UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE – CAA
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE – NFD CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

VER UM MUNDO EM UM GRÃO DE AREIA: UMA INTRODUÇÃO À DINÂMICA NÃO LINEAR E TEORIA DO CAOS

Niedja Costa Leal Ferreira[1]

Universidade Federal de Pernambuco – Campus do Agreste

niedja.clferreira@ufpe.br

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo instruir no estudo dos fundamentos da Dinâmica Não Linear e da Teoria do Caos. A proposta veio surgir através de reflexões a respeito dos currículos de graduação em ciência e tecnologia que acabam por criar nos seus discentes uma percepção linear rasa dos fenômenos, que muitas vezes é insuficiente para lidar com modelos mais próximos à realidade. Apresenta-se aqui um resumo dos principais pontos sobre o tema e um guia de estudos para orientar os que desejam (ou necessitam) se iniciar nessa área de pesquisa diversamente aplicável.

Palavras-chave: sistemas dinâmicos; dinâmica não linear; caos; sistemas complexos.

INTRODUÇÃO

Em 1687, Newton publicava a sua obra “Princípios Matemáticos da Filosofia Natural”, na qual ele descreveu as suas leis do movimento dos corpos, estabelecendo as bases do que chamamos de Dinâmica. Ao longo dos séculos seguintes, o conceito de Dinâmica foi

amplificado, não se limitando mais a uma análise do movimento de sistemas na Mecânica. Hoje seus conceitos são interdisciplinares, e estão se expandido para aplicações em outras áreas das ciências para além da física.

Esse trabalho pretende fazer uma análise em diversas abordagens sobre o que são os Sistemas Dinâmicos, isto é, sistemas cujo comportamento evolui com o tempo de forma característica. Essa evolução pode se dar de forma facilmente previsível, como nos sistemas lineares, ou de forma complexa e caótica, como nos sistemas não lineares. Nesse segundo caso, os sistemas não admitem solução analítica exata, o que torna necessário o uso de métodos numéricos e computacionais para investigá-los (STROGATZ, 1994).

A relevância de estudar esses sistemas está na sua forma mais precisa de descrever a realidade, aperfeiçoando os modelos de pesquisa, tendo aplicações não somente na física, mas nas engenharias, economia, meteorologia, ciências da computação, nas áreas da saúde (em particular na física médica), e nos estudos dos sistemas biológicos.

A análise do comportamento dinâmico envolve a identificação de padrões, de tendências e a visão de estabilidade (ou instabilidade) de um sistema em análise. Por essa razão, ter contato com o estudo de sistemas dinâmicos, especialmente os não lineares, na formação superior de profissionais das áreas aplicadas (STEM) se faz tão relevante para complementar uma percepção linear rasa e muitas vezes insuficiente para lidar com modelos mais próximos à realidade (PRIGOGINE, 2002).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na intenção de reconhecer o contato com o qual o estudante pode ter tido com o tema durante a sua formação, foram analisadas as bibliografias mais frequentemente usadas para o estudo da Mecânica Clássica (MARION, 2014; TAYLOR, 2013; GOLDSTEIN, 2001). Em paralelo, faremos um estudo rápido de Mecânica Analítica, dando ênfase ao formalismo da mecânica hamiltoniana (LEMOS, 2007).

Agora já familiarizados com as bases do nosso objeto de análise, iniciaremos os estudos de Sistemas Dinâmicos (MONTEIRO, 2006), Dinâmica Não Linear (STROGATZ, 1994) e Teoria do Caos (GLEICK, 1989; FERRARA, PRADO, 1994). Faremos uma síntese dos conhecimentos adquiridos, atentos ao que se faz necessário a um contato mais aprofundado com o tema ainda a nível de uma graduação em andamento. Aqui, serão trabalhados alguns exemplos

de sistemas dinâmicos simples, lineares e de solução imediata, e como analisá-los analiticamente quando for possível.

METODOLOGIA

Aqui, serão trabalhados alguns exemplos de sistemas dinâmicos simples, lineares e de solução imediata, e como analisá-los analiticamente quando for possível. E depois de já estabelecidas as bases teóricas necessárias para tal, serão selecionados alguns exemplos de sistemas dinâmicos mais complexos e mais realistas para uma análise computacional, levando em consideração critérios didáticos (seu grau de dificuldade) e de relevância na formação científica e tecnológica (a familiaridade com o sistema e a sua aplicabilidade). Para esse tópico, será introduzida uma análise dos níveis de energia dos sistemas escolhidos baseada nos seus espaços de fases.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por fim, os resultados analíticos e computacionais serão integrados novamente a uma reflexão sobre como se dá o ensino de dinâmica não linear na formação superior de profissionais de ciência e tecnologia (cursos de STEM), e do quanto ter contato com esses conceitos se faz tão relevante para o desenvolvimento de pesquisas mais avançadas e ainda mais precisas (MAY, 1976).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para concluir, discursaremos sobre a possibilidade desses assuntos serem mais inseridos no ciclo profissional dos cursos superiores em questão, e como se daria essa inserção.

REFERÊNCIAS

GILAT, Amos; SUBRAMANIAM, Vish. Métodos Numéricos para Engenheiros e Cientistas: uma introdução com aplicações usando MATLAB. Porto Alegre: Bookman, 2008.

GOLDSTEIN, Herbert; POOLE, Charles; SAFKO, John. Classical Mechanics. 3 ed. New York: Addison Wesley, 2001.

LEMOS, Nivaldo A. Mecânica Analítica. 2ª edição. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2007.

MARION, Jerry B.; THORNTON, Stephen T. Dinâmica Clássica de Partículas e Sistemas. 5 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

PRIGOGINE, Ilya. As Leis do Caos. São Paulo: Editora UNESP, 2002.

SALINAS, Sílvio R. A. Introdução à Física Estatística. 2 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2013.

SCHERER, Cláudio. Métodos Computacionais da Física. 2 ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2010.

TAYLOR, John R. Mecânica Clássica. Porto Alegre: Bookman, 2013.

TOMÉ, Tânia; OLIVEIRA, Mário José. Dinâmica Estocástica e Irreversibilidade. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.