

## MAPLE COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DE SOLUÇÕES DE EQUAÇÕES DO TIPO SOLITON

**Mauro Jose dos Santos**  
maurojsantos@gmail.com

**José Willians Correia Santana**  
willianscorreia1995@gmail.com

**Resumo:** Este trabalho faz uma análise de Equações diferenciais não-lineares integráveis do tipo soliton, especialmente a equação de Korteweg-de Vries, conhecida usualmente como KdV. Como obter soluções de Equações diferenciais não-lineares não é um trabalho tão simples as vezes é preciso recorrer a ferramentas como programas de computação algébrica que auxiliem na obtenção e confecção de gráficos dessas soluções. No presente trabalho utilizou-se o programa Maple 8 para testar soluções da equação KdV mostrando que este é eficaz para o tratamento de equações diferenciais deste tipo.

**Palavras-Chave:** solitons, computação algébrica, KdV, Maple.

### INTRODUÇÃO

O estudo de Equações Diferenciais (ED) é útil em diversas áreas da ciência como biologia, física, química, economia, pois fornece modelos matemáticos que descrevem os mais variados tipos de fenômenos a exemplo como determinado vírus se propaga em uma população [referência], como funciona a dinâmica de capitalização de juros em empresas privadas [referência], como se comporta a corrente em um circuito RLC [referência], como funciona a dinâmica de uma onda marinha [referência], e mais uma infinidade de aplicações.

Em 1834 o engenheiro britânico John Scott Russell observou um tipo de onda hoje conhecida como Sóliton, que é uma onda estável com as características de ser solitária (possui apenas uma crista) não se deformar ao longo de uma determinada direção e

obedecer ao princípio da superposição quando interage com outras ondas do tipo soliton [CHALUB,1989]. Os fenômenos deste são modelados por uma classe específica de ED que são as das ED não-lineares integráveis [BAZEIA, *et al*, 2010]. O estudo dessas propagações ondulatórias está presente em diversas aplicações como propagação de pulsos luminosos em fibras óticas à aplicações no modelo padrão de partículas fundamentais [ANDRADE, *et al*,2015].

Dentre as ED que descrevem os solitons daremos enfoque neste trabalho a uma bem específica que é a ED não linear integráveis de Korteweg-de Vries também chamada de KdV que é expressa usualmente na forma:

$$u_t + 6uu_x + u_{xxx} = 0$$

esta equação descreve ondas em águas rasas e tem como solução uma função do tipo soliton. O uso de programas de computação algébrica como os da 'Maplesoft' ou o 'Maxima' são bastante uteis para obter e verificar soluções de ED como a KdV. Este trabalho tem como objetivo mostrar como o programas de computação algébrica Maple 8 é eficaz no estudo das soluções da KdV.

### MATERIAL E MÉTODOS

O método utilizado neste trabalho foi utilizar algumas soluções para a KdV e a partir destas soluções encontradas utilizar o Maple 8 para testá-las e produzir gráficos e animações com informações qualitativas a respeito das características da solução.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Admitindo que a KdV possui como solução uma função de onda viajante do tipo  $u = f(x-ct)$ , que indica uma onda que se propaga para direita com velocidade  $c$ , e substituindo na KdV

$$-cf' - 6ff' + f''' = 0$$

Em que integrando duas vezes e aplicando a condição de quando o tempo tende ao infinito a função usada tende a zero [BAZEIA, *et al*, 2010] obtemos a seguinte solução.

$$u(x,t) = \frac{c}{2} \operatorname{sech}^2 \left[ \frac{\sqrt{c}}{2} (x - ct - x_0) \right]$$

Utilizando o Maple 8 (ANDRADE, 2003) mostrou-se que a função  $u(x,t)$  obtida analiticamente satisfaz a KdV e ainda produziu-se gráficos e animações para uma análise qualitativa do soliton descrito pela função  $u(x,t)$  encontrada.

## CONCLUSÕES

O programa Maple 8 mostrou-se eficiente para o estudo de ED não lineares integráveis como a KdV, testando suas soluções e confeccionando gráficos e animações para análise de suas soluções..

## REFERÊNCIAS

BAZEIA, D., DAS, A., LOSANO, L., SANTOS, M.J. Applied Mathematics Letters, v. 23, 2010.

DRAZIN, P., JOHNSON, R., Solitons: an introduction, University Press, Cambridge, 1989.

CHALUB, Fabio A.C.C. e ZUBELLI, Jorge P. Sólitons: na crista da onda por mais de 100 anos, in: Matemática Universitária, no. 30, junho de 2001, pp 41-65.

Anais do Congresso de Pesquisa, Ensino e Extensão- CONPEEX, ANDRADE, D. X. ; ASSIS, P. E. G. ; ANJOS, P. H. R. .observando sólitos de korteweg - de vries. In: Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão (UFG), 2015, Goiânia 2015.

ANDRADE, L.X. Introdução a computação algébrica com o MAPLE. Universidade Federal da Paraíba Centro de ciências exatas e da natureza departamento de matemática 2003.