiro usar na sala, em geral sem aviso nem nada. Eu coloco, por exemplo, os 10 últimos minutos da aula nós usamos o GeoGebra E aí eu tenho usado em praticamente todas as disciplinas, principalmente para a exploração da parte mais gráfica. (P₁, Entrevista, 2024)

Ainda, P_1 cita a utilização do GeoGebra, especialmente em disciplinas como Cálculo, onde explora as funções e suas propriedades. Nesse sentido, P_1 cita como exemplo o fato de que já utilizou o GeoGebra para ajudar os alunos a entenderem o período das funções seno e cosseno, plotando gráficos e discutindo a influência de constantes na composição dessas funções, além da sua utilização em outras disciplinas:

Eu usei o GeoGebra para eles fazerem uma atividade em Cálculo I. A gente estava estudando a função seno e cosseno, para eles fazerem uma atividade e perceberem o período. A gente plotou vários gráficos e a ideia era que eles percebessem qual que era a influência de você multiplicar o “x” por uma constante no período da função e no formato do gráfico. Eu também usei em Cálculo III, principalmente aquela parte de curva, de parametrização, curvas paramétricas e também na parte de superfície, fazer os gráficos, aí eu usei o GeoGebra tridimensional. Uso em EDP, principalmente a representação de Séries de Fourier para ver a aproximação das funções periódicas por soma de seno e cosseno. Também tenho usado em EDO, eu cheguei a usar para plano de fase, para mostrar soluções, mas principalmente a parte gráfica. (P₁, Entrevista, 2024)

Em relação a motivação para o uso do software, P_1 relata que sentiu necessidade de usar o GeoGebra em suas aulas de Matemática, principalmente, quando todos os alunos passaram a ter acesso ao aplicativo em seus celulares.

Antes disso, utilizou o software de forma limitada, muitas vezes, apenas projetando gráficos, sem a participação ativa dos alunos. P_1 menciona que, pelo fato da turma não ter internet e o aplicativo do GeoGebra disponível no celular, seu uso era bem menos frequente:

Eu passei a usar mais quando eles puderam ter também no bolso, depois que todo mundo passou a ter um celular. Eu não gosto da ideia de uma aula específica: “essa aula vai ser no laboratório e a gente vai pegar tudo que a gente fez e fazer tudo de uma vez lá no laboratório”. Então, enquanto a turma não tinha internet, não tinha o app do GeoGebra no celular de todo mundo, eu usava bem menos. Muitas vezes, em vez de ir para o laboratório, eu fazia e projetava só o meu, sem eles fazerem. (P_1 , Entrevista, 2024)

Depois de perceber que os alunos poderiam instalar o aplicativo facilmente em seus celulares, P_1 começou a integrar o GeoGebra nas aulas, de maneira mais espontânea, sem realizar um planejamento da aula, utilizando o software para explorar conceitos matemáticos em tempo real. P_1 destaca que essa mudança ocorreu, especialmente, após a pandemia, quando o uso de tecnologias se tornou mais comum e necessário:

Depois que eu percebi que era muito tranquilo, nos primeiros dias eu já falo para instalar, às vezes, instalam já na hora, o programa é leve, aí eu achei mais fácil e passei a usar mais, assim, e muitas vezes sem planejamento nenhum, tá? Muitas vezes, no meio da aula, eu falo: “Então, vamos fazer um agora no GeoGebra”. Nem sempre eu levo já planejado. Às vezes, aparece oportunidade, alguma dúvida no meio da aula, aí eu uso, tá no bolso mesmo, é rápido. (P_1 , Entrevista, 2024)

Quanto à sua formação para aprender a utilizar o software, P_1 destaca que aprendeu a utilizar o GeoGebra, principalmente, de forma autodidata, sem apoio formal da universidade. P_1 menciona que não houve cursos específicos oferecidos pela instituição para o uso de software, então, seu aprendizado foi impulsionado por uma necessidade pessoal e pela busca de recursos online, como vídeos no YouTube, especialmente, em espanhol. Durante a pandemia, P_1 também buscou materiais enquanto trabalhava com professores em um curso de formação que incluía o uso do GeoGebra:

Eu sabia usar o básico, mas naquele momento de pandemia, por exemplo, para lidar com eles, então foi a primeira vez que usei uma calculadora gráfica, a janela gráfica, aquela janela 3D, como planilhas. Nessa, eu busquei muito vídeo do YouTube. Tem uma apostila dos professores do Rio de Janeiro, também aprendi bastante coisa lá. E vi bastante minicurso também durante a pandemia, deu para ver bastante coisa. A gente via e já aplicava com esses professores, que a maioria deles também não conhecia. Então essa foi a época que eu mais busquei, que, vamos dizer, eu estava por conta de procurar coisas novas. (P_1 , Entrevista, 2024)

Quanto às barreiras que os professores encontram ao implementar o uso do GeoGebra no ensino de Matemática, P_1 destaca que muitos professores não

conhecem as potencialidades do software, como sua capacidade de fazer uma interface entre a Álgebra e a Geometria. Ainda, P_1 observa que muitos colegas ainda estão mais preocupados com aplicativos que quantificam resultados, como controle de presença, em vez de explorar ferramentas que possibilitam atividades investigativas:

Muitos professores não conseguem pensar nessa ferramenta com as potencialidades que ela tem de fazer uma interface algébrica com geométricas, não sabe que ela tem uma planilha, não sabe usar o comando básico como um controle deslizante. E eu vejo ainda muitos colegas ainda estão muito preocupados em quantificar coisas, ele quer um app para computar presença, ele quer um app para corrigir prova, ele quer um app para não sei o quê, mas ele não quer um app que faz uma atividade investigativa. Até porque, para você fazer uma atividade mais investigativa, você tem de abrir mão de muita coisa, de você comandar, porque não sabe para onde aquilo vai levar. (P_1 , Entrevista, 2024)

Ainda com relação às barreiras enfrentadas, P_1 destaca a falta de estrutura da instituição, com laboratórios pequenos que não comportam turmas grandes, o que dificulta a utilização do software em aulas práticas, já que os professores precisam abrir salas de informática, verificar se os computadores estão funcionando e instalar o software, o que pode ser um processo demorado e complicado.

Acerca da preparação das aulas utilizando o software, P_1 afirma que não leva mais tempo para preparar uma aula utilizando o GeoGebra. Explica que, ao invés de aumentar o tempo da aula, substitui gráficos que faria à mão, no quadro, por gráficos que podem ser gerados com um “clique” no software. Portanto, P_1 vê isso como um ganho real no tempo de aula.

Em contrapartida, P_1 menciona que, para realizar atividades mais investigativas que exigem um planejamento mais elaborado, o tempo de preparação pode ser maior, pois o professor precisa estar preparado para lidar com perguntas e caminhos inesperados que os alunos podem realizar durante a atividade:

Realizar uma atividade investigativa, isso sim, demanda desse professor uma preparação maior, uma preparação de aula. Ele tem que estar com a mente muito aberta, porque aparecem perguntas e às vezes um aluno vai para um caminho que é totalmente diferente. Então, nesse sentido, sim. Mas o que eu disse, que é, usar o software para você ver que uma série de Fourier, realmente, aquele negócio vai aproximar do gráfico de uma função periódica. Ou explorar o gráfico de seno de x , seno de $2x$, seno de $3x$, você faz isso usando um controle deslizante, eu não acho que isso demande do professor nem cinco minutos a mais na preparação da aula dele. (P_1 , Entrevista, 2024)

Sobre as potencialidades de utilização do GeoGebra, P_1 destaca a importância de os alunos visualizarem conceitos matemáticos, de forma

dinâmica, transitando entre as representações gráficas e algébricas, o que ajuda a consolidar o entendimento dos alunos sobre as propriedades das funções e suas interações. Além disso, P_1 destaca a importância de os professores utilizarem o GeoGebra no ensino de Matemática no curso de Licenciatura em Matemática:

No caso da licenciatura, acho que ainda não explorar, você ainda perde uma oportunidade com esse futuro professor. Porque aí corre o risco de ele chegar na sala e dizer: “Mas lá na universidade eu não usei”. Eu acho que se ele usa no meio das disciplinas, aquilo já vai internalizando para ele, para ele poder usar depois também. (P_1 , Entrevista, 2024)

P_1 também menciona a importância de explorar o GeoGebra nas disciplinas do curso de Bacharelado em Matemática:

Eu acho que todas aquelas propriedades que você tinha ali, fazendo alguma coisa na mão, fazer um plano de fase na mão, gente, isso não existe mais. Você pode fazer essa discussão com um bacharel e usar seu tempo para você ver qualitativamente o que está acontecendo. O GeoGebra vai te dar até uma dinâmica que, você fazendo ali no giz, você não vai conseguir. Então, acho que para o bacharel também é importante, você ter a visualização de coisas, as janelas 3D dele são muito boas, você alinha isso com o controle deslizante, você consegue fazer algo muito legal. (P_1 , Entrevista, 2024)

Agora, descrevemos a entrevista realizada com 2º professor, doravante identificado apenas como P_2 , docente (não especificaremos o gênero, para garantir o anonimato) efetivo do Departamento de Matemática da UFOP e que, em sua experiência docente, já ministrou várias disciplinas para os cursos de Licenciatura e de Bacharelado em Matemática da UFOP.

A respeito da motivação para utilizar o GeoGebra, P_2 relata que, desde o início de sua carreira docente, observou a dificuldade que os alunos enfrentavam em visualizar conceitos matemáticos, especialmente, aqueles que envolviam representações gráficas e espaciais, consequentemente, ao ensinar, muitas vezes era necessário explicar conceitos que não poderiam ser facilmente representados em um quadro bidimensional, como vetores no espaço:

Desde que comecei a dar aula, a gente nota uma dificuldade grande, às vezes, principalmente com relação à visualização, né? Você fala com o menino para pegar um vetor no espaço... ele não vai pegar um vetor no espaço. E às vezes você quer representar isso de uma forma que ele vê e você tem um quadro bidimensional para representar uma coisa que seja espacial. E mesmo também, ele fazer um gráfico, mesmo que não seja espacial, mesmo que seja no plano, ele faz o gráfico, mas não tem aquela segurança de será que é isso mesmo? Para mim, foi uma ferramenta muito útil. (P_2 , Entrevista, 2024)

Essa busca por alternativas mais práticas e didáticas levou P_2 a explorar o GeoGebra, que se mostrou uma ferramenta útil para tornar os conceitos mais

“palpáveis” e acessíveis aos alunos, destacando, ainda, que aprendeu a utilizar o software de forma autodidata, sem realizar cursos formais, explorando a ferramenta por conta própria, utilizando o método de tentativa e erro. Durante esse processo, P_2 demonstrou curiosidade e foi descobrindo as funcionalidades do software, o que ajudou a integrar o GeoGebra em suas aulas de Matemática:

Para o GeoGebra, eu nunca nem assisti vídeo, foi tentativa e erro mesmo, tive acesso a ele, tive muita curiosidade, e fui vendo as funcionalidades, fui fazendo, tentando trazer, fazendo o que eu precisava, colocando o conteúdo. Então, alguns vídeos meus na época da pandemia, algumas disciplinas que eu lecionei, basicamente, eu abri o GeoGebra, coloquei a câmera do computador e dava minha aula lá, mexendo no GeoGebra, trabalhando com isso, para os meninos terem essa visualização. (P_2 , Entrevista, 2024)

Ainda, P_2 menciona que o único curso que fez foi na época da pandemia, quando já tinha uma boa noção em relação à utilização do GeoGebra, oferecido por uma universidade do Nordeste, que ajudou a conhecer melhores outras ferramentas que o GeoGebra oferece.

A respeito das disciplinas nas quais P_2 utilizou o GeoGebra, destacam-se Cálculo I, Cálculo II, Cálculo III, Geometria Analítica, Álgebra Linear e Geometria Diferencial. Ainda, com relação à Álgebra Linear, P_2 relata a limitação do GeoGebra como ferramenta metodológica:

Cálculo I, fortemente, por causa das equações da reta tangente, os gráficos, funções periódicas, a gente consegue trabalhar com a periodicidade delas. Limite... a parte de limite é interessantíssimo, porque ele tem uma funcionalidade de play, você dá um play e ele anda sozinho e os meninos conseguem visualizar isso aí. Cálculo II, eu estou fazendo inclusive agora, fortemente, a gente usa isso aí, vetor tangente, plano tangente, máximos e mínimos de superfície, área sob curva, isso tudo o GeoGebra faz. Aplicação de série, olha que interessante... quando você fala em Série de Taylor, eles veem uma função sendo aproximada por uma série de potências, por polinômios, então o GeoGebra faz isso também. Cálculo III, uso muito, muito, porque tem muita superfície, parametrização de superfície, orientação de curva, então, também é utilizado. Geometria Analítica, toda a parte vetorial, cálculo de reta, cônicas, principalmente cônicas, que tem aquela coisa de foco, vértice, diretriz e as propriedades das cônicas, círculo, ponto interior, tangente, isso tudo consegue ver com GeoGebra. A parte espacial da Geometria também, com relação a planos, posicionamento de planos e tal. Álgebra Linear, é menos, a gente consegue trabalhar menos com o GeoGebra. Álgebra Linear, somente na parte de resolução de sistemas mesmo, através de visualização de planos. Eu consigo fazer algumas coisas, como produto de matrizes, escalonamento, esse tipo de coisa ele faz sim, e eu utilizo sim para montar gabaritos, por exemplo, de prova com a matriz sendo simbólica, aí eu peço para ele fazer as contas, ele me ajuda. Mas é uma coisa que o próprio MatLab me retorna de uma maneira até mais fácil, né? Geometria Diferencial,

que aí sim a gente conseguiu usar bastante essa ferramenta para visualização de curvas, de superfície, de propriedade de tangente, plano tangente, aplicação, esse tipo de coisa, essa aplicação diferencial de uma superfície a outra, esse tipo de coisa. (P₂, Entrevista, 2024)

Com relação à forma como P_2 utiliza o GeoGebra, destacam-se alguns pontos: durante as aulas é realizado a projeção do GeoGebra no quadro, permitindo que os alunos vejam as construções, em tempo real; são propostos aos alunos exercícios que envolvem a utilização do GeoGebra, que podem ser feitos em casa, sendo enviados os resultados para avaliação e, nesse caso, P_2 destaca que sorteia parâmetros para que cada aluno tenha uma experiência única ao resolver os exercícios. Por fim, P_2 ainda menciona que os exercícios envolvendo o GeoGebra aumentam o engajamento dos alunos, que se tornam mais ativos na sua aprendizagem.

Acerca da preparação das aulas utilizando o GeoGebra, P_2 destaca que, ao montar a estrutura das aulas, é necessário dedicar um tempo maior para preparar o material. Por exemplo, relata que ficou um dia inteiro apenas para montar a estrutura de vetores para uma aula de Geometria Analítica, o que indica que a preparação é mais trabalhosa do que nas aulas tradicionais:

Gasta-se mais tempo, né? Ontem mesmo eu fiquei, amanhã só para montar a estrutura dos vetores gradientes direcionais, eu não tinha esse material pronto ainda. Não é só colocar o próprio GeoGebra, ele vai querer saber como é que você fará. E eu gosto de fazer geral, tipo, se eu mudar minha função, já está tudo pronto lá, já está tudo baseado na função, é tipo um programinha mesmo. (P₂, Entrevista, 2024)

Apesar do trabalho adicional, P_2 acredita que o esforço resulta em uma aprendizagem mais significativa para os alunos. P_2 considera que o tempo gasto na preparação é válido, pois gera conhecimento e facilita a visualização dos conceitos matemáticos. Além disso, uma vez que o material esteja pronto, ele pode ser reutilizado em outras aulas, o que torna o investimento de tempo mais eficiente, a longo prazo.

Um dos pontos que P_2 destaca acerca das dificuldades que o professor pode enfrentar para implementar a utilização do GeoGebra nas aulas de Matemática, é convencer os alunos a utilizarem a ferramenta. Embora eles possam, inicialmente, demonstrar resistência, essa barreira tende a ser superada com o tempo e muitos acabam se apaixonando pelo GeoGebra:

A primeira dificuldade que eu vejo é convencer os alunos, porque é uma coisa impressionante como a turminha gosta de uma tecnologia, mas na hora que você propõe uma ferramenta, “não consigo, isso não dá certo, é muito ruim, não gosto do GeoGebra”. Passam alguns meses, amam o GeoGebra de paixão e não conseguem mais viver sem ele, sabe? (P₂, Entrevista, 2024)

Outro ponto que P_2 destaca diz respeito à infraestrutura das salas de aula e ao funcionamento dos equipamentos como desafios importantes, mencionando que, algumas vezes, já vivenciou a experiência da tela do projetor não funcionar corretamente, da imagem ficar borrada ou do equipamento não estar disponível, o que desmotiva tanto o professor quanto os alunos.

Ainda a respeito da infraestrutura da universidade, P_2 destaca que, embora exista um laboratório de Matemática, ele não comporta a grande quantidade de alunos dos cursos, em geral. Ainda, quanto ao apoio técnico, P_2 expressa que não há suporte técnico adequado disponível e, devido a essa realidade, menciona que não tenta utilizar o laboratório, pois já sabe da dificuldade a ser enfrentada.

Por fim, a respeito das perspectivas de utilização do GeoGebra como ferramenta metodológica para os processos de ensino e aprendizagem da Matemática no Ensino Superior, P_2 acredita que falta uma troca de experiências entre os colegas, o que poderia ser muito válido, caso acontecesse. Segundo P_2 , essa falta de comunicação e compartilhamento de práticas é um ponto que considera prejudicial para o desenvolvimento do uso de tecnologias no ensino:

Com relação aos outros colegas fazerem uso dessa ferramenta, não sei te falar como seria, nunca fui procurada para saber, eu acho que falta essa conversa. Saber o que está todo mundo fazendo, o que está funcionando, a gente não tem essa troca de experiências que eu acho que seria muito válida. Mas é raro isso acontecer, é raro não, não acontece pelo menos no nosso departamento, e é isso. Assim, eu acredito que cada vez mais a gente vai ter que buscar por isso, o aluno de 2000 não é um aluno de 2025, né?! Então, e nem as ferramentas de 2000 são as ferramentas de 2025. Eu não posso dar a aula para o aluno como eu tive aula, são momentos diferentes que pedem por atitudes diferentes, até mesmo para a sociedade caminhar dentro do que a tecnologia oferece. (P_2 , Entrevista, 2024)

Em nossa análise, retomaremos essa questão da importância de um eventual compartilhamento de práticas com o GeoGebra, levantada por P_2 , no sentido de sua utilização no ensino dos conteúdos abordados nas disciplinas das diferentes áreas da Matemática.

4. Analisando os resultados

Para analisarmos os dados produzidos por meio da análise documental do PPC dos cursos e da descrição das entrevistas, procedemos a uma categorização por similaridades dos dados (Fiorentini & Lorenzato, 2006), que consistiu na eleição de categorias de análise, com base no levantamento das principais utilizações e possíveis inserções do GeoGebra nas diversas disciplinas de Matemática. Dentro dessa perspectiva interpretativa, achamos por bem estabelecer as categorias de análise que seguem e que, diretamente, coadunaram com nossa investigação.

4.1. As potencialidades da utilização do GeoGebra em disciplinas dos cursos de Licenciatura e de Bacharelado em Matemática da UFOP

No mapeamento que realizamos (Pimentel, 2024), destacaram-se diversas potencialidades de utilização do GeoGebra nos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Matemática das universidades brasileiras, pois identificamos disciplinas desses cursos que têm potencial para o uso do GeoGebra como recurso didático-metodológico, por meio das pesquisas mapeadas que mostraram as contribuições da utilização do GeoGebra para: a evolução na compreensão dos conceitos estudados; um maior domínio no uso do software; uma maior facilidade na resolução de problemas relacionados ao conteúdo estudado; o desenvolvimento de habilidades em questões geométricas; a possibilidade de construir conhecimentos e de visualizar conceitos e propriedades que envolvem os conteúdos estudados; além de desenvolver a capacidade de explorar, experimentar e interpretar conceitos, propriedades e resultados dos conteúdos estudados.

Já ao analisarmos o PPC dos cursos de Licenciatura e de Bacharelado em Matemática da UFOP, também identificamos grandes potencialidades, pois muitas disciplinas obrigatórias da matriz curricular desses cursos coincidem com aquelas que foram locus de estudo nas pesquisas mapeadas, tais como: Cálculo Diferencial e Integral, Geometria Analítica, Geometria Plana, Álgebra Linear e Análise Real, dentre outras. Essas potencialidades também foram reveladas por meio das entrevistas realizadas com os professores dos cursos de Matemática da UFOP.

Por exemplo, P_1 relatou ter utilizado o GeoGebra para ajudar os alunos a compreenderem o período das funções seno e cosseno por meio da plotagem de gráficos, promovendo discussões sobre a influência de constantes na composição dessas funções. Esse conteúdo é abordado na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I. Outro exemplo citado por P_1 foi o uso do GeoGebra para representar Séries de Fourier, permitindo observar a aproximação das funções periódicas por soma de seno e cosseno. Esse conteúdo é estudado na disciplina de Equações Diferenciais Parciais, que é obrigatória para o curso de Bacharelado em Matemática da UFOP. Além disso, foi destacado o uso do GeoGebra na disciplina de Geometria Diferencial, para a visualização de curvas, superfícies, propriedades de tangentes, planos tangentes e suas aplicações.

Esses exemplos reforçam o potencial do software como ferramenta metodológica no ensino de diversas disciplinas de Matemática (Santos & Reis, 2011; Santos, Silva & Cordeiro Junior, 2020, Martins, Reis & Ferreira, 2023).

4.2. As realidades da utilização do GeoGebra em disciplinas dos cursos de Licenciatura e de Bacharelado em Matemática da UFOP

Na análise do PPC-BACMAT, identificamos que o uso do GeoGebra é mencionado nos programas das disciplinas Geometria Euclidiana e Tecnologias

no Ensino de Matemática, por meio das referências básicas e complementares. Contudo, não é especificado que o software deve ser utilizado como uma ferramenta fundamental na condução das aulas. No mesmo documento, destaca-se a importância de que, durante a formação do Bacharel em Matemática, sejam desenvolvidas habilidades que permitam sua contribuição para o avanço de novas tecnologias na sociedade, além de integrar as demais habilidades desenvolvidas (como capacidade de identificar, formular e resolver problemas em sua área de aplicação) com novas ideias e tecnologias emergentes. Além disso, o documento ressalta a possibilidade de os professores utilizarem as TD como ferramentas para criar atividades avaliativas. Entretanto, o PPC-BACMAT não especifica a utilização dessas tecnologias para o ensino de determinadas disciplinas.

Na análise do PPC-LICMAT, não é especificada a utilização das Tecnologias Digitais para o ensino de determinadas disciplinas. Elas são mencionadas apenas como suporte a outras abordagens pedagógicas exploradas nas disciplinas de Educação Matemática. Além disso, assim como no PPC-BACMAT, o uso das tecnologias é indicado nas disciplinas de Tecnologias no Ensino de Matemática e Geometria Euclidiana, além de ser mencionado nos programas das disciplinas Fundamentos da Educação Matemática, Módulo Interdisciplinar de Formação I, Módulo Interdisciplinar de Formação II e Módulo Interdisciplinar de Formação III. Nessas disciplinas, as tecnologias são apontadas como possíveis temas de discussão nas aulas, embora não se detalhe como isso será implementado. Além disso, destaca-se que essas disciplinas são de responsabilidade do Departamento de Educação Matemática e não do Departamento de Matemática.

Em ambas as análises, identificamos uma contradição nos documentos que regem os cursos. Por um lado, destaca-se a importância da presença das tecnologias na formação do professor e do bacharel e, por outro, esses mesmos documentos não apresentam indicações sobre a utilização dessas tecnologias no ensino das disciplinas que compõem a matriz curricular dos referidos cursos. Essa contradição é reforçada por meio das entrevistas realizadas pelos coordenadores dos cursos. Por exemplo, C_B menciona que, embora isso não esteja explicitado no documento e, mesmo reconhecendo algumas exceções em que os bacharéis atuam em áreas distintas da docência, o objetivo principal do curso de Bacharelado em Matemática, conforme descrito no documento norteador, é preparar candidatos para programas de mestrado em Matemática Pura. Isso evidencia que, apesar de muitos bacharéis se tornarem professores do Ensino Superior, sua formação não é direcionada ao ensino e à aprendizagem da Matemática, tampouco à integração das Tecnologias Digitais nos processos de ensino e de aprendizagem.

Além disso, C_B relata que a disciplina Tecnologias no Ensino da Matemática foi incluída na matriz como um “remendo” para cumprir a carga horária de extensão do curso de Bacharelado em Matemática. Apesar disso, C_B

reconhece que sua implementação pode ser enriquecedora para os alunos, uma vez que muitos ingressam no curso com uma grande defasagem em relação ao uso de recursos computacionais específicos. Esse relato reforça que as tecnologias não estão sendo tratadas como uma ferramenta importante para o ensino da Matemática, mas como uma adaptação para atender às diretrizes do Ministério da Educação (MEC). Outro exemplo que evidencia essa questão é o comentário de C_L , ao mencionar que o PPC-LICMAT não enfatiza explicitamente o uso de tecnologias no ensino de Matemática no curso de Licenciatura em Matemática. Segundo C_L , o projeto pedagógico atende a muitas diretrizes estabelecidas pelo MEC, mas demonstra pouca preocupação com a integração das tecnologias nos processos de ensino e de aprendizagem.

Os coordenadores e professores entrevistados apontaram diversas dificuldades para uma real utilização do GeoGebra. Entre elas, destacaram-se a falta de uma formação adequada para implementar tecnologias no ensino (Carneiro & Passos, 2014) e a necessidade de precisarem ser autodidatas para aprender a utilizar os softwares, o que gera desafios, especialmente para aqueles que relutam em sair de sua zona de conforto. Além disso, C_B menciona que, em sua visão, uma das barreiras que impedem o professor de integrar as Tecnologias Digitais às suas aulas é a limitação de tempo, já que precisa cumprir ementas extensas e lidar com alunos que não possuem a base teórica necessária para acompanhar os conteúdos das disciplinas. Por fim, foram destacados problemas relacionados à infraestrutura da universidade, como internet instável, computadores inadequados ou inoperantes, falta de suporte técnico para instalar os softwares, dentre outros.

No entanto, embora o PPC dos cursos não mencione a integração das tecnologias nos processos de ensino e de aprendizagem de Matemática e, de fato, existem diversas dificuldades para sua implementação, isso não deve ser considerado um fator determinante para a sua não utilização. Esse ponto é corroborado pelos relatos de experiências dos professores entrevistados, como já destacamos.

4.3. As perspectivas da utilização do GeoGebra em disciplinas dos cursos de Licenciatura e de Bacharelado em Matemática da UFOP

Na entrevista, P_1 destacou a importância dos licenciandos em Matemática se familiarizarem com o GeoGebra, visando sua preparação como futuros professores. P_1 acredita que, ao integrar o GeoGebra nas disciplinas, esses futuros docentes estarão mais bem preparados para utilizar a ferramenta em suas próprias aulas. Ainda nessa perspectiva, P_2 ressalta que os professores precisam buscar, cada vez mais, integrar as TD em suas práticas pedagógicas, considerando que as características e necessidades dos alunos estão em constante mudança, assim como o cenário escolar e social. P_2 destaca também o avanço nas ferramentas disponíveis para o ensino e reforça que os professores não podem continuar ensinando da mesma forma como quando foram ensinados, pois os contextos são

diferentes e exigem abordagens adaptadas. Essa mudança é essencial para que a Educação acompanhe o desenvolvimento tecnológico da sociedade e, até mesmo, para que a sociedade progrida de acordo com as possibilidades oferecidas pelas tecnologias.

Além disso, P_2 destaca a importância de cultivar a troca de experiências entre os professores do Departamento de Matemática, considerando que a ausência de comunicação e troca de práticas é um fator prejudicial ao avanço do uso de tecnologias no ensino. Nesse sentido, C_L menciona o quão prejudicial é a logística de ensino das disciplinas do curso de Licenciatura em Matemática da UFOP, na qual há 2 departamentos responsáveis pela maioria das disciplinas do curso e tais departamentos não trabalham de forma conjunta, no caso, o Departamento de Educação Matemática e o Departamento de Matemática.

Diante desses pontos, percebemos que o PPC-LICMAT busca harmonizar em termos de disciplinas, a Matemática e a Educação Matemática. No entanto, observa-se que o Departamento de Educação Matemática se concentra em disciplinas voltadas para o ensino e aprendizagem da Matemática, enquanto o Departamento de Matemática adota uma abordagem mais focada no estudo da Matemática Pura, sem uma interação significativa entre eles. Essa falta de integração cria a impressão de que ambos realizam trabalhos distintos, com objetivos diferentes, o que não reflete a realidade, pois ambos estão formando o mesmo profissional: o professor de Matemática. Essa divisão pode ser confortável para os professores de ambos os departamentos, já que cada um permanece na sua zona de conforto, mas é prejudicial para a formação do futuro professor de Matemática.

Uma eventual colaboração entre essas áreas pode trazer benefícios significativos aos discentes, tais como: a conexão entre conceitos teóricos e práticas pedagógicas; o domínio do conteúdo aliado à capacidade de adaptá-lo às diferentes realidades e necessidades dos alunos; o desenvolvimento de habilidades para vincular os conceitos abstratos da Matemática a situações concretas vivenciadas pelos alunos; e o aprimoramento no uso de Tecnologias Digitais e de metodologias ativas, dentre outros aspectos.

A partir da análise do PPC dos cursos e das entrevistas com coordenadores e professores, podemos destacar que o uso do GeoGebra nas aulas de Matemática é uma ferramenta extremamente útil para facilitar a visualização e a compreensão de conceitos matemáticos complexos. Apesar das dificuldades enfrentadas, como a resistência inicial dos alunos, os problemas estruturais e técnicos, e a necessidade de uma preparação mais detalhada, os benefícios superam os desafios. A utilização do GeoGebra não apenas amplia o envolvimento dos alunos, mas também enriquece a experiência de ensino, tornando os conceitos mais acessíveis e palpáveis.

Acreditamos que a universidade é o ambiente ideal para fomentar a cultura da utilização das tecnologias no ensino da Matemática (Marin, 2009). O desenvolvimento de habilidades relacionadas ao uso das Tecnologias Digitais permitirá que os futuros professores adquiram maior confiança para adaptar suas estratégias de ensino a diferentes perfis de alunos, incorporando metodologias ativas como a Resolução de Problemas, a Sala de Aula Invertida, o Ensino Híbrido, dentre outras, o que poderá contribuir para uma abordagem mais personalizada e ativa na Educação Básica ou no Ensino Superior.

Considerações Finais

Neste artigo, objetivamos investigar as potencialidades, as realidades e as perspectivas de utilização do GeoGebra nas diversas disciplinas de conteúdo matemático oferecidas na formação inicial de professores e de bacharéis em Matemática, com foco no caso dos cursos de Licenciatura e de Bacharelado em Matemática da UFOP.

Cabe destacar que, se as potencialidades aqui apresentadas podem se tornar realidades num futuro próximo, então as realidades podem se alterar de tempos em tempos, de pessoas para pessoas, de lugares para lugares. Outrossim, as potencialidades, realidades e perspectivas que aqui apresentamos não são todas, pois intentamos apresentar algumas delas, especialmente, aquelas que foram evidenciadas por meio da análise dos dados produzidos.

Também é fundamental destacar que nunca foi nosso propósito desmerecer / denegrir a imagem dos cursos de Licenciatura e de Bacharelado em Matemática da UFOP, tão bem conceituados nos exames governamentais oficiais. Nosso intuito, desde o início, foi que nossa pesquisa possa, de alguma forma, contribuir para uma reflexão conjunta entre coordenadores e professores dos referidos cursos. Nessa perspectiva, esperamos que os resultados de nossa pesquisa possam ser devidamente divulgados para que a contribuição aconteça na teoria e na prática, seja por permear uma discussão sobre a construção do PPC dos cursos, seja por uma eventual transformação das perspectivas que apresentamos em futuras realidades.

Ainda como toda pesquisa científica possui limitações em seu escopo e dificuldades em seu desenvolvimento, consideramos fundamental refletirmos sobre tais limitações e dificuldades em nossa pesquisa. Um ponto relevante é que não conseguimos acompanhar os professores entrevistados e, talvez, outros, em sua prática de sala de aula, pois pode haver uma diferença considerável entre o que se fala numa entrevista e o que realmente se consegue implementar na prática pedagógica.

Outro ponto a se considerar é que, como nosso lócus de pesquisa foi a UFOP, seria interessante que futuras pesquisas também investiguem a utilização

do GeoGebra em cursos de Licenciatura e de Bacharelado em Matemática de outras universidades brasileiras.

Com isso, apontamos para a importância de mais investigações relacionadas à utilização do GeoGebra nos processos de ensino e de aprendizagem de Matemática no Ensino Superior, pois consideramos essencial uma reflexão contínua, por parte dos professores de Matemática do Ensino Superior, acerca da sua prática em sala de aula, da forma como implementam ou não as Tecnologias Digitais e, particularmente, de como utilizam ou não o GeoGebra como ferramenta metodológica, por acreditarmos na centralidade de se criar um ambiente de aprendizagem diferenciado e significativo para os futuros professores e bacharéis de Matemática que, por sua vez, poderão, assim, vislumbrar sua utilização em uma futura prática docente na Educação Básica ou no Ensino Superior.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Referências

- Carneiro, R. F., & Passos, C. L. B. (2014) A utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação nas aulas de Matemática: limites e possibilidades. *Revista Eletrônica de Educação*, 8(2), 101-119. <https://doi.org/10.14244/19827199729>
- Fiorentini, D., & Grando, R. C., & Miskulin, R. G. S., & Crecci, V. M., & Lima, R. C. R., & Costa, M. C. (2016). O professor que ensina matemática como campo de estudo: concepção do projeto de pesquisa. In: D. Fiorentini, & C. L. B. Passos, & R. C. R. Lima (Orgs.). *Mapeamento da pesquisa acadêmica brasileira sobre o professor que ensina matemática: período 2001–2012* (pp. 17-41). Universidade Estadual de Campinas.
- Fiorentini, D., & Lorenzato, S. (2006). *Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos*. Campinas, SP: Autores Associados.
- García-Lázaro, D., & Martín-Nieto, R. (2023). Competencia matemática y digital del futuro docente mediante el uso de GeoGebra. *Alteridad*, 18(1), 85–98. <https://doi.org/10.17163/alt.v18n1.2023.07>
- Gökçe, S., & Güner, P. (2022). Dynamics of GeoGebra ecosystem in mathematics education. *Education and Information Technologies*, 27(4), 5301–5323. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10836-1>
- Gonçalves, D. C., & Reis, F. S. (2013). Atividades Investigativas de Aplicações das Derivadas utilizando o GeoGebra. *Bolema*, 27(46), 417-432. <https://doi.org/10.1590/S0103-636X2013000300006>

Marin, D. (2009). *Professores de Matemática que usam a tecnologia de informação e comunicação no Ensino Superior*. 2009. 163f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, SP.

Martins, E. M., & Reis, F. S., & Ferreira, G. C. G. (2023). O software GeoGebra no ensino introdutório de Sistemas Dinâmicos: uma pesquisa com alunos de Bacharelado em Matemática. *Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo*, 12(1), 4-28. <https://doi.org/10.23925/2237-9657.2023.v12i1p004-028>

Pimentel, C. M. (2024). *A utilização do software GeoGebra nos cursos de Licenciatura e de Bacharelado em Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto: possibilidades, realidades e perspectivas*. 2024. 104f. Dissertação (Mestrado em Educação matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, MG.

Reis, F. S. (2001). *A tensão entre rigor e intuição no ensino de Cálculo e Análise: a visão de professores-pesquisadores e autores de livros didáticos*. 2001. 302f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP.

Santos, I. N., & Reis, F. S. (2011). Usando Tecnologias da Informação e Comunicação no ensino de Geometria Analítica Plana: explorando os conceitos de Feixe de Retas Paralelas e Concorrentes. *Revista de Educação Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto*, 1(1), 123-130. <https://www.repositorio.ufop.br/items/07c39fd4-bfc5-4eb4-bd83-e01bd3108e2>

Santos, M. I. F., & Silva, R. R., & Cordeiro Junior, R. A. (2020). O software GeoGebra como ferramenta de ensino nas disciplinas de Cálculo. *Brazilian Journal of Development*, 6(1), 2169-2179. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n1-157>

Enviado: 18/12/2024

Aceito: 16/02/2025

