



ESTUDO PRELIMINAR PARA INTRODUÇÃO DE SOFTWARE ALGÉBRICO COMPUTACIONAL NO ENSINO DE CÁLCULO DIFERENCIAL

Erlon Mendes – erlon@unesc.net
Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC*
Departamento de Engenharia Mecânica
Av. Universitária, 1105 – Bairro Universitário
88806-000 – Criciúma – SC

Júlio Alexandre de Matheucci e Silva Teixeira – julio.alexandre@lva.ufsc.br *

Adilson Oliveira da Silva – adilson@unesc.net *

Louise Miron Roloff - professoralouise@gmail.com *

Resumo: *Os esforços e avanços tecnológicos permitiram que a humanidade desenvolvesse excelentes ferramentas computacionais para equacionamento e soluções de expressões matemáticas. Entretanto o uso de programas algébricos computacionais ainda é muito pouco difundido nas disciplinas dos cursos de engenharias, no Brasil. Neste estudo apresentam-se resultados preliminares referentes a uma turma que foi motivada a utilizar, em tempo integral. Foi utilizada a interface MuPAD do software MATLAB, na disciplina de Cálculo I em curso de Engenharia Mecânica nos semestres de 2016-2 e 2017-1. Os resultados indicaram uma tendência a aumentos das médias semestrais, em comparação com turmas anteriores ou mesmo em turmas simultâneas. Além das médias, espera-se que os acadêmicos tenham sua capacidade de compreensão aumentadas, para tanto estão sendo acompanhados na disciplina subsequente. Outro resultado esperado futuramente é a diminuição da evasão associada à dificuldade de compreensão do cálculo diferencial.*

Palavras Chaves: *software, cálculo diferencial, evasão escolar.*



1 INTRODUÇÃO

Após um século repleto de descobertas e a consolidação de um modelo científico, pode-se afirmar que os investimentos em educação tecnológica, bem direcionada e gerenciada, produzem resultados efetivos para as empresas e governos. Além disso, o *know-how* é o investimento com o melhor retorno para as economias desenvolvidas do mundo.

O controle de uma tecnologia de valor agregado é mais importante que a posse dos recursos naturais. Os setores de transformação faturam 14 vezes mais que os extrativistas. Isso indica que, atualmente e nos próximos anos, a independência de uma nação não será apenas a sua soberania territorial ou econômica, mas sim a independência tecnológica (ENRIQUEZ,2002).

Diante dos benefícios dos avanços tecnológicos, o planeta vive um paradigma socioeconômico que está indicando um colapso dos recursos naturais (LOVELOCK,2006). Por outro lado, não é possível imaginar uma proposta de um modelo econômico alterando significativamente e em curto prazo, a forma com que as pessoas vivem, limitando o seu acesso a alimentos ou produtos tecnológicos. Portanto, devemos trabalhar de forma a responder às novas necessidades humanas integrado com um pensar mais sustentável (HAWKEN,2000; DIAS:2006). Neste sentido, a educação tecnológica deverá apresentar as suas contribuições e, os novos engenheiros, as suas competências.

A formação tecnológica é fundamental para uma nação que deseja se desenvolver social e economicamente. A engenharia, especificamente, é uma das áreas mais importantes, pois a filosofia de um estudante desta área é a produção de bens e, por conseguinte, de riquezas. Entretanto, segundo uma pesquisa publicada pelo Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA), no final de 2013, 59 % dos engenheiros brasileiros não estão desempenhando as suas atividades fins (IPEA:2013). Além disso, o mesmo estudo mostrou que somente 7 %, de todos egressos de cursos superiores nacionais possuem formação nas áreas das engenharias [SALERMO-OIC:2014].

Os dados apresentados nos estudos do IPEA e do OIC (Observatório de Inovação e Competitividade) apontam um paradoxo brasileiro, pois precisaremos de engenheiros para avançarmos economicamente, mas apenas um pequeno percentual dos ingressantes nos cursos superiores tem apresentado interesse nestas áreas. Isso pode ser devido a importantes fatores preponderantes: parques industriais defasados e não atrativos aos jovens, uma formação acadêmica sem desafios, estruturas laboratoriais deficientes e uma falta de direcionamento da área para inovações;

Apesar de todo este cenário crítico, o mesmo IPEA indica que até 2020 haverá a demanda de mais de 600 mil postos de trabalhos para engenheiros no país. Todavia, o instituto alerta que a oferta de egressos só será compatível com uma taxa de crescimento econômico na faixa de 3% e, caso seja ultrapassado este percentual, sofreremos um “apagão” de engenheiros nos próximos anos. Segundo o Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA), para atenuar o problema, o governo federal está buscando aperfeiçoar o programa Pró-Engenharia, cujo o objetivo é duplicar o número de engenheiros formados anualmente no país e reduzir a altíssima taxa de evasão nos cursos de engenharia. Segundo o CONFEA, 302 mil vagas são oferecidas pelas escolas brasileiras de engenharia, mas apenas 120 mil estão preenchidas. Além disso, há o problema da evasão, a qual alcança percentuais de 55 % em algumas escolas.

Agravado pelos fatores já citados, a falta de interesse dos jovens pela profissão de engenharia também decorre, em grande parte, pela falta de preparo dos discentes nas disciplinas de



matemática, física e química. Isso impacta em uma dificuldade de entendimento destas disciplinas iniciais dos cursos onde envolvem cálculos diferenciais. Segundo Garzella (2013), estas disciplinas podem estar relacionadas com altas taxas de reprovações e, até certo ponto, correlacionadas com as altas taxa de evasões.

Portanto, diante deste desafio, propõe-se demonstrar neste presente estudo que o uso de *softwares* de sistemas algébricos computacionais, ou CAS (*Computer Algebra System*), promovem uma maior interação do acadêmico com os fundamentos destas áreas, além de torná-las mais atrativas e dinâmicas. O experimento descrito neste estudo está sendo realizado majoritariamente com alunos do curso de Engenharia Mecânica, na disciplina curricular obrigatória de Cálculo I, na qual os mesmos foram estimulados e motivados a utilizar um programa de computação algébrica para resolver questões e produzir gráficos. Os resultados parciais têm-se demonstrados promissores sob os aspectos pedagógicos de aprendizado e principalmente epistemológicos. Neste sentido, espera-se que, no futuro, também sejam verificados também menores índices de evasões.

2 METODOLOGIA

No presente estudo, iniciado no segundo semestre de 2016 (2016-2) e encerrado em junho de 2017 (2017-1), foi proposto a introdução e o uso progressivo do programa matemático CAS. Foi adotado o software *MATLAB*® da empresa *MathWorks*, mais especificamente da sua interface denominada de *MuPAD*. O mesmo foi aplicado nas aulas da disciplina de Cálculo I, do curso de Engenharia Mecânica, na Universidade do Extremo Sul Catarinense -UNESC.

A interface *MuPAD* foi selecionada pois ofereceu uma interface gráfica mais intuitiva, a qual permitiu a execução simples dos cálculos e gráficos matemáticos que permeiam o conteúdo programático de todas as disciplinas de Cálculos. Já a escolha do *MATLAB* se deveu à sua possível utilização nas diferentes disciplinas subsequentes da grade curricular do cursos como: cálculo numéricos, vibrações, instrumentação, sistema de controle, *etc.* Portanto, além de motivar os acadêmicos nas disciplinas introdutórias, a introdução ao *software* visou possibilitar um contato prévio com uma ferramenta computacional, mesmo que neste momento a interface seja praticamente isenta de códigos de programação, como é o *MuPAD*,

Fizeram parte do público alvo para a avaliação de desempenho os alunos com frequência superior a 75% de segunda fase do curso de Engenharia Mecânica da UNESC, sendo registrado um total de quinze alunos em 2016-2 e 34 em 2017-1.

Após algumas aulas convencionais sem o *software*, o *MATLAB* foi apresentado por um segundo professor com vasta experiência no programa. A aula iniciou salientando o seu potencial e suas aplicações em disciplinas do núcleo específico de Engenharia Mecânica. Posteriormente o *MuPAD* foi apresentado e alguns exercícios foram executados com o mesmo. As aulas seguintes foram adaptadas pelo próprio professor titular, utilizando o *MuPAD* como apoio para a visualização gráfica de funções, estudo de limites e derivadas.

O desempenho destes alunos foi comparado ao de semestres anteriores do curso de Engenharia Mecânica e ao de outros cursos na mesma disciplina, nos quais o uso do software não fora aplicado.

Os alunos que participaram do presente estudo, no segundo semestre de 2016-2 e 2017-1, estão neste momento sendo acompanhados nos cálculos subsequentes para a avaliação de seus desempenhos.

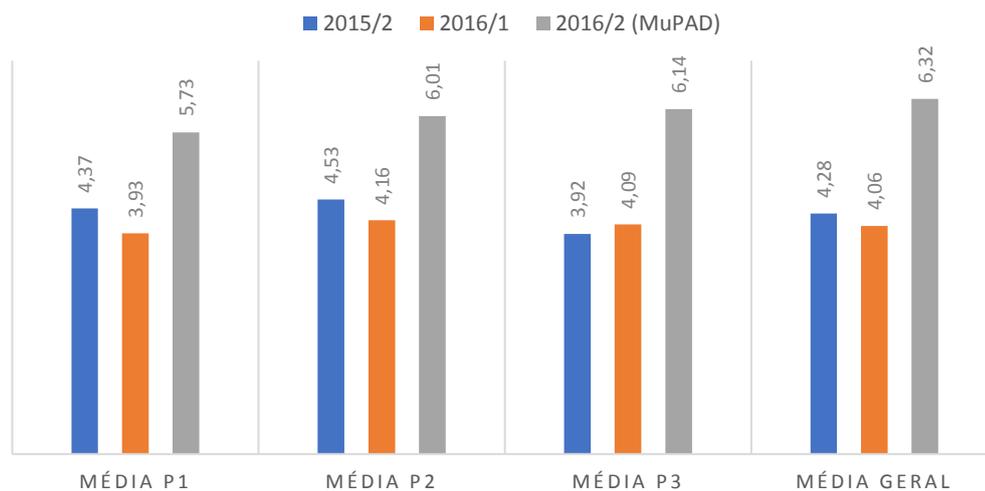


3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao final do semestre letivo de 2016-2, o desempenho dos alunos foi analisado por comparação direta com a mesma disciplina lecionada em outros semestres de Engenharia Mecânica e outros cursos sem o uso de auxílio computacional.

O uso da interface *MuPAD* do programa *MATLAB* na disciplina de Cálculo I no segundo semestre de 2016 nos cursos de Engenharia Mecânica demonstrou uma melhoria significativa das notas destes alunos, o que pôde ser confirmado na comparação das médias das 3 avaliações semestrais P1, P2 e P3 de 2016/2 com as de outros semestres da mesma disciplina, ver Gráfico 1:

Gráfico 1 – Registro das médias das turmas Cálculo I da Engenharia Mecânica nos últimos três semestres.

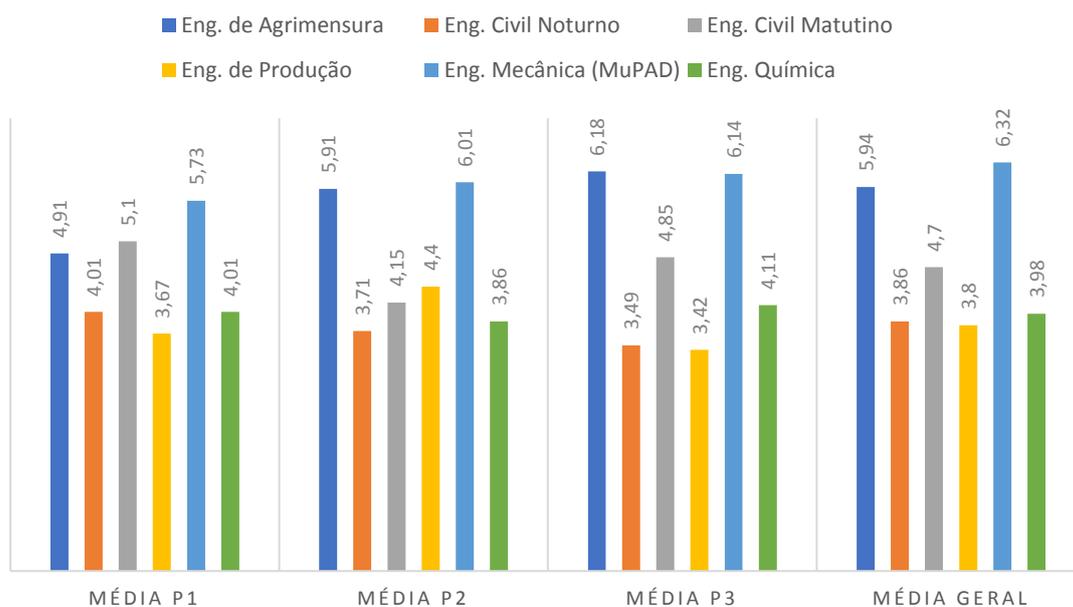


Apesar de o aumento de nota constatado no Gráfico-1 ser de apenas de dois pontos, a nova média obtida está acima da nota mínima de aprovação estipulada pela UNESC que é 6,0 pontos.

Embora os dados de outros cursos para o segundo semestre de 2016 ainda estejam em fase de levantamento, é pertinente fazer a comparação das notas das provas de segundo semestre de Engenharia Mecânica 2016-2 com o segundo semestre de 2015 (2015-2) de outros cursos de engenharia também oferecidos pela UNESC, ver Gráfico 2:



Gráfico 2 – Resultado das médias das turmas de Cálculo I de outros cursos em 2015-2 comparado com o de Engenharia Mecânica de 2016-2 onde foi disponibilizado o software.



O Gráfico 2 evidencia que a turma de Engenharia Mecânica na qual foi utilizado o software *MuPAD* foi a que apresentou o melhor desempenho entre as engenharias, seguida de perto pela Engenharia de Agrimensura. Apesar da amostragem ser de anos distintos, a periodicidade das turmas de segundo semestre de Cálculo I torna válida a comparação.

Outro ponto importante em relação a 2016-2, foi que o aumento das médias invariavelmente está associado a um maior número de aprovados na disciplina. Por consequência, isso certamente deverá influenciar na redução da evasão. Portanto, espera-se que nos próximos semestres possamos acompanhar estes novos dados de forma mais atenta e poder consolidar esta afirmação.

Adiante do estudo do segundo semestre de 2016, em 2017-1 foi dada continuidade ao mesmo. Neste também foi avaliada uma turma de Cálculo I do curso de Engenharia Mecânica, entretanto houve inscrições de alunos de outros cursos como: Engenharia Civil, Computação e Produção. A turma foi formada de 34 alunos dos diferentes cursos. Além disso, neste semestre os alunos já tiveram a disposição um laboratório de informática para poder utilizar o software quando necessário, inclusive na realização das provas P1, P2 e P3.

Os valores das médias obtidas em 2017-1 foram ligeiramente próximas daquelas obtidas em 2016-2, mostrando que a disponibilidade do software manteve a média nas três provas semestrais dos períodos onde o seu uso foi permitido. Concomitantemente os valores das médias de



2017-1 também mantiveram a vantagem em relação aos semestres anteriores, como mostrado no Gráfico-2.

Avaliando-se comparativamente somente os dois últimos semestres e as duas turmas onde foram disponibilizados o uso do software, podemos verificar uma estabilização das médias aritméticas das 3 provas semestrais em torno do valor de aprovação. Isso indica uma coerência com relação a variável professor e denota um impacto significativamente positivo da adoção da tecnologia de CAS. Isso está bem evidenciado nos dados do Gráfico-3, a seguir:

Gráfico 3 – Comparação dos resultados das médias das turmas de Cálculo I, da Engenharia Mecânica, nos semestres 2016-2 e 2017-1, ambas com usos de software.



Além da manutenção dos valores das médias, no primeiro semestre de 2017 registrou-se, após a prova de recuperação, uma aprovação total de 27 alunos dos 34 inscritos na disciplina. Porém, o que mais se destacou foi a presença maciça de 13 alunos na prova de recuperação, dos quais destes, 12 utilizaram a ferramenta MuPAD para resolver as questões, o que resultou em uma média aritmética de 7,3 pontos nesta prova. Naturalmente, isso impactou muito no resultado final da disciplina a qual registou 79 % de aprovação.

Os resultados alcançados reforçam o impacto das tecnologias no aprendizado dos acadêmicos, a qual juntamente com a disponibilização de uma ferramenta através de um laboratório, colaborou significativamente com crescimento da adesão ao programa prova-a-prova. Isso pôde ser mais evidenciado neste último semestre, 2017-1, pois aproximadamente 50% dos alunos fizeram a primeira prova com o MuPAD, enquanto que, ao chegarem na prova de recuperação, quase 100% lançaram mão do uso deste software. Vale destacar que foram mantidos os mesmos professores e os mesmos rigores na confecção das avaliações, em relação ao semestre anterior 2016-2.



A visualização precisa das funções de forma fácil e imediata foi sem dúvida a principal vantagem observada no uso do software nestes últimos semestres. Devido à velocidade com que gráficos e respostas são gerados, o número de exemplos trabalhados em sala aumentou significativamente, desenvolvendo a capacidade preditiva dos alunos. A metodologia aplicada ainda está sendo aprimorada para garantir sua aceitação e uso por parte dos alunos e também professores. Além disso, os alunos participantes do presente estudo continuam sendo avaliados na disciplina de Cálculo II, ainda lecionada de forma tradicional sem auxílio computacional.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O século XX foi marcante para a humanidade e, neste período tivemos grandes avanços tecnológicos principalmente a partir da década de 1950, quando ocorreu o surgimento dos primeiros computadores. Desde então, diferentes áreas do conhecimento vêm se beneficiando do uso de *softwares* para melhorar seus resultados e avançar em seus desafios. Nas engenharias, isso não tem sido diferente, haja vista os evidentes avanços no campo das simulações. Apesar disso, é surpreendente que ainda existam discussões questionando os usos intensivo de programas algébricos computacionais no ensino das engenharias.

Apesar de serem produtos de uso consolidado nas universidades do Brasil, os *softwares* algébricos como Mathematica, Maple, MATLAB e GeoGebra ainda são timidamente utilizados no ensino das disciplinas de cálculo. Por outro lado, os pesquisadores que fazem uso destes recursos apontam resultados consistentes e favoráveis à sua implementação (DE SOUZA:2013, OBERZINER:2013). Concomitantemente, o uso de tecnologias na educação é um assunto que está sendo amplamente discutido, em seus diferentes aspectos, como sendo uma prática pedagógica inevitável para o ensino no Século XXI (ZANETTE,2012)].

Corroborando com as novas tendências da práxis pedagógica, neste estudo ficou evidenciado que a simples introdução de um programa computacional foi capaz de melhorar o desempenho dos alunos de Cálculo I em um curso de Engenharia Mecânica. Segundo os dados, a média geral dos acadêmicos foi incrementada de 2,0 pontos em comparação com aquelas turmas que não adotaram o *software*.

Os resultados preliminares deste estudo indicaram uma tendência favorável para a adoção sistemática deste tipo de ferramenta no ensino das disciplinas de base das engenharias. Porém, também se identificou a necessidade de mudar a abordagem feita pelos próprios docentes quanto à linguagem adotada em seus cursos, ou seja, faz-se necessário que as expressões matemáticas, como derivadas e integrais, sejam convertidas em taxas e áreas, por exemplo. Isso faz sentido, pois com a facilidade de visualização gráfica e da representação das expressões matemáticas disponibilizadas pelo *software*, os acadêmicos precisam ser mais estimulados a interpretar os significados das funções do que apenas saber equacioná-las ou resolvê-las.

Um outro ponto que está sendo verificado com a continuidade deste projeto é a taxa de evasão das turmas as quais foram adotados os programas algébricos computacionais. Os dados preliminares apontam uma leve indicação da redução da evasão, porém uma amostra maior deverá ser verificada para comprovar esta tendência.



Desde do despertar da humanidade a nossa espécie nunca teve tanto acesso à informação e ferramentas tecnológicas como agora [BLAKE E & KLEIN, 2005]. Portanto, não parece fazer sentido algum avançar no estudo das engenharias sem expandir as aplicações de programas algébricos matemáticos onde eles mais são necessários, ou seja, nas disciplinas de base matemática. Para isso, não seria difícil imaginar o que o pai das engenharias, Leonardo da Vinci, teria realizado se pudesse ter acessos a estas ferramentas modernas (CAPRA,2008).

Agradecimentos

A Pró-Reitoria de Ensino de Graduação da UNESC pelo edital de Inovação Pedagógica - 2017. Aos apoios do diretor da UNACET, Prof. Evânio Ramos Nicoleit e da Coordenadora de Ensino, Profa Marta G. S. Hoffman, e também a motivação do Coordenador do Curso de Engenharia Mecânica Prof. Adriano Michael Bernardin.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLAKE Edgard. & KLEIN, Richard. O Despertar da Cultura. ; Editora: Zahar; 1ª ed. - (2005).

CAPRA, Fritjof. A Ciência de Leonardo da Vinci. 1ª edição. Editora Cultrix – 2008.

DE SOUZA, F.P. & MESQUITA A. M. Utilização do Software Maple no Ensino do Cálculo Diferencial E Integral I Com Aplicações Na Química. XI Encontro Nacional de Educação Matemática (2013).

DIAS, Genebaldo. Pegada Ecológica e Sustentabilidade Humana; Gaia Editora; 1ª ed.; (2006);

ENRIQUEZ, Juan. O Futuro e Você;; Editora: Negocio BB; 1ª ed. – (2002).

GARZELLA, F. C. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, Faculdade de Educação. A disciplina de Cálculo I: a análise das relações entre as práticas pedagógicas do professor e seus impactos nos alunos. 2013 Tese (doutorado).

HAWKEN, Paul. et. al. Capitalismo Natural; Editora: Cultrix; 1ª ed. - (2000);

IPEA. Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior. Publicação. No. 30 - (2013);

LOVELOCK James. A Vingança de Gaia; Editora: Intrínseca; 1ª ed. – (2006);

OBERZINER, M. B. B. Utilização e Aplicação de Software MATLAB no Aprendizado das Disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral, Álgebra Linear e Geometria Analítica. Projeto de Pesquisa – Centro Universitário Católica de Santa Catarina (2013).

Joinville/SC – 26 a 29 de setembro de 2017
UDESC/UNISOCIESC
“Inovação no Ensino/Aprendizagem em
Engenharia”



COBENGE 2017
XLV CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

SALERMO, M.S. et. al.. Tendências e Perspectivas da Engenharia no Brasil: Relatório EngenhariaData:2013. (2014).

ZANETTE E. et. al. Tecnologia e Inovação nas Práticas Pedagógicas: Trajetória e Experiência. Editora Paço Editorial – 2012.

PRELIMINARY STUDY FOR INTRODUCTION OF COMPUTER ALGEBRAIC SYSTEMS (CAS) IN THE DIFFERENTIAL CALCULUS CLASSES

Abstract: *Technological efforts and advances have allowed humanity to develop excellent computational tools for mathematical expressions solution. However, computer algebra systems (CAS) has not been spread in engineering courses classes, in Brazil. This study presents preliminary results when a students group was motivated to use, in full time, the MuPAD interface of MATLAB software, during a Mechanical Engineering Calculus I course, in 2016-2 and 2017-1 terms. The results indicated a tendency in increase exams grades averages, when compared with previous classes, at same course. Furthermore, it is expected that academics have mathematic comprehension increased toward subsequent courses. Another expected result is decrease of evasion associated with difficulty of differential calculus comprehension.*

Key-words: *software CAS, differential calculus, students evasion*

Organização



Promoção

