

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXI Jornada de Pesquisa

ENSINO E APRENDIZAGEM DE CÁLCULO – MAPEAMENTO DE TESES E DISSERTAÇÕES¹

Raquel Taís Breunig², Cátia Maria Nehring³.

¹ Trabalho de Pesquisa desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Educação nas Ciências – Mestrado – UNIJUI.

² Mestre em Educação nas Ciências; Membro do Grupo de Estudo em Educação Matemática – GEEM; Professora do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias/UNIJUI; Professora de Matemática de Escola Pública Estadual; Assessora Pedagógica de Matemática/36 CRE; raqueltaisb@yahoo.com.br

³ Professora do Programa de Pós-Graduação em Educação nas Ciências – UNIJUI; Pesquisadora do Grupo de Estudos em Educação Matemática – GEEM, Professora do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias/UNIJUI; catia@unijui.edu.br

Introdução

Este trabalho é um recorte da pesquisa de Mestrado da primeira autora, com orientação da segunda. Esta tem como objetivo analisar os processos de mediação docente e os registros de representação evidenciados na prática de ensino de um professor do Ensino Superior, considerando o conceito de limite na disciplina de Cálculo I, que compõe o núcleo comum dos cursos de Engenharia. A análise foi subsidiada pela teoria da Mediação, desenvolvida por Vigotsky, e pela Teoria dos Registros de Representação Semiótica, proposta por Duval. De acordo com esses autores, o papel do professor é criar condições de aprendizagem conceitual por parte dos discentes. Para isso é importante que, em sua mediação, o professor considere os diferentes Registros de Representação Semiótica dos objetos matemáticos. Considerando esta problemática foi feito um mapeamento de teses e dissertações brasileiras no portal da CAPES, de 2002 a 2011, que enfatizam o ensino e a aprendizagem de Cálculo no Ensino Superior em cursos de Engenharia. Grande parte dos estudos enfatiza a aprendizagem, apontando principalmente as dificuldades de conceitos matemáticos de Cálculo nos cursos de Engenharia e não o processo de ensino do professor. Esta constatação subsidiou a intenção e a importância da pesquisa, de analisar as ações docentes no ensino de Limite em uma turma de Cálculo I, de uma universidade.

Metodologia

O procedimento metodológico que subsidiou a delimitação do problema da pesquisa ocorreu a partir de um enfoque bibliográfico. Esse caminho possibilitou definir a problemática da pesquisa, bem como o seu entendimento e avanços na área. Com o intuito de sustentar a escolha temática, foi feito um mapeamento a partir da busca por teses e dissertações brasileiras realizadas no período de 2002 a 2011, que poderiam contribuir para o desenvolvimento da pesquisa. O mapeamento dessas fontes foi realizado com base no Banco de Teses da Capes (Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – BDTD), nos níveis de Doutorado, Mestrado e Mestrado Profissionalizante, considerando os seguintes descritores: Ensino, Limite, Cálculo; Matemática, Ensino Superior; Matemática, Engenharias. O levantamento possibilitou identificar um número aproximado de pesquisas realizadas no Brasil, que transitam pelo Ensino da Matemática nos cursos de Engenharia,

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXI Jornada de Pesquisa

e perceber se este é um campo de pesquisa relevante, que ainda necessita ser explorado, bem como definir o que precisa ser ampliado.

A leitura dos títulos, dos resumos e das palavras-chaves, possibilitou organizar uma primeira listagem dos trabalhos (pré-seleção) reconhecendo os que têm como foco o Ensino de Matemática no Ensino Superior, especificamente em cursos de Engenharia. Após, realizou-se a leitura e análise de cada um dos estudos nos quais se identificou o foco da pesquisa, os procedimentos metodológicos, o referencial teórico e os resultados, destacando os aspectos relevantes da pesquisa, bem como as questões deixadas em aberto nas pesquisas realizadas neste período. Este último movimento possibilitou identificar as pesquisas que têm como foco o Ensino de Matemática no Ensino Superior em cursos de Engenharia, destacando o Ensino de Cálculo e o Conceito de Limite. A partir dos processos de seleção identificaram-se nove trabalhos que possuem este foco de pesquisa. Considerando os descritores iniciais da pesquisa destacou-se que em alguns estudos esse foco foi identificado em todos ou em parte dos descritores, enquanto em outros ele constou em apenas um deles.

Resultados e Discussão

A partir do mapeamento das pesquisas brasileiras que enfocam o Ensino de Matemática no Ensino Superior, nos cursos de Engenharia, considerando o ensino de Cálculo e o conceito de limite, identificou-se apenas nove pesquisas com foco voltado especificamente ao ensino de Cálculo em cursos de Engenharia, no período de 2002 a 2011. Ao focar as investigações realizadas pelas pesquisas percebe-se que é possível quantificá-las, considerando a temática da pesquisa inserida no contexto do Ensino Superior, com ênfase no Cálculo em cursos de Engenharia.

Quatro pesquisas visam identificar as concepções discentes inerentes aos conceitos de cálculo na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral (ROSA, 2011; CELESTINO, 2008; OLIVEIRA, 2006; ARAÚJO, 2002). Três pesquisas enfatizam as concepções e práticas docentes a partir da abordagem conceitual do cálculo em livros didáticos na prática de ensino e o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) (VAZ, 2010; MARIN, 2009; SOUZA, 2008). As experiências de ensino, envolvendo propostas de ensino que visam à aprendizagem conceitual significativa do cálculo por parte dos discentes são abordadas em duas pesquisas (ROCHA, 2010; BARROSO, 2009). A partir disto, nos parágrafos seguintes discutiremos estas problemáticas.

Pesquisas realizadas no período de 2002 a 2011 que abordam o ensino de Cálculo em cursos de Engenharia

Os estudos “Cálculo, Tecnologias e Modelagem Matemática: as discussões dos alunos”, tese de Doutorado da pesquisadora Araújo (2002), bem como a dissertação do Mestrado Profissionalizante, de Oliveira (2006), “Dificuldades na Construção de Gráficos de Funções”, foram identificados apenas nos descritores Matemática-Engenharia. A dissertação de Mestrado realizada pela pesquisadora Souza (2008), “A Matemática na Engenharia Mecânica na UFES”, destacou-se nos descritores Matemática-Engenharias e Matemática-Ensino Superior. O estudo “Concepções sobre Limite: imbricações entre obstáculos manifestos por alunos do Ensino Superior”, tese de Doutorado de Celestino (2008), foi identificado nos três descritores (Ensino-Limite-Cálculo; Matemática-Ensino Superior; Matemática-Engenharias).

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXI Jornada de Pesquisa

O trabalho de Araújo (2002) procura identificar que discussões ocorrem, e como ocorrem, em um ambiente de ensino e aprendizagem de Cálculo, utilizando a Modelagem Matemática e as tecnologias informáticas, em uma turma de Cálculo Diferencial e Integral I, do curso de Engenharia Química. Focando nas ações dos discentes e docentes e uma entrevista semiestruturada com grupos de discentes observa-se a importância de elaborar um projeto de Modelagem Matemática levando em conta os interesses dos discentes. Estes tiveram maior dificuldade em utilizar a Modelagem Matemática do que o computador. É importante que o professor desafie, instigue e auxilie os discentes no decorrer do desenvolvimento do Projeto, buscando estabelecer um cenário de investigação. A Modelagem Matemática aliada ao uso das Tecnologias Informáticas, se propostas com intencionalidades, possibilitam que a sala de aula se torne um ambiente de ensino e aprendizagem, pois há a possibilidade de discussões sobre o papel da Matemática.

Oliveira (2006) tem como objetivo identificar as dificuldades dos discentes de Cálculo I no curso de Engenharia quanto ao ato de traçar gráficos, a evolução das habilidades e dificuldades apresentadas no decorrer da disciplina. Para o levantamento de dados foi feito um teste de sondagem na primeira aula de Cálculo I do curso de Engenharia Civil, buscando identificar o conhecimento dos discentes em relação à construção dos gráficos de funções. A segunda fase foi caracterizada pelo desenvolvimento de 15 aulas, nas quais foi feito o estudo de funções, seguido da apresentação da noção de limite, continuidade e derivada. Foram feitas também três avaliações, considerando, sequencialmente, o esboço do gráfico de funções e o cálculo da área de uma figura plana delimitada por funções. A sequência de atividades propostas considerando a representação gráfica das funções possibilitou avanço nas concepções dos discentes. Estes conseguiram realizar a conversão entre os registros, escrito, numérico e gráfico, bem como no sentido contrário, demonstrando que ocorreu a compreensão conceitual de função.

Souza (2008) identifica a trajetória, bem como as mudanças que ocorreram nas disciplinas de Matemática do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Espírito Santo, no decorrer de 40 anos (1966 a 2006). Entrevistou quatro professores que atuaram e atuam no curso de Engenharia Mecânica e quatro Engenheiros que cursaram Engenharia na Universidade. Poucas alterações ocorreram nas disciplinas de matemática no decorrer dos 40 anos, que poderiam ter contemplado uma maior relação com as disciplinas técnicas. As avaliações possuem uma ênfase pontual, pouco considerando a aprendizagem dos discentes, porém alguns professores buscavam modificar suas avaliações, a fim de promover a aprendizagem. A prática docente do professor teve mudanças perceptíveis, considerando o foco voltado ao desenvolvimento e aprendizagem dos discentes e a aplicação da matemática em disciplinas técnicas, modificando a postura de professor transmissor para professor orientador e mediador do conhecimento.

Celestino (2008) busca identificar as concepções de Limite por parte dos discentes de Engenharia Elétrica, de forma a contribuir no planejamento das aulas dos professores de Cálculo. O desenvolvimento da pesquisa ocorreu com discentes do quinto semestre de Engenharia Elétrica, que já estudaram limite de uma função. A partir do desenvolvimento de sete questões, foram considerados os obstáculos e concepções dos sujeitos, e feita uma análise estatística, com o auxílio do software Classificação Hierárquica, Implicativa e Coesiva (CHIC).

Existem obstáculos em relação ao conceito de limite ser atingido ou não, “[...] associar a convergência com monotonicidade e movimento” (CELESTINO, 2008, p. 163) e com relação ao símbolo “lim” e que os significados dos termos cotidianos influenciam as percepções dos discentes

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXI Jornada de Pesquisa

no contexto matemático. O primeiro obstáculo é considerado epistemológico, o segundo, relacionado ao movimento físico e ao símbolo, ocorrendo devido os discentes admitirem que o limite de uma sequência se aproxima de L , não identificando que o “limite é” e a “função se aproxima”. O terceiro obstáculo se refere aos significados diferenciados existentes entre o cotidiano e o contexto matemático, considerando termos como: “tende para”, “converge”, “se aproxima”.

Nos descritores Ensino-Limite-Cálculo e Matemática-Engenharias destacou-se a tese de Doutorado de Barroso (2009), “Um Modelo de Ensino dos Conceitos de Cálculo para os Cursos de Engenharia Fundamentado em uma Epistemologia Histórica e Baseado na Metodologia da Engenharia Didática: validação por meio do conceito de integral”. E nos descritores Ensino-Limite-Cálculo e Matemática-Ensino Superior a dissertação de Mestrado “Professores de Matemática que Usam a Tecnologia de Informação e Comunicação no Ensino Superior”, realizada por Marin (2009). A dissertação de Mestrado Profissionalizante realizada por Rocha (2010), “Desenvolvendo Atividades Computacionais na Disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I: estudo de uma proposta de ensino pautada na articulação entre a visualização e a experimentação”, foi identificada no descritor Ensino-Limite-Cálculo.

O trabalho de Barroso (2009) enfatiza uma proposta de ensino dos conceitos de Cálculo, contemplando-o, tanto como ferramenta, quanto como objeto, utilizando como base o conceito de integral. A partir da metodologia da Engenharia Didática, a proposta de ensino foi desenvolvida com discentes do curso de Engenharia de Teleinformática, na disciplina de Cálculo Fundamental, no decorrer de três anos. As experimentações focaram diferentes abordagens dos conceitos de Limite, Continuidade, Derivada e Integral, com o programa WIMS (WWW Interactive Multipurpose Server).

A autora conclui que a aprendizagem discente ocorre a partir de todas as metodologias utilizadas, chamando a atenção para a construção do conceito a partir do desenvolvimento de situações voltadas à uma abordagem histórico-epistemológica, utilizando-se das linguagens natural e formal, inserindo neste contexto, o uso do software, que reforçou uma postura ativa e investigativa nos discentes. Propõe a construção do conceito de integral a partir de suas origens até a forma atual, como objeto do saber matemático, perpassando os conceitos de limite, continuidade e derivada.

Marin (2009) busca compreender de que maneira os professores de Cálculo utilizam as TICs em suas aulas. O pesquisador fez uso de uma abordagem qualitativa, composta por um formulário e uma entrevista. O formulário foi desenvolvido com o intuito de obter informações pessoais do professor, tais como tempo de atuação no Ensino Superior, utilização das TICs e cursos em que desenvolvem a disciplina de Cálculo, considerando os conceitos de Funções, Derivada e Integral. Para análise das entrevistas semiestruturadas foi feita a gravação e transcrição. Foram entrevistados 13 professores oriundos de diferentes instituições, tendo em comum a docência na disciplina de Cálculo. O pesquisador conclui que a utilização das TICs no ensino de Cálculo é importante, pois possibilita trabalhar com diferentes representações e o entendimento conceitual na disciplina, chamando a atenção para a necessidade de o professor refletir sobre sua prática em sala de aula.

Rocha (2010) propõe a criação e desenvolvimento de uma proposta de ensino em um ambiente informatizado, com o intuito de oferecer um contexto de experimentação e visualização para a compreensão conceitual de Limite, Derivada e Integral, por parte dos discentes de Engenharia Ambiental, na disciplina de Cálculo. A proposta de ensino foi desenvolvida em 8 aulas, no laboratório de informática, utilizando o software GeoGebra. Foi feita a análise dos diálogos e

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXI Jornada de Pesquisa

interações entre os discentes, buscando identificar as mobilizações de saberes matemáticos, as estratégias e conceitos utilizados. Para que o discente associe os registros gráficos aos registros analíticos e atribua significado ao que está realizando é necessário que o professor realize questionamentos e instigue-os a analisar as diferentes representações no decorrer da utilização do computador. A utilização das TICs possibilita a mobilização de saberes e apropriação dos conceitos de Limite, Derivada e Integral. Isto ocorre, pois exige dos discentes a compreensão conceitual e um diálogo entre os diferentes sujeitos envolvidos.

Destacou-se nos descritores Ensino-Limite-Cálculo e Matemática-Engenharias, a dissertação de Mestrado “Os Conceitos de Limite, Derivada e Integral em Livros Didáticos de Cálculo e na Perspectiva de Professores de Matemática de Disciplinas Específicas em Cursos de Engenharia” realizada pela pesquisadora Vaz (2010). E, por fim, ainda se destacou a dissertação de Mestrado da pesquisadora Rosa (2011), “Aspectos Motivacionais do Cálculo Diferencial e Integral”, nos descritores Matemática-Ensino Superior e Matemática-Engenharias.

A pesquisadora Rosa (2011, p. 15) tem como foco “[...] identificar as motivações e estratégias de estudo e aprendizagem que o aluno traz, ou trazia consigo no primeiro contato com a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral.” Foi feita a elaboração e aplicação de questionário adaptado do Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSQL), dividido em duas seções, uma motivacional e outra de estratégias de aprendizagem, com discentes de Cálculo Diferencial e Integral dos cursos de Engenharia Ambiental e Elétrica e Licenciatura em Matemática. A aplicação do questionário ocorreu em dois momentos, no início e no final do segundo semestre de 2010. As questões que deram corpo ao questionário envolviam conteúdos inerentes ao Cálculo Diferencial e Integral, desde o conceito de função até de integral, e perguntas pessoais considerando o interesse pelo Cálculo. Identificou que os discentes creem em sua capacidade de aprender e que o gerenciamento do tempo de estudo pode interferir no desempenho e aprendizagem. Para tanto é importante o professor orientar os discentes e ser mediador, potencializando estratégias de ensino a partir das características dos discentes.

Vaz (2010) buscou identificar, como alguns autores de livros didáticos apresentam os conceitos de Cálculo; a abordagem dos conceitos de Limite, Derivada e Integral, realizada pelo professor de Matemática, na sua introdução; e nas disciplinas específicas de Engenharia, que mais utilizam os conceitos matemáticos, como os professores utilizam os conceitos de Cálculo na introdução dos conceitos tecnológicos. A análise documental considerando os Projetos Político-Pedagógicos dos cursos de Engenharia Elétrica, de Produção Civil e de Computação, o Plano de Ensino e livros-texto de Cálculo I, a observação das aulas de dois professores de Cálculo I e dois professores de disciplinas específicas. Estes professores também participaram de uma entrevista semiestruturada e mais um professor somente desta entrevista, totalizando cinco professores. A análise e observação das aulas e das entrevistas semiestruturadas possibilitaram à autora verificar que existe maior ênfase ao tratamento dos registros algébricos no estudo de Limite, Derivada e Integral, e que estes estão presentes constantemente no desenvolvimento de situações-problema. Os livros didáticos, porém, evidenciam uma maior exploração dos registros, gráfico e aritmético.

Conclusões

Verificou-se que a análise da prática docente é realizada apenas a partir de materiais utilizados no ensino do Cálculo, nas concepções docentes evidenciadas em entrevistas semiestruturadas e na

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXI Jornada de Pesquisa

abordagem conceitual do Cálculo. Deixam, contudo, uma lacuna quanto à prática docente em sala de aula, considerando a análise das ações docentes de fato, ou seja, a análise do ensino realizada pelo professor de Cálculo. Estas reflexões instigam a pensar acerca da ação docente, quais são e como ocorrem as ações e mediações docentes para promover esta aprendizagem conceitual do Cálculo, bem como de que maneira os registros de representação se apresentam neste processo, e quais as intencionalidades do professor. Chama-se aqui a atenção para o diferencial proposto na pesquisa, bem como para a análise das ações docentes no processo de ensino.

Diante disto enfatizamos a importância de uma discussão enfocando o conceito de Limite que, de acordo com diversas pesquisas, é um conceito norteador do Cálculo, considerando uma discussão epistemológica, a mediação docente e o processo de aprendizagem a partir dos Registros de Representação Semiótica.

Palavras-chave

Levantamento de Pesquisas; Ensino Superior; Engenharia; Educação Matemática; Cálculo.

Referências bibliográficas

ARAÚJO, Jussara de Loiola. Cálculo, tecnologias e modelagem matemática: as discussões dos alunos. 2002. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

BARROSO, Natália Maria Cordeiro. Um modelo de ensino dos conceitos de Cálculo para os cursos de Engenharia fundamentado em uma Epistemologia Histórica e baseado na metodologia da Engenharia Didática: validação por meio do conceito de integral. 2009. 174 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Teleinformática) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

BREUNIG, Raquel Taís. Coordenação de registros de representação e o processo de mediação docente: conceito de limite em cursos de Engenharia. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação nas Ciências) – Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2015.

CELESTINO, Marcos Roberto. Concepções sobre Limite: imbricações entre obstáculos manifestos por alunos do Ensino Superior. 2008. 208 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2008.

MARIN, Douglas. Professores de matemática que usam a Tecnologia de Informação e a Comunicação no Ensino Superior. 2009. 164 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.

OLIVEIRA, Francisco Canindé de. Dificuldades na construção de gráficos de funções. 2006. 117 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

ROCHA, Marcos Dias da. Desenvolvendo atividades computacionais na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I: estudo de uma proposta de ensino pautada na articulação entre a visualização e a experimentação. 2010. 172 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010.

ROSA, Odiléia da Silva. Aspectos motivacionais do Cálculo Diferencial e Integral. 2011. 117 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Universidade Severino Sombra, Vassouras, 2011.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXI Jornada de Pesquisa

SOUZA, Luana Poltronieri de. A matemática na Engenharia Mecânica na UFES. 2008. 219 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2008.

VAZ, Iêda do Carmo. Os conceitos de Limite, Derivada e Integral em livros didáticos de Cálculo e na perspectiva de professores de Matemática e de disciplinas específicas em cursos de Engenharia. 2010. 176 f. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2010.