

# CINEMÁTICA DE MECANISMOS ARTICULADOS: UMA ABORDAGEM MATRICIAL COM APLICAÇÃO COMPUTACIONAL

**Felipe Rodrigues de Freitas Neto**<sup>1</sup>

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus  
Farroupilha

**Fernando Luiz Semeler Palha**<sup>2</sup>

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus  
Farroupilha

---

**Resumo:** O componente curricular de Mecanismo e Dinâmica de Máquinas está presente na base curricular de todos os cursos de Engenharia Mecânica do país, e é indispensável para a formação profissional dos futuros egressos. No Brasil ainda são usadas abordagens antigas, os alunos se veem desenhando à mão vetores de posição, velocidade, aceleração e força sendo que o uso de computadores está muito presente nos dias atuais. Talvez a causa disso seja a escassez de material na Língua Portuguesa que usem abordagens mais modernas. Este projeto tem como objetivo amenizar essa escassez desenvolvendo um material didático que possa ser usado como referência no ensino da cinemática dos mecanismos e sistemas articulados utilizando a abordagem matricial e com aplicações computacionais. Para seu desenvolvimento é proposto uma metodologia às avessas, em que o professor e seu material são avaliados de forma contínua pelos alunos. Deseja-se que no final do projeto todo o material seja reunido para revisão e futura publicação.

**Palavras-chave:** Dinâmica de Máquinas, Abordagem matricial e Aplicação computacional.

---

## 1 INTRODUÇÃO

O componente curricular de Mecanismo e Dinâmica de Máquinas está presente na base curricular de todos os cursos de Engenharia Mecânica do país e é indispensável para a formação profissional dos futuros egressos. No entanto, no Brasil ainda é muito usado abordagens antigas, anteriores ao uso dos computadores e os alunos se veem desenhando à mão vetores de posição, velocidade, aceleração e força numa época que o uso de computadores está muito presente no dia a dia. Talvez um dos motivos seja a falta de material didático com abordagens que lhes permitam mais aplicabilidade, tais como a abordagem vetorial e a matricial, na língua Portuguesa. Neste sentido é proposto o desenvolvimento de um material didático voltado para o aprendizado da Abordagem Matricial aplicada a Mecanismos e Sistemas Articulados e sua implementação computacional. Além da

---

<sup>1</sup> E-mail: felipe.neto@farroupilha.ifrs.edu.br - Orientador

<sup>2</sup> flspalha@gmail.com - Bolsista

disseminação do conhecimento há aqui uma preocupação com a forma pedagógica que é passado o conhecimento para o aluno, buscando facilitar a compreensão e sua aplicação na vida acadêmica e profissional.

Para abordar a problemática em questão, o projeto tem como objetivo desenvolver um material didático que possa ser usado como referência no ensino da cinemática dos mecanismos e sistemas articulados utilizando a abordagem matricial integrando com aplicação computacional e aplicar esse material a um curso de 15 horas com duração de uma semana, com 3 horas cada encontro. No final o aluno receberá um certificado pela participação no curso. A didática do ensinamento será avaliada pelo aluno, de forma contínua, e seus conselhos e sugestões serão levados em consideração para a elaboração do material didático. Após a execução da aula de cada apostila, a mesma será reavaliada e reescrita levando em consideração as sugestões dos alunos e do bolsista. Desenvolver exercícios aplicados e apresentar algoritmos e códigos para simular a cinemática dos mecanismos apresentados.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

O componente curricular de “Mecanismos e Dinâmica de Máquinas” bem como outros similares, são historicamente no Brasil tratado em quase todas as instituições de ensino de modo arcaico. Há uma relutância por parte dos docentes que ministram tais disciplinas em abordar o conteúdo usando a abordagem matricial. Existem basicamente quatro formas de abordar o conteúdo: a forma gráfica, a analítica, a vetorial e a matricial.

Na abordagem gráfica o estudante deve ter em mãos régua, esquadro, transferidor e compasso. Ele é instruído a fazer diversas medições e desenhar vetores para no final ter uma representação de um único momento do mecanismo. Esta abordagem é apresentada por Norton (2010), Mabie (1980), Mabie e Reinholtz (1987) e Shigley (1980) e ainda é muito usada no Brasil.

A abordagem analítica possui mais versatilidade que a gráfica, no entanto, ainda está longe do ideal. Nela é possível obter funções que descrevem a cinemática do mecanismo em qualquer instante de tempo, mas possui algumas limitações. Para mecanismos complexos, ou até mesmo mecanismos simples com movimento em três dimensões, esta abordagem pode ser muito trabalhosa e pode levar o estudante facilmente ao erro, devido exigir muitas manipulações algébricas. Esta abordagem também é tratado por Norton (2010), Mabie (1980) e também pode ser encontrada de forma limitada a partículas e corpos rígidos em textos de Dinâmica de Corpos Rígidos como Hibbeler (2011), Beer (2006) e Meriam e Kraige (2009).

As abordagens vetorial e matricial são as mais atuais e mais abrangentes que as abordagens gráfica e analítica. A vetorial é tratada de modo escasso por Norton (2010) e é restrita ao plano. Algo a mais pode ser encontrado nos livros de Hibbeler e Beer, mas ainda é insuficiente para suprir as necessidades de um curso de Mecanismo usando tal abordagem. A abordagem matricial foi usada por Santos (2001) em seu livro “Dinâmica de Sistemas Mecânicos”. Apesar de fornecer uma boa base matemática, este livro carece de exemplos

voltados para mecanismos e de uma didática preocupada com o aprendizado do aluno. Na vida discente vários foram os relatos da dificuldade de entender os ensinamentos do livro e foi tomando conhecimento desta dificuldade que surgiu a idéia de desenvolver um material didático que aplique a abordagem matricial a mecanismos e sistemas articulados e que possuísse exemplos computacionais nas linguagens de programação Fortran e C/C++.

## 2.1 DESENVOLVIMENTO

O conhecimento será passado para os estudantes através de aulas expositivas através de encontros presenciais ou por meio virtual e com apoio da plataforma Moodle para fóruns e trocas de materiais didáticos. Serão desenvolvidas apostilas para cada tópico de aula e disponibilizada antes das aulas. Durante as aulas os estudantes poderão esclarecer dúvidas e indicar pontos a serem melhorados. Trata-se então de uma avaliação contínua às avessas, onde os estudantes irão avaliar a qualidade do material e a didática do professor no ensino da cinemática de mecanismos e sistemas articulados.

O projeto de ensino será organizado pelo coordenador que terá a ajuda de um bolsista para sua execução. O bolsista será uma das pontes entre os alunos e o professor, além de ajudar no desenvolvimento do material e na avaliação deste. Na tabela 1 consta um cronograma prévio da execução do projeto.

Tabela 1 – Cronograma do projeto.

	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN
Elaboração de material didático.	X	X	X	X	X	X
Aulas expositivas do conteúdo.				X	X	X
Práticas Computacionais.				X	X	X
Conclusão do projeto de ensino.						X
Envios de relatório			X			X

## 3 RESULTADOS OBTIDOS

Até o presente momento, não foi possível aplicar o curso proposto. A data em que ele será oferecido aos alunos ainda está em pesquisa para ter a melhor aderência possível, e poderá ser aplicado antes do Pense, na semana entre 29/11 ao dia 03/12 ou durante o próprio Pense. No momento está em fase final a produção do material didático, produzido usando os softwares LáTex e Inkscape. Diversas explicações sobre os conceitos básicos, exemplos aplicados de mecanismos, explicação completa de cálculos e figuras explicativas já estão incorporados no material.

## 4 CONCLUSÕES

O ensino de Mecanismo e Dinâmica de Máquinas está ultrapassado no Brasil, e a criação de novos e inovadores materiais é essencial para que este componente curricular não se torne obsoleto. A criação do material didático proposto neste projeto busca abordar este problema incorporando métodos de ensino atuais, dando um passo inicial para a transformação do ensino desta área. Infelizmente até o presente momento não foi possível aplicar o material produzido no curso proposto e dar início ao ensino retroalimentado pelos alunos, porém temos grandes expectativas de que os resultados que serão obtidos serão benéficos para toda a comunidade, e que a continuidade deste método de ensino será apoiada pelos alunos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEER, F. P.; JOHNSTON, E. R. **Mecânica vetorial para engenheiros: dinâmica**. 7. ed. Porto Alegre, RS: AMGH, 2006.

H. H. MABIE, F. W. O. **Mecanismos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1980.

HIBBELER, R. C. **Dinâmica: mecânica para engenharia**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

MABIE, H. H.; REINHOLTZ, C. F. **Mechanisms and Dynamics of Machinery**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 1987.

MERIAM, J. L.; KRAIGE, L. G. **Mecânica para Engenharia - Dinâmica**. 6. ed. [S.l.]: LTC, 2009.

NORTON, R. L. **Cinemática e Dinâmica dos Mecanismos**. 1. ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

SANTOS, I. F. **Dinâmica de Sistemas Mecânicos**. [S.l.]: Makron Books, 2001.

SHIGLEY, J. E.; UICKER JÚNIOR, J. J. **Theory of machines and mechanisms**. [S.l.]: McGraw-Hill, 1980.

---