

ANÁLISE DAS SOLUÇÕES PARA A EVASÃO NA DISCIPLINA DE CÁLCULO NOS TRABALHOS DO SBEM

Michel Hallal Marques
michelhallal@yahoo.com.br
Universidade Federal de Pelotas – Brasil

Daiane Leal da Conceição
daianileal@hotmail.com
Universidade Federal de Pelotas – Brasil

Rozane da Silveira Alves
rsalvex@gmail.com
Universidade Federal de Pelotas - Brasil

André Luis Andrejew Ferreira
andre.ferreira.ufpel@gmail.com
Universidade Federal de Pelotas – Brasil

Tema: Investigación didáctica

Modalidad: CB

Nivel educativo: Terciario – Universitario

Palabras clave: Estado da Arte; Ensino-Aprendizagem; Cálculo; Evasão

Resumen

Este trabalho apresenta uma pesquisa bibliográfica de artigos publicados na última década no Encontro Nacional de Educação Matemática (Enem) que relatam as atividades e propostas que foram e estão sendo desenvolvidas nas universidades brasileiras para amenizar os problemas com a evasão e o alto índice de reprovação nas disciplinas de Cálculo I. Essa pesquisa, de caráter qualitativo e quantitativo, é parte integrante de um projeto de pesquisa em andamento da Universidade Federal de Pelotas, com alunos e professores. O objetivo deste projeto é investigar as causas que provocam a reprovação e a infrequência nessa disciplina, e construir uma proposta de metodologia de trabalho, utilizando como recurso as tecnologias de informação e comunicação (TIC) que possam facilitar o processo de ensino-aprendizagem. No geral, os artigos encontrados no Enem apresentam métodos de ensino e algumas ferramentas desenvolvidas que auxiliam o aprendizado do cálculo em situações específicas. Por ser uma disciplina presente no currículo de variados cursos de graduação, não se obteve ainda uma metodologia que fosse capaz de abranger a maior parte desses problemas.

Introdução

Os conteúdos de cálculo têm aplicações nas diversas áreas do conhecimento científico e, por isso, além de serem considerados essenciais, são trabalhados em muitos cursos como Física, Engenharia, Química e o próprio curso de Matemática. Apesar da sua importância e da sua presença em currículos de vários cursos superiores, a disciplina Cálculo I (ou outra

equivalente), que é a primeira que aborda cálculo nesses cursos, mostra, a partir de estudos, que possui um alto índice de reprovação.

Na Universidade Federal de Pelotas (UFPel), esta disciplina faz parte do currículo de 28 cursos, sendo 12 deles de Engenharia, em diversas especialidades. O índice de reprovação e evasão (abandono) é alto, sendo que em algumas turmas a aprovação atinge não mais do que 20%.

Esse problema ocorre em muitas outras instituições de ensino do Brasil, como citado por Frescki e Pigatto (2009), referindo-se ao Paraná, por Irias et al. (2011), a Minas Gerais, e por Santos e Matos (2012), à Bahia. Ciani e Papani (2007) observam que mesmo quando os alunos conseguem aprovação nesta disciplina, muitos deles aprendem a aplicar algumas regras e técnicas na resolução de exercícios, mas não conseguem compreender o contexto teórico envolvido.

A investigação que está sendo realizada na UFPel busca conhecer a realidade do ensino-aprendizagem de Cálculo I, entrevistando professores, estudantes e coordenadores de cursos para saber quais fatores podem estar interferindo direta ou indiretamente neste processo. Nesta fase da pesquisa, estamos realizando a leitura de artigos, teses e dissertações publicadas por instituições de ensino brasileiras para conhecer o que está sendo realizado em pesquisa sobre o ensino-aprendizagem de Cálculo I e as metodologias que estão sendo adotadas pelos professores desta disciplina.

Os desafios do processo de ensino e aprendizado

Trabalhar com a disciplina de Cálculo I é um grande desafio para o professor, pois os conteúdos apresentados exigem do aluno mais do que a resolução de listas de exercícios, mas a compreensão do contexto teórico envolvido em cada atividade. Em muitos cursos, principalmente os de Engenharia, o currículo apresenta uma série de três ou quatro disciplinas de Cálculo em sequência. Por isso, o entendimento e o aprendizado da teoria apresentada na disciplina de Cálculo I é importante, pois serão necessários para a compreensão dos demais conteúdos tratados ao longo da sequência de disciplinas.

Frescki e Pigatto (2009) consideram que um dos motivos pelos quais os alunos têm dificuldade na compreensão e entendimento dos conceitos trabalhados em Cálculo é consequência de sua preparação para refletir e discernir as informações recebidas. Os autores lembram que no ensino superior das Ciências Exatas, geralmente, as aulas seguem o modelo tradicional, nas quais a metodologia é, na maior parte, expositiva e dialogada,

fazendo com que os alunos desenvolvam as mesmas habilidades de memorização e reprodução usadas na educação básica, sem ainda terem desenvolvido outras habilidades como reflexão e autonomia.

Outro fato a considerar é que as tecnologias estão em constante atualização. Na década de 1970, os estudantes usavam a régua de cálculo, nos anos 1980, utilizavam a calculadora, e a geração atual utiliza *notebooks*, *tablets* e celulares, muitas vezes, com mais familiaridade do que seus professores. Mas, neste período, as aulas de Cálculo pouco mudaram, pois, como informam Soares de Mello et al. (2007), a ênfase desta disciplina continua sendo na execução repetitiva de exercícios.

Os autores também mostram as dificuldades, observadas em sua pesquisa, enfrentadas pelos alunos ao ingressar na disciplina de Cálculo I. Os estudantes, que há pouco terminaram o Ensino Médio e que trabalhavam com conceitos simples, passam, agora, a trabalhar com conceitos complexos como finito/infinito, discreto/contínuo, entre outros.

Nos cursos de Engenharia, os coordenadores entrevistados citam que, frequentemente, os alunos demonstram pouco interesse no aprendizado por não compreenderem em que os conteúdos que estão aprendendo em Cálculo serão utilizados em sua área de atuação. Esta dificuldade pode ser contornada quando o professor contextualiza o conteúdo e recorre a situações que tenham significado para o aluno, dessa forma, há um envolvimento não apenas intelectual, mas também afetivo.

Nas palavras de Barbosa (2004, p. 41):

Sabemos que a falta de sentido na aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral origina-se, em parte, das dificuldades decorrentes dessa transposição. O aluno só compreende os vínculos do conteúdo estudado quando fica compreensível para ele essa passagem. Por isso, contextualizar no ensino de Cálculo vincularia os conhecimentos aos lugares onde foram criados e onde são aplicados, isto é, incorporar vivências concretas ao que vai se aprender e incorporando o aprendizado a novas vivências.

Lehmann (2010) ratifica a afirmação de Barbosa (2004), pois observou que existem dois aspectos antagônicos no ensino de Cálculo. Um deles é o ensino encaminhado a partir de conceitos e demonstrações. O outro é realizado através do ensino pela experiência e que se apresenta de forma mais agradável e fácil de ser compreendido por quem está aprendendo.

Algumas metodologias utilizadas para facilitar o aprendizagem

Neste trabalho, buscamos conhecer e analisar trabalhos apresentados no Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM), promovido pela Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM), os quais indicassem métodos e inovações no ensino de Cálculo I com a finalidade de minimizar as reprovações e os abandonos nesta disciplina. Estes encontros são realizados a cada três anos e foram pesquisados os trabalhos apresentados em 2007 (IX ENEM), 2010 (X ENEM) e 2013 (XI ENEM).

Foram analisados 57 artigos com relatos de pesquisas. Os assuntos mais referenciados nos trabalhos são: processo ensino-aprendizagem (29,8%), uso de tecnologias (45,6%) e história da matemática (15,8%), todos no contexto da disciplina de Cálculo I. Observamos que o número de trabalhos que analisam o uso de tecnologias no ensino de Cálculo tem sido cada vez mais expressivo: 37,5% em 2007, 42,8% em 2010 e 52,3% em 2013, sendo que o mais frequente é o uso de *softwares* matemáticos para o traçado de gráficos e resolução de derivadas e integrais.

A partir disso, contemplamos, a seguir, os trabalhos que consideramos mais importantes entre os 57 analisados:

A construção de maquetes como um recurso didático para o ensino de Cálculo Diferencial e Integral (IX ENEM)

O trabalho de Marin (2007) e Imafuku (2007) propõe a construção de maquetes que permitam a visualização dos sólidos e suas intersecções no \mathbb{R}^3 , abordando os conteúdos específicos da disciplina de Cálculo no estudo das integrais duplas e triplas, que são trabalhadas em Engenharia Civil e Engenharia de Produção da Universidade de Goiás. Entende-se que a materialização dos conhecimentos através da elaboração de maquetes é uma ação que ajuda na aprendizagem, possibilitando a determinação dos extremos de integração de uma forma mais significativa.

Hipertexto: um auxílio no processo de ensino-aprendizagem do Cálculo Diferencial (X ENEM)

O trabalho compartilhado por Kessler (2010) tem como objetivo auxiliar na compreensão dos conceitos de cálculo, apresentando o conteúdo na forma de hipertexto (*links* que

interligam diferentes mídias) através de situações-problemas propostas aos alunos das Engenharias, na disciplina de Cálculo A, da Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Com isso, observa-se que a inserção do hipertexto na sala de aula pode mudar o posicionamento do aluno, incentivando-o a assumir sua participação no processo de aprendizagem.

Proposta de apoio à aprendizagem dos alunos de Cálculo Diferencial e Integral I (X ENEM)

Apresentado por Müller. T (2010) Azambuja (2010) e Müller. M (2010), o presente relato contempla uma análise de algumas atividades desenvolvidas com alunos da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), nos cursos de Engenharias e Ciências Exatas. As atividades contemplam um trabalho de monitoria especial com oficinas de matemática básica oferecidas por alunos do curso de Licenciatura em Matemática e monitores, além de outras atividades. Aos envolvidos nesse projeto, coube analisar, através de sondagem, as dificuldades apresentadas pelos alunos no início de cada semestre letivo; esclarecer dúvidas; preparar oficinas e seminários; elaborar materiais de consulta e disponibilizá-los *on-line* e criar um ambiente virtual de aprendizagem.

As ferramentas da educação a distância como suporte às aulas presenciais de Cálculo I (XI ENEM)

O projeto exposto por Almeida (2013) foi vivenciado junto a alunos do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande, tratando sobre a utilização das Tecnologias da Informação (fóruns, videoaulas e *softwares*) para auxiliar a aprendizagem do Cálculo. Os principais *softwares* utilizados foram o Geogebra e o Graphmatica através de atividades exploratórias. No final, foram feitos dois tipos de análises, qualitativa e quantitativa, que evidenciaram a importância por busca de métodos que possam auxiliar o aprendizado de Cálculo I.

Fórum *on-line* no ensino de Cálculo: uso de abordagem histórica (XI ENEM):

Esse trabalho de Batista (2013) demonstra a proposta do uso de fóruns *on-line* para a discussão de aspectos históricos relacionados a conteúdos de Cálculo I. Foi desenvolvido com duas turmas da Universidade Federal Fluminense, nos cursos Sistemas de Informação e Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas. Inicialmente, formaliza o contexto e, após, propõe a discussão da importância da proposta de abordagem histórica e

do uso de fóruns *on-line* para a aprendizagem, descreve os procedimentos metodológicos adotados nos estudos de caso e analisa os dados levantados. Nos resultados, o autor observa que a proposta do uso de fóruns, discutindo aspectos históricos, foi bem aceita pela maioria dos alunos e contribuiu para uma compreensão mais ampla dos assuntos abordados.

Um modelo adaptativo para dispositivos móveis no ensino de Cálculo (XI ENEM):

O artigo de Asevedo (2013) e Silva (2013), da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, contempla um protótipo de um Sistema de Hiperídia Adaptativa (SHA) para dispositivos móveis, voltado para a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, o qual apresenta um modelo adaptativo de conteúdo elaborado a partir do nível de conhecimento do usuário. A adaptação do conteúdo às necessidades e preferências dos usuários é um dos desafios enfrentados pelos educadores que adotam a tecnologia móvel como ferramenta de apoio em sua estratégia didático-pedagógica. O artigo, inicialmente, aborda o conceito de *Mobile Learning* e apresenta as vantagens na utilização das TIMS como recurso no processo de construção do conhecimento. Após, trata de maneira geral e individual as bases teóricas que compõem o SHA, as Redes Bayesianas e a TRI e estabelece as diretrizes e bases teóricas que embasaram a pesquisa.

Conclusões

A pesquisa realizada com base nos artigos do Enem mostrou trabalhos que envolveram pesquisas teóricas, as quais investigaram prováveis causas das dificuldades dos alunos na aprendizagem e nos relatos de experiência em que foram apresentadas diferentes metodologias que estão sendo adotadas pelos docentes universitários na tentativa de minimizar as dificuldades dos alunos no aprendizado de cálculo.

Percebemos, na leitura, que o elevado índice de evasão e de reprovação está presente em universidades de todo o país, pois os trabalhos apresentados eram oriundos tanto de instituições renomadas localizadas nas capitais, como de instituições menores em cidades do interior.

A leitura desses artigos permitiu-nos conhecer a realidade das universidades brasileiras em relação ao ensino de cálculo. Além disso, as informações adquiridas serão de grande importância, promovendo um auxílio na análise dos resultados que estão sendo levantados junto à UFPel.

Também consideramos importante conhecer novas metodologias que estão sendo usadas pelos docentes, como a inserção de tecnologias, contemplando mudanças no processo de ensino-aprendizagem para minimizar as dificuldades apresentadas pelos alunos.

Referências Bibliográficas

Almeida, H. (2013, julho). As ferramentas da educação a distância como suporte às aulas presenciais de Cálculo I. Anais do Encontro Nacional de Educação Matemática. Curitiba, PR, Brasil, 11.

Asevedo, L.; Silva, P. (2013, julho). Um modelo adaptativo para dispositivos móveis no ensino de Cálculo. Anais do Encontro Nacional de Educação Matemática. Curitiba, PR, Brasil, 11.

Batista, S. (2013, julho). Fórum on-line no ensino de Cálculo: uso de abordagem histórica. Anais do Encontro Nacional de Educação Matemática. Curitiba, PR, Brasil, 11.

Barbosa, M. A. (2004) *O Insucesso no Ensino e Aprendizagem na Disciplina de Cálculo Diferencial e Integral*. Dissertação (Mestrado em Educação). Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, PR.

Ciani, A., & Papani, F. (2007). As ideias principais do Cálculo Diferencial e Integral. Anais do *Encontro Nacional de Educação Matemática*, 1-19, Curitiba, PR, Brasil, 9.

Frescki, F. B., & Pigatto, P. (2009). Dificuldades na aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral na Educação Tecnológica: proposta de um curso de nivelamento. *Simpósio Nacional de Iniciação Científica, I, Curitiba*, 910-917.

Imafuku, R; Marin, D. (2007, julho). A construção de maquetes como um recurso didático para o ensino do Cálculo Diferencial e Integral. Anais do Encontro Nacional de Educação Matemática. Belo Horizonte, MG, Brasil, 9.

Irias, D. F., Vieira, J. P., de Miranda, P. R., & Silva, R. C. (2011). Cálculo Diferencial e Integral I: analisando as dificuldades dos alunos de um curso de Licenciatura em Matemática. *Revista da Educação Matemática*, 1.

Kessler, C. (2010, julho). Hipertexto: Um auxílio no processo de ensino-aprendizagem do Cálculo Diferencial. Anais do Encontro Nacional de Educação Matemática. Salvador, BA, Brasil, 10.

Lehmann, M. S. (2010). O processo de ensino-aprendizagem de disciplinas de Cálculo em cursos de Engenharia: Análise das teorias e práticas pedagógicas. Anais do XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia.

www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2010/artigos/494.doc>. Consultado 13/08/2015.

Müller, T.; Azambuja, C.; Müller, M. (2010, julho). Proposta de apoio à aprendizagem dos alunos de Cálculo Diferencial e Integral I. Anais do Encontro Nacional de Educação Matemática. Salvador, BA, Brasil, 10.

Santos, S. P. D., & Matos, M. G. D. O. (2012). O ensino de Cálculo I no curso de Licenciatura em Matemática: obstáculos na aprendizagem. *Eventos Pedagógicos*, 3(3), 458-473.

Soares de Mello, M. H. C., e Soares de Mello, J. C. C. B. (2007). Reflexões sobre o ensino de Cálculo. Anais do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE, 35.