

A UTILIZAÇÃO DE SOFTWARES PARA O ENSINO DE EQUAÇÕES DIFERENCIAIS: MODELOS E APLICAÇÕES

Francisco José de Lima ¹
João Nunes de Araújo Neto ²

RESUMO

O ensino de Equações Diferenciais apresenta desafios pedagógicos para a compreensão da aplicação prática desses conceitos. Nesse contexto, os Softwares de Geometria Dinâmica - (SGD) surgem como uma possibilidade pedagógica permitindo a visualização e experimentação dos fenômenos matemáticos modelados. O objetivo deste trabalho é discutir sobre o uso de SGD no ensino e Equações Diferenciais, observando suas contribuições para um melhor entendimento teórico e prático de conceitos matemáticos. A metodologia empregada foi pautada no estudo de modelos com o auxílio de SGD para interpretar as soluções e os campos de direções associados às Equações Diferenciais. Foram elaboradas atividades práticas em que os estudantes interagiam com sistemas físicos, comparando as soluções teóricas com os dados obtidos experimentalmente. O estudo foi realizado com alunos de cursos de licenciatura em matemática, que participaram de aulas expositivas e práticas envolvendo o uso dos softwares. Os resultados demonstraram que o uso desses recursos pode contribuir para clareza no processo de exposição teórica dos conceitos e modelos para visualização das Equações Diferenciais. A discussão dos resultados indica que a integração teoria e prática por meio do uso de SGD. Diante das reflexões, essa metodologia pode ser uma alternativa para o ensino de Equações Diferenciais, favorecendo o desenvolvimento de habilidades analíticas e investigativas dos alunos.

Palavras-chave: Equações Diferenciais; Ensino de Matemática; Tecnologias Digitais; Visualização Matemática.

INTRODUÇÃO

A História da humanidade foi marcada pela preocupação em deixar um legado cultural e científico para as gerações posteriores. Desde a Antiguidade, a busca por ensinar o conhecimento sistematizado ou não para as próximas gerações evidencia desafios de caráter pedagógico e formativo, referente aos processos de ensino e aprendizado.

As teorias sobre formação de professores evoluíram historicamente, levando em consideração as especificidades de cada área do saber. Essa dinâmica, embora tenha potencializado discussões sobre prática docente, também implicou em uma certa fragmentação das metodologias e das concepções do fazer pedagógico, de tal forma que

¹ Doutorado em Educação. Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) - franciscojose@ifce.edu.br

² Doutorado em Matemática. Universidade de São Paulo (USP) – joao.nunes@ifce.edu.br

cada Ciência possuísse sua didática própria alinhada à sua história e aos pressupostos epistemológicos que a sustentam.

Nessa mesma direção, Durkheim (1978) destaca o papel social da educação na mediação entre conhecimento produzido e a formação humana, a qual segundo Saviani (2008), toma forma na escola, que socializa o saber.

Dentre as ciências, a Matemática tem despertado o interesse de pesquisadores da educação, especialmente no que se refere aos processos de ensino e aprendizagem que lhe são próprios. Os cursos de formação de professores, nesse contexto, têm se configurado como verdadeiros laboratórios de experimentação pedagógica, nos quais se articulam teoria e prática, conforme defendem Pimenta e Lima (2017), ao considerar o estágio supervisionado como espaço de reflexão e de produção do saber docente.

Nos anos de 2007 e 2018 respectivamente entram em cena o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência – PIBID, (Brasil, 2007) e o Programa de Residência Pedagógica – PRP, (Brasil, 2018) os quais têm marcado as licenciaturas ao promover a imersão dos licenciandos nas escolas, criando ambientes de formação e análise metodológica, bem como o desenvolvimento de práticas (Brasil, 2018).

Estas iniciativas, embora relevantes, ainda não têm sido suficientes para atenuar os problemas relativos à formação docente e ensino de Matemática. Como afirma Tardif (2002), não há uma fórmula universal para a constituição de um “bom professor”, mas existem possibilidades formativas que emergem da integração entre os saberes teóricos, práticos e experienciais.

Nesse sentido, a aproximação precoce entre universidade e escola pode contribuir positivamente, conforme propõe (Nacarato; Mengali; Passos, 2009), para o desenvolvimento de professores reflexivos, capazes de compreender a complexidade do ensino e de aprimorar continuamente sua prática.

O desenvolvimento tecnológico está ancorado em pressupostos matemáticos, pois ela fornece uma linguagem capaz de estabelecer conexões com todas as ciências. Desde a década de 1980, as tecnologias vêm ganhando espaço nas licenciaturas e nas escolas, acompanhando o avanço dos recursos digitais e das discussões sobre inovação pedagógica. Para Borba, Scucuglia e Gadanidis (2014, p. 23), “desde a década de 1980, com a chegada dos primeiros microcomputadores, a Educação Matemática brasileira começou a incorporar o uso de tecnologias, inicialmente com softwares e calculadoras, o que passou a influenciar também a formação de professores”.

O uso de tecnologias digitais no ensino de Matemática consolidou-se a partir desse período, com experimentos realizados em escolas e cursos de formação docente. Para os mesmos autores, esse movimento representou uma fase de inserção das tecnologias como meios de apoio aos processos de ensino e aprendizagem, transformando gradualmente as práticas pedagógicas e as concepções sobre o fazer matemático nas escolas. Na década de 1990, com a popularização da *internet*, essas práticas se expandiram e novas ferramentas, como os *softwares* de geometria dinâmica, foram introduzidas, promovendo uma integração entre o ensino, a formação docente e o tecnológico.

Essa integração, ainda enfrenta desafios, sobretudo no que se refere à infraestrutura. A formação continuada aliada a uma postura crítica diante das tecnologias pode contribuir no enfrentamento aos desafios decorrentes da implementação de tecnologias nas práticas pedagógicas, o que pode favorecer o desenvolvimento da autonomia e colaboração entre docentes. (Borba, Scucuglia e Gadanidis (2014).

Assim, no contexto do ensino de equações diferenciais, o uso de softwares de modelagem, como sugere Bassanezi (2002), constitui uma possibilidade concreta de articular o conhecimento teórico à aplicação prática, promovendo uma aprendizagem mais significativa e interdisciplinar.

Diante desse cenário, é relevante refletir sobre as práticas de ensino de Matemática na formação inicial de professores aliadas ao uso de tecnologias. Embora os avanços tecnológicos e os programas de formação docente tenham ampliado as possibilidades pedagógicas, ainda há carência de investigações que analisem de forma sistemática como os softwares de matemática podem contribuir para a aprendizagem. Essa lacuna justifica a presente pesquisa, que busca compreender o papel das tecnologias digitais como mediadoras na construção do conhecimento matemático e como instrumentos de modelagem e experimentação no ensino de equações diferenciais.

Assim, o estudo propõe-se discutir sobre o uso de softwares no ensino e Equações Diferenciais, observando suas contribuições para um melhor entendimento teórico e prático de conceitos matemáticos. A análise do uso de softwares computacionais no ensino e aprendizagem de equações diferenciais, enfatiza os modelos e aplicações articulando a compreensão conceitual e a integração entre teoria e prática.

Para alcançar esse objetivo geral, pretende-se: identificar os principais softwares utilizados no ensino de equações diferenciais e suas potencialidades didáticas; examinar exemplos de atividades e modelos de ensino mediados por tecnologia; discutir as

contribuições e limitações dessas ferramentas no processo de aprendizagem; e refletir sobre as implicações formativas para o professor de Matemática.

Como percurso metodológico, optou-se por uma pesquisa qualitativa de caráter descritivo e interpretativo. O estudo foi desenvolvido no contexto da disciplina de Equações Diferenciais, integrante do curso de Licenciatura em Matemática, IFCE *campus Cedro*. Os licenciandos realizaram seminários temáticos utilizando diferentes recursos tecnológicos para a exposição dos conteúdos.

As apresentações foram observadas e analisadas com base em referenciais teóricos da Educação Matemática e da Modelagem Matemática (Borba (2014); Bassanezi (2002); Fiorentini; Lorenzato (2012), buscando compreender de que forma o uso dos *softwares* contribuiu para o desenvolvimento conceitual, a mediação didática e a formação docente dos participantes.

REFERENCIAL TEÓRICO

Este artigo combina estudos teóricos e análise de práticas formativas, a partir de trabalhos desenvolvidos por alunos durante a disciplina de Equações Diferenciais na licenciatura. Assim, esta seção foi estruturada de modo a servir como base conceitual para a interpretação dos dados que serão apresentados posteriormente. O intuito é oferecer um referencial que oriente a interpretação dos trabalhos e das práticas observadas, de forma dialógica e fundamentada.

O referencial teórico está organizado de forma a abordar os seguintes tópicos: (I) Políticas e formação docente na licenciatura, que busca situar a discussão sobre a formação de professores de Matemática no Brasil, relacionando as diretrizes nacionais aos desafios formativos; e (II) Formação docente em Matemática e o uso de tecnologias digitais, que discute como a formação do professor de Matemática vem incorporando tecnologias e quais são as bases teóricas desse movimento

Políticas e formação docente na licenciatura

A Resolução CNE/CP nº 4 de 29 de maio de 2024, que orienta o início dos estágios supervisionados desde o primeiro semestre dos cursos de licenciatura, suscita debates sobre sua viabilidade e as implicações para a qualidade da formação inicial (Brasil, 2024). Essas políticas educacionais precisam ser analisadas criticamente. Gatti (2019), argumenta, de modo geral, que as transformações estruturais na formação docente exigem condições institucionais e pedagógicas sólidas para evitar a reprodução de déficits

históricos de aprendizado. Dados recentes sobre o sistema educacional brasileiro foram divulgados pela Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2025).

Conforme a OCDE o desempenho médio nacional em matemática, leitura e ciências no PISA 2022 evidencia profundas desigualdades educacionais entre os países participantes, revelando que o Brasil ainda enfrenta grandes desafios na aprendizagem em Matemática. O desempenho médio brasileiro é abaixo da média da OCDE, aponta fragilidades estruturais que comprometem a qualidade do ensino e a aprendizagem de matemática dos estudantes. Essa defasagem reflete problemas que vão desde a formação inicial e continuada dos professores até as condições desiguais de acesso e permanência na escola.

Além disso, as disparidades socioeconômicas impactam diretamente o desempenho, uma vez que estudantes de contextos mais vulneráveis tendem a ter menos acesso a recursos didáticos e tecnológicos. A lacuna entre o Brasil e os países de alto desempenho, como Singapura e Japão, não se limita a números, mas traduz uma diferença substancial nas práticas pedagógicas, na valorização da carreira docente e nas políticas de equidade educacional. Evidenciando a necessidade urgente de políticas públicas consistentes voltadas à melhoria da formação docente, à valorização do professor e ao fortalecimento do ensino de Matemática desde os anos iniciais,

Nesse sentido, Gatti (2019) destaca que as condições de trabalho docente influenciam diretamente a qualidade das práticas pedagógicas e aprendizagem dos alunos. Além disso, Pimenta (2010) chama atenção para o papel do estágio supervisionado e da prática reflexiva na formação de professores, defendendo que a prática como um espaço de onde se constrói os saberes.

Formação docente em matemática e o uso de tecnologias digitais

A formação de professores de Matemática tem passado por transformações desde a década de 1980, acompanhando o avanço das tecnologias digitais e suas implicações na prática educativa. Conforme discutem Borba, Scucuglia e Gadanidis (2014), o uso de tecnologias no ensino da Matemática evoluiu em fases que vão desde a introdução dos primeiros computadores até o atual contexto de ambientes virtuais interativos e multimodais.

No início do processo de implementação das tecnologias em sala de aulas, as ações formativas voltavam-se à familiarização com softwares e à inserção das tecnologias

como ferramentas de apoio à aprendizagem. Com o advento da internet e o fortalecimento das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), novas possibilidades emergiram, especialmente na formação continuada e na mediação de cursos online. Nesse contexto, o professor foi ampliado ganhas novas atribuições: ele deixou de ser apenas mediador de conhecimento para atuar como designer de experiências de aprendizagem digitais.

Entretanto, a implementação das tecnologias digitais no ensino de Matemática enfrenta obstáculos. A falta de infraestrutura nas escolas, ausência de laboratórios de informática, a baixa qualidade da conexão com a internet e a carência de suporte técnico dificultam o uso pedagógico das tecnologias.

Outro ponto que merece destaque é à formação docente. O currículo das licenciaturas não dá a devida atenção a esse tema, limitando-se ao uso instrumental dos recursos, sem uma reflexão teórica sobre seu papel na construção do conhecimento matemático, Borba, Scucuglia e Gadanidis (2014).

Agregado a isso, têm-se a formação continuada desconexas de um estudo sistemático que oriente o planejamento e execução de práticas alinhadas às tecnologias, o que pode gerar um distanciamento entre o discurso inovador e a realidade vivida nas salas de aula.

Além disso, a desigualdade de acesso entre escolas e regiões do país acentua as diferenças na aprendizagem. Enquanto algumas instituições dispõem de dispositivos móveis, ambientes virtuais e plataformas de aprendizagem, outras lutam para garantir o básico, como energia elétrica estável e computadores funcionais. Essa desigualdade compromete a integração das tecnologias na rotina escolar.

METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa de caráter descritivo e interpretativo, desenvolvida no contexto da disciplina de Equações Diferenciais do curso de Licenciatura em Matemática IFCE *campus Cedro*, uma instituição pública de ensino superior. A investigação buscou compreender como os licenciandos mobilizam tecnologias digitais e *softwares* matemáticos em práticas formativas, o conteúdo escolhido foi equações diferenciais aplicada à resolução de problemas oscilatórios livres, forçados com e sem amortecimento e circuitos elétricos de primeira e segunda ordem, analisando suas produções e interações durante seminários.

A opção por uma abordagem qualitativa justifica-se pela natureza do objeto de estudo, que envolve processos de aprendizagem e práticas docentes. Assim, o foco esteve

na compreensão do fenômeno em seu contexto teórico, considerando as interpretações dos participantes e os sentidos atribuídos às experiências com o uso de tecnologias.

Os dados foram obtidos por meio da observação dos seminários e aulas expositivas realizadas ao longo do semestre, com atividades de modelagem matemática utilizando softwares como GeoGebra, Excel, Python, *sites* de simulação, vídeos e *slides*.

Cada grupo escolheu um problema, formulou um modelo matemático e apresentou a resolução com apoio tecnológico. Foram analisados os materiais produzidos pelos alunos (*slides*, relatórios, resumos expandidos), além das falas e interações registradas em anotações de campo.

A análise seguiu uma perspectiva interpretativa, fundamentada nos princípios da Modelagem Matemática (Bassanezi, 2011; Biembengut; Hein, 2014) e da Educação Matemática mediada por tecnologias (Borba; Valente, 2014). As produções dos alunos foram examinadas quanto a três aspectos principais: Compreensão conceitual das equações diferenciais; Integração das tecnologias ao processo de ensino-aprendizagem; Reflexão docente e autonomia, observadas nas discussões e na capacidade de relacionar teoria e prática.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A realização dos seminários sobre aplicações de Equações Diferenciais Ordinárias (EDOs) possibilitou aos licenciandos em Matemática vivenciar um processo formativo que integrou teoria e prática aliada ao uso de tecnologia. Os grupos desenvolveram estudos sobre diferentes fenômenos físicos, oscilações livres sem amortecimento, circuitos elétricos de primeira e segunda ordem e oscilações forçadas com e sem amortecimento, relacionando a modelagem matemática a situações reais.

Os resultados observados indicam que os alunos foram capazes de compreender e aplicar conceitos teóricos das EDOs em contextos físicos, articulando o raciocínio matemático com a interpretação de fenômenos, no sentido que durante as exposições eles conseguiram relações coerentes das equações ao comportamento do fenômeno.

Durante a preparação e apresentação dos seminários, os alunos recorreram a tecnologias digitais, como o GeoGebra, *sites* de simulação como o PET, o Python, vídeos no *YouTube* e ferramentas do PowerPoint, tanto para resolver, visualizar as soluções das equações diferenciais e expor seus resultados. O uso desses recursos permite a observação do comportamento dinâmico das variáveis envolvidas e estimula uma postura investigativa conforme asseguram Fiorentini, Lorenzato (2012) e Lorenzato (2006).

Os resultados obtidos dialogam com a concepção de modelagem matemática apresentada por Bassanezi (2002), segundo a qual a modelagem constitui um processo de interpretação da realidade por meio da linguagem matemática. Ao elaborar e aplicar modelos para descrever sistemas físicos, os alunos exercitam não apenas a aplicação de técnicas matemáticas, mas também o pensamento crítico e a capacidade de abstração, elementos essenciais à formação de professores pesquisadores. A socialização dos resultados em formato de seminário possibilitou a troca de experiências e o confronto de diferentes estratégias de resolução.

De acordo com Biembengut e Hein (2014), a modelagem deve ser compreendida como uma estratégia de ensino que aproxima o aluno da realidade e o coloca em posição ativa no processo de aprendizagem. Essa perspectiva se concretizou nos seminários, uma vez que os estudantes assumiram o papel de investigadores, buscando compreender o fenômeno antes de formalizá-lo matematicamente.

O uso de *softwares* de geometria dinâmica e de simulação também se mostrou relevante para o processo formativo. Conforme defendem Borba, Scucuglia e Gadanidis (2014), a incorporação das tecnologias digitais ajuda na construção do saber, uma vez que o conhecimento passa a ser produzido na interação entre homem, máquina e matemática. Nesse contexto, os recursos tecnológicos não foram meros instrumentos de ilustração, mas ferramentas epistemológicas que, de alguma forma, implicaram em transformações no modo como os alunos conceberam e exploraram os conceitos matemáticos.

Os licenciandos, ao planejarem, executarem e apresentarem seus seminários, vivenciaram práticas próximas à docência, articularam conteúdo matemático, recursos digitais e estratégias pedagógicas. Desse modo, os seminários sobre aplicações de EDOs evidenciaram que a integração entre uso de tecnologias digitais e ensino de matemática contribui positivamente para a formação inicial docente. Metodologias que fazem essa integração se propõem a promover o desenvolvimento de percepções sobre o papel da matemática e das tecnologias na educação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo buscou analisar como o uso de softwares contribui para o ensino de equações diferenciais na formação inicial de professores de Matemática. A partir dos seminários realizados, observou-se que o uso de tecnologias digitais favoreceu uma compreensão mais profunda dos conceitos e a visualização de fenômenos em sistemas oscilatórios e circuitos elétricos.

Os resultados indicam que a articulação entre teoria e prática a partir do uso tecnologias permite aos licenciandos relacionar equações diferenciais com situações reais, ampliando a autonomia e fortalecendo a reflexão sobre o ensino.

Portanto, a integração entre tecnologia e formação docente pode vir a constituir positivamente para licenciando e o ensino de matemática, a medida que fornece recurso e ferramentas que podem ser replicadas na educação básica. O que a longo prazo pode trazer melhorias e mudança na aprendizagem dos estudantes.

AGRADECIMENTOS

Ao Grupo Interdisciplinar de Pesquisa em Ensino e Aprendizagem (GIPÉA) e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) *campus Cedro*.

REFERÊNCIAS

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Contexto, 2002.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem Matemática no ensino**. São Paulo, SP: Contexto, 2014.

BORBA, M. C.; SILVA, R. S. R.; GADANIDIS, G. **Fases das Tecnologias Digitais em Educação Matemática**: sala de aula e internet em movimento. Belo Horizonte: Autêntica, 2014.

BRASIL. **Edital Capes nº 06/2018**. Programa de Residência Pedagógica. Disponível em: <https://uab.capes.gov.br/images/stories/download/editais/01032018-Edital-6-2018-Residencia-pedagogica.pdf>. Acesso em: 24 abr 2023.

BRASIL. **Edital nº 1 do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID)**. Brasília, DF: MEC/CAPES/FNDE, 2007. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/edital-pibid-pdf>. Acesso em: 29 out. 2025.

BRASIL. **Portaria nº 38, de 28 de fevereiro de 2018**. Institui o Programa de Residência Pedagógica. Diário Oficial da União, Brasília, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/28022018-portaria-n-38-institui-rp-pdf>. Acesso em: 23 jun 2023.

BRASIL. **Portaria nº 38, de 28 de fevereiro de 2018**. Institui o Programa de Residência Pedagógica. Disponível em: https://uab.capes.gov.br/images/stories/download/legislacao/28022018-Portaria_n_38-Institui_RP.pdf

BRASIL. **Resolução CNE/CP nº 4, de 29 de maio de 2024**. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial em Nível Superior de Profissionais do

Magistério da Educação Escolar Básica. Brasília: MEC, 2024. Disponível em:
<https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/resolucoes-cp-2024>. Acesso em: 29 out. 2025

DURKHEIM, É. **Educação e Sociologia**. São Paulo: Melhoramentos, 1978.

FIORENTINI, D. LORENZATO, S. **Investigação em Educação Matemática:** percursos teóricos e metodológicos. Campinas: Autores Associados, 2012.

GATTI, B. A.; BARRETO, E. S. S.; ANDRÉ, M. E. D. A.; ALMEIDA, P. C. A. **Professores do Brasil: novos cenários de formação**. Brasília: UNESCO, 2019.

LORENZATO. S. **Para aprender matemática**. Campinas: Autores Associados, 2006.

NACARATO, A. M.; MENGALI, B. L. S.; PASSOS, C. L. B. **A matemática nos anos iniciais do ensino fundamental: tecendo fios do ensinar e do aprender**. Belo Horizonte: Autêntica, 2009.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO DESENVOLVIMENTO ECONOMICO. *Education at a Glance 2025*: Brazil. Disponível em:
https://www.oecd.org/en/publications/education-at-a-glance-2025_1a3543e2-en-brazil_d42263a0-en.html#section-d1e89. Acesso em: 29 out. 2025

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO DESENVOLVIMENTO ECONOMICO. *PISA 2022 Results (Volume I and II): Country Notes – Brazil*. ParECONOMICO. blishing, 2023. Disponível em: https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i-and-ii-country-notes_ed6fbcc5-en/brazil_61690648-en.html. Acesso em: 29 out. 2025

PIMENTA, S. G. Professor reflexivo: construindo uma crítica. In: PIMENTA, S. G.; GHEDIN, E. (org.). **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. São Paulo: Cortez, 2010.

SAVIANI, D. **Pedagogia Histórico-Crítica**: primeiras aproximações. Campinas: Autores Associados, 2008.