

Ensino e Aprendizagem do Cálculo na Engenharia: um mapeamento das publicações nos COBENGES

Eloiza Gomes¹

GD4 – Educação Matemática no Ensino Superior

Resumo: O presente trabalho apresenta um levantamento dos trabalhos publicados, nos últimos cinco anos, nos anais do Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE, que é um evento de discussão sobre a formação do engenheiro e possui diversos trabalhos referentes à Matemática relacionados ao ensino de Cálculo para ingressantes em cursos de Engenharia. Esse levantamento foi motivado por uma pesquisa de doutorado em andamento que pretende discutir questões sobre o ensino de Cálculo em cursos de Engenharia. Assim o primeiro passo foi procurar as principais preocupações dos docentes e das instituições referentes ao tema.

Palavras-chave: cálculo diferencial e integral, engenharia, ensino.

1. Introdução.

Uma das disciplinas que fazem parte da grade curricular de todos os cursos de Engenharia é o Cálculo Diferencial e Integral. Ministrada no início do curso, passa a ser o primeiro contato, para o aluno, com uma Matemática “diferente” daquela que trabalhava no Ensino Médio. Somada às novidades do ser universitário, muitas vezes, a imaturidade e as algumas deficiências trazidas do processo educacional anterior, a reprovação e evasão no primeiro período dos cursos de Engenharia não é novidade.

¹ Professora da Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, São Paulo. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da PUC SP. Bolsista CAPES – eloiza@maua.br.

Apontar os motivos da reprovação ou dos problemas no ensino/aprendizagem de alguns conceitos discutidos na disciplina Cálculo é uma tarefa complexa e pode ser abordada por vários ângulos. Cury (2004) traz um breve relato histórico da análise de erros como abordagem de pesquisa em Educação Matemática e apresenta alguns resultados de uma investigação realizada sobre erros em Cálculo Diferencial e Integral. Em outro trabalho a mesma autora, Cury (2007), inicia citando que *“A análise de erros nas soluções dos alunos em questões matemáticas vem sendo empregada por muito pesquisadores...”*. Já no livro *“Análise de erros: o que podemos aprender com as respostas dos alunos”*, Cury (2008), no capítulo III (a autora) menciona novamente a investigação com os alunos ingressantes em turmas de Cálculo e salienta o objetivo de tal pesquisa: *“... além de analisar e classificar os erros apresentados pelos alunos participantes, é desenvolver estratégias de ensino que possam auxiliá-los em suas dificuldades”*.

Assim, coloca-se a questão:

Podem-se gerar, a partir da análise de erros, intervenções (situações didáticas) que ajudem os alunos dos cursos de Engenharia a melhorar seu desempenho na disciplina de Cálculo I?

A tomada de consciência da grande e evasão e repetência na disciplina é o que Laville (1999) chama de “problemática sentida”, fase em que a percepção inicial de um problema é, muitas vezes, pouco racional. Para este autor:

“A problemática é o conjunto dos fatores que fazem que o pesquisador conscientize-se de um determinado problema, veja-o de um modo ou de outro modo, imaginando tal ou tal solução. O problema e sua solução em vista não passam da ponta de um *ice-berg*, ao passo que a problemática é a parte escondida. Uma operação essencial do pesquisador consiste em desvendá-la” (LAVILLE, 1999, p.98).

Segundo o autor, a problemática sentida, imprecisa e vaga, precisa avançar para uma problemática racional que é consciente e objetivada. Tal transição passa necessariamente por uma revisão da literatura. Tal revisão contribui para que se possa refinar a questão inicial, levantar hipóteses e finalmente se consiga traduzir o problema percebido em uma pergunta, isto é, estabelecer a questão da pesquisa.

Neste cenário, o primeiro passo da pesquisadora, que pretende discutir essa questão em sua pesquisa de doutorado, foi realizar um levantamento dos trabalhos publicados, nos últimos cinco anos, nos anais do Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE, que é um evento de discussão sobre a formação do engenheiro e possui diversos trabalhos referentes à Matemática, relacionados ao ensino de Cálculo para ingressantes em cursos de Engenharia.

2. Procedimentos para coleta de dados.

A coleta dos dados iniciou-se com a análise de trabalhos publicados nos anais dos COBENGEs a partir do ano de 2000 que tratassem especificamente de assuntos relacionados à disciplina Cálculo para ingressantes nos cursos de Engenharia. Neste levantamento detectaram-se dois trabalhos, um publicado no XXX COBENGE, Cury (2002) que apresenta um levantamento dos textos apresentados nestes congressos no período de 1992 – 2001 relacionados ao ensino de Matemática e o segundo, XXXV COBENGE, Nehring (2007), que faz o mesmo no período de 2004-2006. Assim, optou-se por analisar as publicações no período de 2007-2011. Nota-se que no ano de 2002 apenas três trabalhos focavam o ensino de Cálculo e em 2003, das onze publicações, cinco evidenciavam a preocupação com a defasagem entre o Ensino Médio e Superior, propondo estratégias de recuperação dos ingressantes.

A seguir são apresentadas as tabelas 1 a 5 destacando os títulos dos trabalhos, um resumo e uma categorização que será discutida posteriormente.

Tabela 1: XXXV COBENGE 2007– Curitiba

XXXV COBENGE 2007– Curitiba		
Título	Resumo	Categoria
1.Sintetizar ideias e atribuir sentido às fórmulas para aprender Cálculo.	O trabalho fundamenta-se em pesquisas anteriores desenvolvidas pela autora acerca de estratégias metacognitivas e estilos de aprendizagem Matemática de alunos universitários, tendo na psicologia cognitiva seus referenciais principais.	Pesquisa – Teorias
2. Integração de disciplinas introdutórias no ciclo básico de um curso de Engenharia.	Relato de experiência trabalhando conteúdos que, se trabalhados de forma síncrona e explorando os diferentes enfoques e abordagens de cada uma das disciplinas da série inicial, favoreceria um melhor entendimento destes mesmos conteúdos.	Contextualização
3.Experiências em informatização do ensino de Matemática em cursos de Engenharia.	Objetivo de mostrar e discutir questões do ensino de Matemática assistida pela tecnologia, principalmente a computacional, na área de estudo e pesquisa de educação e ensino de Matemática e no contexto do ensino de Engenharia.	Tecnologia da Informação e Comunicação

<p>4. Uma experiência integrada entre os programas de aprendizagem: Cálculo Diferencial e Integral e Eletricidade.</p>	<p>Discute um programa de Cálculo estruturado de forma a possibilitar ao aluno a integração entre as fórmulas de derivadas para função senoidal e os circuitos elétricos. São selecionados exercícios do programa de Cálculo relacionados com o programa de eletricidade, favorecendo a aprendizagem dos dois programas.</p>	<p>Contextualização</p>
<p>5. Análise dos índices de reprovações nas disciplinas Cálculo I e Geometria Analítica nos cursos de Engenharia da UNIVASF</p>	<p>Neste estudo abordam-se as principais causas que levam a esse alto índice de reprovação, bem como as possíveis maneiras de solucionar esse problema, contribuindo assim para diminuir as taxas de retenção nas disciplinas básicas e conseqüentemente os índices de evasão nos cursos de Engenharia da Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF.</p>	<p>Análise de dificuldades</p>

Tabela 2: XXXVI COBENGE 2008 – São Paulo

XXXVI COBENGE 2008– São Paulo		
Título	Resumo	Categoria
<p>1. Métodos de estudo e sua influência no desempenho dos alunos em disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral</p>	<p>Analisa-se o perfil dos estudantes de Cálculo Diferencial e Integral, com base em seu comportamento em sala de aula, no tempo que dedicam aos estudos e nas dificuldades que encontram nessas disciplinas.</p>	<p>Análise de dificuldades</p>
<p>2. Novidades pedagógicas no campo da modelagem.</p>	<p>Aborda-se o uso das TIC na modelagem no ensino de Cálculo.</p>	<p>Tecnologia da Informação e Comunicação</p>
<p>3. Avaliação do desempenho dos alunos de Engenharia no projeto de ensino “Matemática básica”</p>	<p>Discute-se a repetência e evasão no curso de Engenharia, mencionando o problema nas disciplinas iniciais, inclusive o Cálculo, e apresenta um curso de nivelamento.</p>	<p>Nivelamento</p>
<p>4. O ensino de cálculo I e a realidade dos alunos de Engenharia e tecnologia</p>	<p>Apresentam-se três experiências realizadas junto a alunos calouros de cursos de Engenharia e tecnologia, que tem como objetivo minimizar as deficiências dos alunos em relação aos conhecimentos da Educação Básica que comprometem seu rendimento na graduação, mencionando a disciplina Cálculo.</p>	<p>Nivelamento</p>
<p>5. Ferramentas de apoio ao ensino de Cálculo: motivando o aluno em seu entendimento.</p>	<p>Neste trabalho relata-se uma proposta de ensino de Cálculo Diferencial e Integral para alunos de Engenharia civil, utilizando a ferramenta metodológica da Teoria da Atividade de Vygotsky.</p>	<p>Pesquisa – Teorias</p>
<p>6. Cálculo e trajetórias: um estudo sobre as relações entre docentes e discentes na aprendizagem de Cálculo I e seus efeitos em trajetórias estudantis.</p>	<p>Discutem-se os efeitos das relações discentes-docentes sobre o desempenho acadêmico dos estudantes em Cálculo I.</p>	<p>Pesquisa - Teorias</p>

Tabela 3:XXXVII COBENGE 2009 – Recife

XXXVII COBENGE 2009– Recife		
Título	Resumo	Categoria
1. Cálculo Diferencial e Integral uma proposta de curso <i>on-line</i> utilizando <i>dokeos</i> e <i>applets-java</i> criados no <i>geogebra</i> .	Apresenta-se uma proposta de curso <i>on-line</i> .	Tecnologia da Informação e Comunicação
2. Investigando dificuldades de alunos de Cálculo em problemas de taxas relacionadas	Discutem-se alguns aspectos que envolvem os problemas de taxas relacionadas e levantar algumas hipóteses a respeito das causas das dificuldades dos alunos com esse tipo de problema.	Análise de dificuldades
3. Aplicações de Cálculo Diferencial e Integral I na Engenharia elétrica.	Discutem-se algumas aplicações reais do curso de Engenharia Elétrica relacionadas à disciplina em questão de forma que o aluno possa visualizar a vinculação com o curso escolhido e ao mesmo tempo auxiliar o docente em suas atividades.	Tecnologia da Informação e Comunicação
4. Análise de alternativas para recuperação de fundamentos de Matemática no ensino de Cálculo em cursos de Engenharia.	Apresentam-se e avaliam alternativas para recuperação de conteúdos elementares de forma a reduzir os efeitos da deficiência de formação Matemática.	Nivelamento
5. Hipertexto: um auxílio no processo de ensino- aprendizagem do Cálculo nos cursos de engenharia	Com o objetivo de auxiliar na compreensão do conceito de derivada de uma função, o trabalho aborda e elaboração de hipertexto construído sustentando-se na teoria dos campos conceituais de Vergnaud.	Tecnologia da Informação e Comunicação

Tabela 4: XXXVIII COBENGE 2010 – Fortaleza

XXXVIII COBENGE 2010 – Fortaleza		
Título	Resumo	Categoria
1. Utilização do <i>winplot</i> como ferramenta para o ensino de funções trigonométricas	Neste trabalho, pretende-se apresentar, através da exploração computacional, uma metodologia a ser utilizada com esses alunos a fim de auxiliar no processo ensino-aprendizagem de cálculo. Nivelamento	Tecnologia da Informação e Comunicação
2. Verificação simples, mediante a definição de limite, de que um número real é limite de uma função de uma variável	Este trabalho apresenta um método que visa a sistematizar a verificação, mediante a definição de limite, de que um dado número é limite de uma função real de uma variável real. O método apresentado aqui foi aplicado em um experimento didático realizado com a participação de uma turma de alunos ingressantes do curso de Engenharia Elétrica	Estratégia de aprendizagem
3. O tratamento de conceitos de cálculo em livros-texto de Matemática em cursos de Engenharia	Pautado numa pesquisa de Mestrado Acadêmico, em desenvolvimento, cujo objeto de estudo se refere à prática educativa de professores de Matemática e de professores de disciplina específica, em cursos de Engenharia. Busca entender como esses professores tratam os conceitos fundamentais de Cálculo Diferencial e Integral de limite, derivada e integral.	Pesquisa – Teorias

<p>4. O processo de ensino-aprendizagem de disciplinas de cálculo em cursos de Engenharia: análise das teorias e práticas pedagógicas.</p>	<p>Apresenta uma análise das teorias de aprendizagem consagradas, com contribuições de Piaget e Vygotsky com uma análise do ensino da Matemática nestas perspectivas. Além disso, apresentam-se algumas pesquisas que vem sendo conduzidas sobre o ensino-aprendizagem de cálculo em diversas IES nos cursos de Engenharia.</p>	<p>Pesquisa – Teorias</p>
---	---	---------------------------

Tabela 5: XXXIX COBENGE 2011 – Blumenau

XXXIX COBENGE 2011– Blumenau		
Título	Resumo	Categoria
<p>1. A abordagem dos conceitos de limite, derivada e integral por professores em cursos de Engenharia.</p>	<p>Apresenta um recorte de uma pesquisa desenvolvida no Mestrado Acadêmico em Educação Tecnológica do CEFET-MG, tendo como objeto de estudo o tratamento dos conceitos básicos do Cálculo Diferencial e Integral: Limite, Derivada e Integral de uma função real.</p>	<p>Pesquisa – Teorias</p>
<p>2.Atividade investigativa para ensino da regra de cadeia nos cursos de cálculo de uma variável real para Engenharia.</p>	<p>Este trabalho apresenta os resultados de uma atividade investigativa, dividida em dois exercícios, a qual foi aplicada a uma turma de Cálculo Diferencial e Integral I de um curso de Engenharia.</p>	<p>Estratégia de aprendizagem</p>
<p>3. O cálculo diferencial e integral e suas aplicações no ensino da Engenharia: uma análise de currículo.</p>	<p>Considerando a diversidade de estudos sobre as dificuldades de aprendizagem na disciplina de Cálculo I no ciclo básico dos cursos de Engenharia, e ainda, cientes do elevado número de reprovações, nesta disciplina, pelos alunos de nossa instituição, procurou-se fazer neste trabalho uma investigação sobre a importância dos conteúdos e suas implicações para o desenvolvimento do curso.</p>	<p>Análise de dificuldades</p>
<p>4.PROMA: em busca de respostas para as repetências sucessivas no cálculo diferencial</p>	<p>O texto relata um estudo investigativo voltado ao entendimento da repetência continuada na disciplina de Cálculo Diferencial, que integra o primeiro semestre da grande maioria dos cursos da área das ciências exatas. Metodologicamente, trata-se de um estudo de caso que analisa as ações do Programa de Melhoria da Aprendizagem, PROMA, voltado a alunos em situação de fracasso,</p>	<p>Análise de dificuldades</p>
<p>5. Reprovação nas disciplinas básicas: uma reflexão dos aspectos pedagógicos, na perspectiva dos docentes e discentes aprovados.</p>	<p>O objetivo foi refletir os aspectos pedagógicos interferentes no processo de aprendizagem dos estudantes aprovados nesses cursos de Engenharia.</p>	<p>Análise de dificuldades</p>
<p>6. Um estudo sobre o Cálculo Diferencial e Integral na formação de engenheiros.</p>	<p>Trata-se de uma proposta de pesquisa qualitativa, inserida no âmbito da Educação Matemática. A proposição do projeto como Pesquisa Científica fundamentou-se na intenção de construir conhecimento sobre a Matemática contextualizada no ensino superior, mais especificamente em cursos de Engenharia.</p>	<p>Pesquisa – Teorias</p>

Os trabalhos foram agrupados por categorias, embora, em alguns casos a intersecção não seja vazia. As seis categorias foram nomeadas como segue:

- a) *Análise de dificuldades*: relatam as dificuldades dos alunos em alguns conceitos do Cálculo, a importância da disciplina no curso de Engenharia, causas da reprovação.
- b) *Contextualização*: fazem referência a utilização de exemplos da Engenharia no desenvolvimento dos conteúdos.
- c) *Estratégia de aprendizagem*: apresentam métodos de abordagem de conteúdos.
- d) *Nivelamento*: criam situações para recuperar deficiências nos conteúdos do Ensino Médio.
- e) *Pesquisas – Teorias*: relatam pesquisas na área de Educação Matemática, discutem teorias de aprendizagem.
- f) *Tecnologia da Informação e Comunicação – TIC*: utilização de tecnologia nas aulas.

A tabela 6 mostra a frequência em que tais categorias são distribuídas no período analisado.

Tabela 6: Distribuição das categorias no período 2007-2011.

Análise de dificuldades	Contextualização	Estratégia de aprendizagem	Nivelamento	Pesquisas – Teorias	TIC	Total
6	2	2	3	7	6	26

3. Análise inicial dos dados.

Cury(2002) observa, em sua análise do período de 1992-2002, que os trabalhos relacionados ao ensino da Matemática só começam a ser significativos a partir de 1998 e acredita que tal fato está relacionado com o programa REENGE – Reengenharia do Ensino de Engenharia – que tinha como principal objetivo reestruturar o ensino superior, incentivando a realização de experiências, principalmente, na utilização de recursos computacionais, buscando formar engenheiros com uma visão mais sistêmica e com uma sólida formação básica. Assim houve uma aproximação e entrosamento dos Institutos de Matemática com as Faculdades de Engenharia, gerando discussões sobre o ensino das disciplinas da área de Matemática. Ressalta também que a evasão e reprovação nas séries

iniciais começam a gerar publicações neste tema. Embora seu texto analise toda a produção referente à Matemática, cita que 40% dos textos fazem referência ao ensino de Cálculo.

Na análise de Nehring (2007) do período de 2004-2006, ressalta que a forma de abordagem dos temas nas publicações identifica, na maioria, relatos de experiências de docentes e vivência em ambientes computacionais. Quanto às conclusões e perspectivas apresentadas, destaca que as experiências com recursos computacionais são motivadoras e facilitadoras no processo de ensino e aprendizagem. Nota-se que os autores apontam para a necessidade do aprofundamento de pesquisas na área do ensino de Matemática para os cursos de Engenharia “...pois a matemática, como área de conhecimento socialmente reconhecida, não pode ser entendida somente como um instrumento auxiliar para o futuro engenheiro, mas como uma potente ferramenta de análise...”. Embora o artigo trate das publicações na área da Matemática, novamente, a maioria dos trabalhos se refere aos conteúdos do Cálculo.

No período de 2007-2011, objeto de análise desse trabalho, em comparação com os estudos anteriores, a preocupação com as dificuldades dos alunos nas questões relacionadas aos conteúdos de Cálculo e a utilização das TICs nas abordagens desses conteúdos continuam presentes. Nota-se que o fracasso detectado pela evasão e reprovação é, em geral, atribuído à defasagem Ensino Médio/Ensino Superior, fato que pode ser notado nos artigos categorizados em Análise de dificuldades e Nivelamento. Um diferencial desta etapa em relação aos anos anteriores é o significativo aumento de artigos pautados em pesquisas na área de Educação Matemática ou que apontam para estudos embasados em teorias de aprendizagem.

4. Considerações Finais.

Pela análise realizada, nota-se a grande preocupação com a formação básica dos futuros engenheiros e, conseqüentemente, com o ensino e aprendizagem do Cálculo.

Nos últimos cinco anos do COBENGE, constatou-se que não existem publicações que abordaram o papel da análise de erro no ensino e aprendizagem de Cálculo. O último trabalho publicado sobre o tema foi em 2005 com o título: “Análise de erros em Cálculo Diferencial e Integral nos cursos de Engenharia”, Mariani (2005), que apresenta algumas ideias sobre a análise de erros cometidos na solução de questões de Cálculo, referentes a

cálculos de derivadas e integrais de funções de uma variável e a utilização destes erros para melhorar o ensino desta disciplina. Outro trabalho de 2007 que, inicialmente, chamou a atenção: “Re-significar o erro: em busca da melhoria da qualidade no ensino”, Bartolomei (2007), discute a avaliação no processo de ensino e argumenta que se deve “*ultrapassar o modelo tradicional e classificatório, tornando-se (a avaliação) problematizadora e projetiva (...) do que apenas identificar os erros*”. Assim, o foco do autor está na prática do docente diante situações de erros cometidas pelos alunos.

Embora se trate de um levantamento inicial, esse trabalho contribuiu para que se pudesse estabelecer a questão da pesquisa: Podem-se gerar, a partir da análise de erros, intervenções (situações didáticas) que ajudem os alunos dos cursos de Engenharia a melhorar seu desempenho na disciplina de Cálculo I?

5. Referencias Bibliográficas.

BARTOLOMEI, R. Re-significar o erro: em busca da melhoria da qualidade no ensino. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 2007, Curitiba. Anais. UnicenP, 2007. CD-ROM.

CURY, H. N.. COBENGE e Ensino de Disciplinas Matemáticas nas Engenharias: um retrospecto dos últimos dez anos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 2002, Piracicaba. Anais. UNIMEP, 2002. CD-ROM.

_____. “Professora, eu só errei o sinal!”: como a análise de erros pode esclarecer problemas de aprendizagem. In: CURY, H. N. (Org.). *Disciplinas matemáticas em cursos superiores: reflexões, relatos, propostas*. Porto alegre: EDIPUCRS, 2004, p. 111-138.

_____. *Análise de erros: o que podemos aprender com as respostas dos alunos*. Belo Horizonte: Autêntica, 2008.

CURY, H. N., KONZEN, B. Uma aplicação de jogos na análise de erros em Educação Matemática. REVEMAT – Revista Eletrônica de Educação Matemática. V2.6. UFSC, 2007.

LAVILLE, C., DIONNE, J. *A Construção do Saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas*. Porto Alegre: Artmed, 1999.

MARIANI, V. C. Análise de erros em Cálculo Diferencial e Integral nos cursos de Engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 2005, Campina Grande. Anais.UFCG, 2005. CD-ROM.

NEHIRING, C. M., PIVA, C., KINALSKI, N. Uma Análise das produções nos COBENGEs – debate na área de Matemática. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 2007, Curitiba. Anais. UniceP, 2007. CD-ROM.