



Episódios de resolução de tarefas em aulas de Cálculo: uma análise das contribuições em cursos de Engenharia

Arnold Vinicius Prado **Souza**
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
Brasil
arnoldvinicius@alunos.utfpr.edu.br

André Luis **Trevisan**
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
Brasil
andreluistrevisan@gmail.com

Giane Fernanda Schneider **Gross**
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
Brasil
giane.fer@gamil.com

Resumo

Utilizando um Mapeamento Sistemático (MS) das dissertações desenvolvidas no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática (PPGMAT) de uma universidade pública brasileira, este estudo objetivou verificar contribuições evidenciadas nas propostas de trabalho com episódios de resolução de tarefas para a aprendizagem dos estudantes que cursam Cálculo Diferencial e Integral (CDI), no que tange às competências e habilidades almejadas para o futuro engenheiro. De caráter qualitativo, o estudo analisou pesquisas publicadas entre os anos 2017 e 2022 que se remetessem ao trabalho com tarefas de natureza exploratória em aulas de CDI em cursos de Engenharia. Nos resultados, destacaram-se possibilidades de os estudantes trabalharem de forma colaborativa, envolvendo-se em discussões matemáticas, resolvendo tarefas e, assim, contribuindo para o desenvolvimento do seu Raciocínio Matemático (RM).

Palavras-chave: Educação Matemática; Ensino de Cálculo Diferencial e Integral
Tarefas Exploratórias; Educação em Engenharia.

Introdução

Nos últimos anos, tem-se notado que as taxas de evasão nos cursos de Engenharia no Brasil têm crescido exponencialmente. Segundo o Parecer CNE/CES nº1/2019 (Brasil, 2019), esse crescimento chega a atingir 50% nas graduações de ofertas de alguma Engenharia. Percebe-se ainda que a evasão ocorre principalmente nos dois primeiros anos do curso, quando o recém-chegado à universidade precisa cursar disciplinas de Matemática, como Cálculo Diferencial e Integral (CDI), Geometria Analítica e Álgebra Linear, e reprovações sucessivas podem levar o estudante a abandonar o curso. Essas disciplinas devem contribuir para o desenvolvimento de processos de raciocínio necessários à formulação e solução de problemas de diversas áreas, à análise e compreensão de fenômenos e sua validação por experimentação e à comunicação eficaz, oral, escrita e gráfica (Brasil, 2019). Em especial, o CDI, nosso foco de interesse neste artigo, constitui-se como uma importante ferramenta capaz de desenvolver critérios essenciais para a interpretação e resolução de problemas do cotidiano profissional (Guimarães, 2019).

Entretanto, além da defasagem no conhecimento matemático prévio dos estudantes (Ghedamsi & Lecorre, 2021), a estrutura didático-pedagógica dos cursos de Engenharia, na qual prevalece ainda uma metodologia de ensino tradicional que prioriza aulas expositivas e centradas no professor (Cabral, 2015), contribuem para a reprovação nas disciplinas citadas anteriormente e a evasão no curso.

O movimento atual de renovação dos modelos de curso de Engenharia no Brasil propõe um curso onde os estudantes consigam se adaptar às novas realidades globais, com metodologias de ensino mais modernas e a formação por meio de competências que supram as necessidades de mercado. Por um lado, destaca-se das novas Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação em Engenharia (DCN-Eng) (Brasil, 2019) que se deve proporcionar, ao longo da formação, o desenvolvimento de competências relacionadas à formulação e concepção de soluções criativas, bem como o uso de técnicas adequadas. Por outra, apontam também o desenvolvimento de competências mais amplas, envolvendo aspectos relacionados à comunicação, trabalho em equipes e atitude investigativa. Assim, estimula-se a formação de um profissional que, além da “forte formação técnica”, seja também humano, crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético.

Pesquisas desenvolvidas no âmbito do ensino da Matemática apontam que abordagens de ensino promissoras são aquelas em que os estudantes trabalham de forma, envolvendo-se em discussões matemáticas, resolvendo tarefas de natureza exploratória. Assim, a constituição de ambientes de ensino e de aprendizagem com tais características assume importância singular no contexto do ensino em Engenharia e, há alguns anos, têm sido implementadas na (nome da universidade omitido), e investigadas no âmbito do grupo de pesquisas da qual os autores deste artigo participam (trabalhos anteriores dos autores omitidos).

A intenção dessa proposta, é apontar, a partir de dissertações já desenvolvidas no âmbito deste grupo de pesquisa, contribuições evidenciadas a partir dessa proposta de trabalho para a aprendizagem dos estudantes que cursam CDI. Trata-se de um recorte inicial da pesquisa de doutorado do primeiro autor, sob orientação do segundo, que almeja, a partir do estudo desses trabalhos, apontar articulações dessa proposta de trabalho com o desenvolvimento de

competências e habilidades preconizadas pelas DCN-Eng (Brasil, 2019). Sendo assim, busca-se responder a seguinte questão: quais contribuições evidenciadas a partir do trabalho com episódios de resolução de tarefas para a aprendizagem com estudantes que cursam a disciplina de CDI em cursos de Engenharia?

Procedimentos metodológicos

Para análise, utilizou-se do mapeamento sistemático (MS), seguindo uma abordagem qualitativa tal como propõe Motta (2021). Para o autor “a realização de pesquisas que possuem como característica uma investigação bibliográfica ou documental, mostram-se cada vez mais relevantes e eficientes na identificação de base de dados para uma produção acadêmica” (p.21). O MS proposto por Motta (2021) indica a necessidade de organizá-lo em “quatro fases distintas, recursivas e não desconexas, que são: planejamento, condução, descrição e apresentação” (p.28). Para este mesmo autor, a fase de planejamento é estruturada em seis etapas, no entanto por se tratar de uma pesquisa com dissertações já direcionadas estabeleceu-se o uso de 5 etapas, e já relacionadas aos procedimentos adotados no presente estudo, descritas a seguir:

Etapa I: Estudo de viabilidade e escopo. Constituiu na elaboração de justificativas para a relevância dessa pesquisa, apresentadas na introdução deste artigo.

Etapa II: Definição da questão de pesquisa, também apresentada ao final da seção anterior.

Etapa III: Definição das bases de dados. A base de dados utilizada foi o Repositório da Universidade (nome omitido), no qual estão disponibilizadas todas as dissertações defendidas no Programa de Pós-Graduação em ensino de Matemática (PPGMAT) da (nome da universidade omitido). A busca foi realizada desde 2017, quando foram defendidas as primeiras dissertações no Programa, até 2022.

Etapas IV e V: Definição dos descritores e operadores booleanos de busca e critérios de seleção. Como já se tratava de uma pesquisa direcionada ao “Ensino de Cálculo Diferencial e integral”, resultou em 6 dissertações apresentadas no Quadro 1. Esses trabalhos, tiveram como intenção comum, minimizar a defasagem de conceitos matemáticos, apresentada por estudantes (Ghedamsi & Lecorre, 2021), em aulas de cálculos, nos cursos de Engenharia, fazendo uso de episódios de resolução de tarefas. Tratando-se de um estudo inicial, buscou-se analisar quais contribuições que cada uma dessas pesquisas, resultaram para a área de ensino de Matemática ao fazer uso de diferentes abordagens, utilizando episódios de tarefas para ensinar e aprofundar conceitos de CDI.

Quadro 1
Apresentação das dissertações analisadas.

Ano	Autor	Título do Trabalho
2017	Fonseca, M. O. dos. S. da	Dissertação: Proposta de tarefas para um estudo inicial de derivadas.
2017	Ramos, N. S	Dissertação: Sequências numéricas como desencadeadoras do conceito de convergência: Episódios de resolução de tarefas.
2018	Gonçalves, W. J	Dissertação: Raciocínio covariacional em aulas de Cálculo diferencial e integral: possibilidades de desenvolvimento a partir do uso de tarefas.
2021	Alves, R. M. de. A.	Dissertação: Análise de um processo avaliativo alinhado a um ambiente de ensino e de aprendizagem de cálculo pautado em episódios de resolução de tarefas em aulas de CDI.
2022	Volpato, M. A	Dissertação: Ações do professor para promoção do raciocínio matemático em momentos de discussão coletiva em aulas de Cálculo.
2022	Negrini, M. V	Dissertação: Processos de raciocínio matemático mobilizados por estudantes de Cálculo Diferencial e Integral em tarefas exploratórias.

Fonte: Autores (2023)

Alguns resultados

Por se tratar de um recorte inicial de uma pesquisa de Doutorado, encontrou-se nas dissertações como resultados, algumas contribuições evidenciadas a partir da proposta de trabalho com episódios de resolução de tarefas para a aprendizagem dos estudantes que cursam CDI.

Na dissertação de Fonseca (2017), trabalhou-se com tarefas matemáticas para introduzir intuitivamente ideias relacionadas ao conceito de derivada em turmas de Engenharia. Os resultados indicaram oportunidades oferecidas aos estudantes para exploração das ideias necessárias iniciais para compreensão de derivada no sentido de entendimento do conceito, do processo e também de suas aplicações. Porém observou-se que os estudantes não estão habituados com estudos investigativos, mas são acostumados com tarefas que utilizem algoritmos que levem a uma única resposta. No entanto, pode-se notar indícios de aprendizagem de derivados, em momentos que os estudantes manipularam e exploraram itens necessários para a compreensão desse conceito, como: sequência de diferenças e quociente de diferenças (taxa de variação média e instantânea), na qual de forma intuitiva estabeleceram o conceito de derivada em um ponto. Nessa proposta criou-se um caderno de tarefas para professores da disciplina de CDI, com sugestão de tarefas para anteceder o conceito inicial de derivadas, contribuindo assim para um ambiente de aprendizagem pautado em episódios de resolução de tarefas.

Ramos (2017), elaborou uma sequência de tarefas para o estudo inicial de sequências numéricas e critérios de convergência, como ideias desencadeadoras do conceito de limite no

infinito. A autora destaca momentos de pró-atividade do estudante na elaboração e desenvolvimento de conceitos, partindo de resolução de tarefas, também interação e liberdade de expressar estratégias de resolução. Pode-se ainda observar que na proposta houve mudança de atitude docente e discente. Destaca-se ainda que o simples fato de ensinar isoladamente não garante a aprendizagem dos estudantes, a garantia ocorre quando existe interação na elaboração de novos conhecimentos. As tarefas propostas nesse estudo, proporcionaram um processo de construção, onde conceitos centrais da disciplina foram estruturados em conjunto com estudantes e docentes. Esse estudo trouxe potencialidades para o curso de CDI e dessa proposta elaborou-se um caderno de tarefas que circunscrevem o conceito de convergência e um material de apoio aos estudantes.

Gonçalves (2018) explora em seu estudo o Raciocínio Covariacional (RC) por meio de episódios de resolução de tarefas. O objetivo foi desvelar ideias do RC mobilizadas durante as discussões coletivas desencadeadas pelo trabalho com tarefas matemáticas. Buscou-se ainda identificar o potencial das tarefas em termos de fomentar discussões que envolviam ideias do RC, usando para tal um modelo analítico de sete fases interativas utilizado para estudar aspectos do RC. Nas observações do autor pode-se notar que, em vários momentos, falta de articulação das tarefas com ideias de CDI, que os estudantes estavam trabalhando no semestre da aplicação da proposta, pois em muitos casos esse conhecimento matemático proposto em cálculo não tinha relação com o que foi desenvolvido no ensino médio. Notou-se que os estudantes verbalizavam compreensões referente à situação proposta, reconhecendo a covariação entre as grandezas envolvidas. Entretanto, falhavam nas representações, ou não foram capazes de estabelecer relações explícitas entre ideias do RC e conceitos do CDI, o que indicou a necessidade de reformulação de várias tarefas. Como proposta foi desenvolvido um caderno de atividades, com tarefas escolhidas/pensadas de modo a mobilizar durante sua resolução múltiplas representações do conceito de função (linguagem natural, gráfico, tabelas, expressões algébricas) no viés do RC.

Alves (2021) fez uma análise de uma proposta de avaliação alinhada com ambientes pautados em episódios de resolução de tarefas. A pesquisa se propôs a analisar um processo avaliativo, articulando uma avaliação que oportunizasse a aprendizagem e uma avaliação somativa. A proposta em tela contou com momentos formais de avaliação, por meio de provas realizadas com diferentes configurações (individual, em grupo, com e sem consulta, com e sem uso de recursos tecnológicos, além da organização de um portfólio ao longo do semestre. As análises foram realizadas a partir da produção escrita e diálogos dos estudantes nesses vários momentos. A autora constatou uma articulação da produção devido aos instrumentos que foram elaborados. Nesse processo avaliativo destacaram-se características como: apresentação de uma natureza educativa e didática da avaliação, sua articulação ao cumprimento da ementa da disciplina, uso de vários instrumentos para avaliar. Pode-se ainda observar que espaços de aprendizagem utilizando episódios de tarefas podem possibilitar que os estudantes criem, construam e deem exemplos de um problema envolvendo um conteúdo específico, que também ocorra a iteração entre os estudantes, possibilitando um trabalho em grupo que destaque a solidariedade, a socialização, o espírito de trabalho coletivo, a troca e a ressignificação de conhecimentos. A autora, propõe um material de modo a auxiliar professores que atuam com a disciplina de CDI, a pensar de forma diferenciada os processos avaliativos da disciplina, possibilitando uma mudança na maneira de pensar, elaborar e aplicar as avaliações com seus estudantes.

A dissertação de Volpato (2022) propôs-se investigar o Raciocínio Matemático (RM) no Ensino Superior, com foco nas ações docente que contribuem para seu desenvolvimento, articulado às discussões coletivas de estudantes e o trabalho com tarefas de natureza exploratórias. Apontou-se que, a partir das ações do professor, houve a oportunidade dos estudantes de expressarem e (re) elaborarem conjecturas e justificativas; também, refletirem seus argumentos de maneira criativa, fortalecendo assim seu raciocínio, fazendo-os pensar, compreender ideias matemáticas e também reconhecer aplicações dos conceitos. Nesse contexto, elaborou-se um caderno com orientações ao professor sobre a promoção de discussões matemáticas, como forma de ilustrar ações do professor para o desenvolvimento do RM.

Por fim, Negrini (2022) analisa processos de raciocínio mobilizados por estudantes em discussões realizadas em pequenos grupos a partir de uma tarefa de natureza exploratória. Seus dados foram protocolos contendo registros escritos das discussões e áudios das discussões nesses pequenos grupos. Os resultados obtidos evidenciaram um movimento cíclico, com avanços e recuos, de raciocinar sobre relações matemáticas e desenvolver afirmações. Em alguns momentos, esse movimento culminou com o estender, para situações mais gerais, as regularidades observadas em casos particulares (generalizar). Observou-se ainda que a utilização de episódios de tarefas, em aulas de CDI, pode levar os estudantes a explorar intuitivamente e organizar matematicamente situações que conduzem à elaboração de conjecturas e generalizações, bem como a busca por justificativas. Os resultados contribuem ainda para o desenvolvimento do RM. Como proposta para a comunidade a autora organizou um material destacando alguns aspectos relacionados aos processos de RM mobilizados por estudantes a partir do trabalho com uma tarefa de natureza exploratória.

Sendo assim, pode-se observar alguns pontos comuns iniciais, nessa primeira análise de dissertações, conforme destacado na Figura 1.

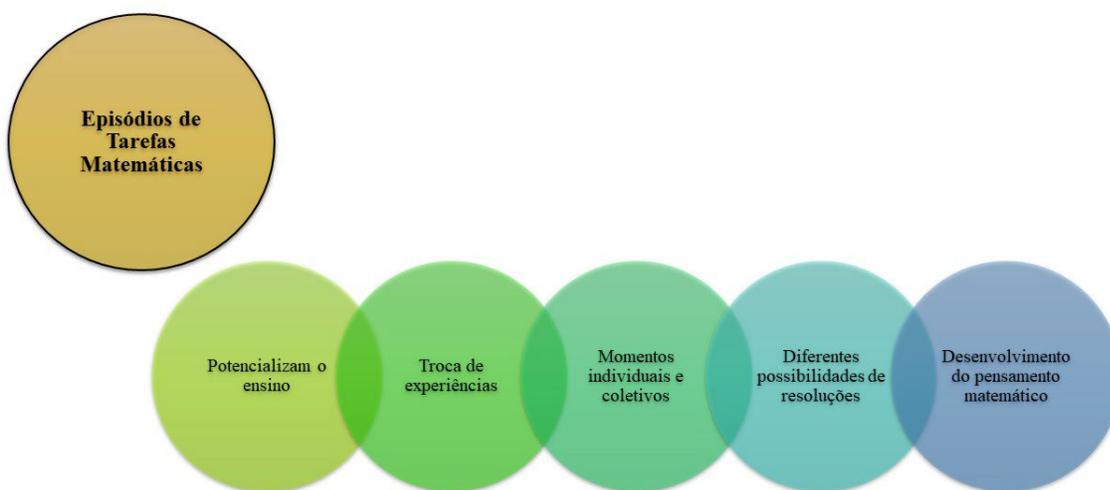


Figura 1. Logo CIAEM-IACME.

Ao considerar as 6 dissertações estudadas verificou-se algumas contribuições para o trabalho com episódios de tarefas matemáticas a partir do seu potencial para o ensino, promovendo a troca de experiências entre docentes e discentes. Desse modo, oportunizam

momentos individuais e coletivos entre estudantes, promovendo o reconhecimento de outras possibilidades de resolver uma mesma tarefa a partir dos conhecimentos e experiências. No decorrer dos episódios as pesquisas pontuam o desenvolvimento do pensar matematicamente, envolvendo o pensamento crítico, criativo e o RM.

Conclusões

Com objetivo futuro de investigar o desenvolvimento de competências e habilidades preconizadas pelas DCN-Eng (Brasil, 2019), este trabalho procurou, a partir de um MS, apontar, a partir de dissertações desenvolvidas no âmbito do PPGMAT, contribuições evidenciadas a partir da proposta de trabalho com episódios de resolução de tarefas para a aprendizagem dos estudantes que cursam CDI.

Os resultados apontam que a possibilidade de os estudantes trabalharem de forma colaborativa, envolvendo-se em discussões matemáticas, resolvendo tarefas de natureza exploratória, contribuindo para o desenvolvimento do seu RM. Com exceção do trabalho de Alves (2021), que focou em aspectos relacionados à avaliação, os demais trabalhos analisados traziam propostas de tarefas de natureza aberta, que possibilitavam aos estudantes explorar de forma intuitiva conceitos que ainda eram “novos” para eles (convergência de sequências numéricas, limite no infinito, derivada em um ponto, concavidade do gráfico de uma função). Em especial, puderam raciocinar sobre relações matemáticas, desenvolver conjecturas e elaborar justificativas envolvendo esses diferentes conceitos.

No âmbito das DCN-Eng (Brasil, 2019b), destaca-se que o curso deve proporcionar, ao longo da formação, o desenvolvimento de competências relacionadas à formulação e concepção de soluções criativas, bem como o uso de técnicas adequadas. Também, o desenvolvimento de competências mais amplas, envolvendo aspectos relacionados à comunicação, trabalho em equipes e atitude investigativa. Assim, estimula-se a formação de um profissional que, além da forte formação técnica, seja também humano, crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético. O desenvolvimento tanto de competências mais técnicas quanto outras mais gerais apresenta interface direta com os resultados inferidos a partir da proposta de episódios de resolução de tarefas que temos desenvolvido na (nome da universidade omitido).

Referências e bibliografia

- Alves, R. M. D. A. (2021). *Análise de um processo avaliativo alinhado a um ambiente de ensino e de aprendizagem de cálculo pautado em episódios de resolução de tarefas*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, PR, Brasil. Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (RIUT) <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/25681>
- Brasil, Ministério da Educação (2019a). *Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, Brasília, Brasil*. Edição 89. Seção 1, p. 43, 2019
- Brasil, Conselho Nacional de Educação (2019b). *Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia*. Parecer CNE/CES nº 1/2019. Homologação publicada no DOU de 23/04/2019, Seção 1, p. 109. Recuperado de <http://portal.mec.gov.br/docman/marco-2019-pdf/109871-pces001-19-1/file>

- Cabral, T. C. B. (2015). Metodologias Alternativas e suas Vicissitudes: ensino de matemática para engenharias. *Perspectivas Da Educação Matemática*, 8(17). Recuperado de <https://periodicos.ufms.br/index.php/pedmat/article/view/1397>
- Fonseca, M. O. D. S. D. (2017). *Proposta de tarefas para um estudo inicial de derivadas*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, PR, Brasil. Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (RIUT) <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2499>
- Gonçalves, W. J. (2018). *Raciocínio covariacional em aulas de Cálculo Diferencial e Integral: possibilidades de desenvolvimento a partir do uso de tarefas*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, PR, Brasil. Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (RIUT) <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3537>
- Guimarães, G. G. (2019). Novas tendências de aprendizagem em engenharia: o aluno como protagonista na produção do conteúdo curricular na disciplina de cálculo diferencial e integral. *Revista de ensino de engenharia*, 38(1). p. 81-91, ISSN 2236-0158 – DOI: 10.5935/2236-0158.20190008
- Ghedamsi, I., & Lecorre, T. (2021). Transition from high school to university calculus: a study of connection. *ZDM– Mathematics Education*, 53(3), 563-575. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01262-1>
- Motta, M. S. (2021). Inovação no conhecimento científico por meio de pesquisas inventariantes: uma proposta de percurso metodológico para a realização de um Mapeamento Sistemático de Literatura. In: Motta, M. S & Kalinke, M. A. *Inovações e Tecnologias Digitais na Educação: uma busca por definições e compreensões*. Campo Grande: Editora Life.
- Negrini, M. V. (2022). *Processos do raciocínio matemático mobilizados por estudantes de cálculo diferencial e integral em tarefas exploratórias* (Dissertação de Mestrado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, PR, Brasil. Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (RIUT) <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/29810>
- Ramos, N. S. (2017). *Sequências numéricas como desencadeadoras do conceito de convergência: episódios de resolução de tarefas* (Dissertação de Mestrado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, PR, Brasil. Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (RIUT) <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3045>
- Volpato, M. A. (2022). *Ações do professor para promoção do raciocínio matemático em momentos de discussão coletiva em aulas de cálculo* (Dissertação de Mestrado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, PR, Brasil. Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (RIUT) <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/28931>