

## **Redes Neurais de Valor Hipercomplexo**

### **Ementa:**

Conceitos básicos de redes neurais e aplicações. Redes neurais de valor complexo. Quatérnios e redes neurais de valor quatérnio. Álgebras não-associativas e números hipercomplexos. Redes neurais de valores vetoriais e valores hipercomplexos. Aplicações de redes neurais com valores vetoriais e hipercomplexos.

### **Conteúdo programático:**

1. Números complexos, hiperbólicos e números duais.
2. Quatérnios e as álgebras de Cayley-Dickson.
3. Álgebras de Clifford.
4. Álgebras não-associativas e números hipercomplexos.
5. Redes neurais e aprendizado profundo.
6. Aplicações em tarefas de regressão e classificação.
7. Redes neurais de valor complexo.
8. Redes neurais de valor quatérnio.
9. Redes neurais de valores vetoriais e valores hipercomplexos.
10. Aplicações de redes neurais de valores vetoriais e hipercomplexos.

### **Metodologia de Ensino:**

A metodologia da disciplina é estruturada para integrar a fundamentação teórica robusta com o rigor da aplicação prática, essenciais para a pesquisa avançada no campo das redes neurais de valor hipercomplexo. A base teórica será estabelecida por meio de aulas expositivas e demonstrativas, nas quais o docente abordará os princípios matemáticos, a evolução dos modelos e os conceitos fundamentais. Este componente será complementado pela leitura dirigida e aprofundada de textos, incluindo as referências bibliográficas e artigos científicos. O eixo central da formação prática reside na implementação obrigatória de modelos de redes neurais de valor hipercomplexo utilizando linguagens de programação científica, como Python, demandando o domínio

das principais bibliotecas de Deep Learning. Para o desenvolvimento das habilidades técnicas, é crucial o estudo autônomo e disciplinado, com a resolução regular de listas de exercícios e de desafios de modelagem propostos.

### **Formas e Critérios de Avaliação:**

A avaliação contará com 2 (duas) provas presenciais e 1 (um) trabalho. As provas presenciais, denominadas P1 e P2, serão realizadas no horário da aula (portanto, terão 2h00 de duração). O trabalho será composto por uma monografia e uma apresentação oral. A monografia, em formato específico e com limite de páginas, deverá ser entregue pelo Google Classroom. As apresentações orais deverão ocorrer durante o horário das aulas.

### **Bibliografia:**

- Aurelien Geron. Hands-On Machine Learning with Scikit–Learn and TensorFlow 2e. O'Reilly. 1a edição. 2019.
- Aston Zhang, Zachary C. Lipton, Mu Li, Alexander J. Smola. Dive into Deep Learning, Cambridge University Press, 1a edição 2025.
- Igor Aizenberg. Complex-Valued Neural Networks with Multi-Valued Neurons. Springer. 1a edição. 2016.
- Akira Hirose. Complex-Valued Neural Networks. Springer. 2a edição. 2012.
- Akira Hirose. Complex-Valued Neural Networks: Advances and Applications. Wiley-IEEE Press. 1a edição. 2013.
- I.L. Kantor, A.S. Solodovnikov, Abe Shenitzer. Hypercomplex Numbers: An Elementary Introduction to Algebras. Springer. 1a edição. 1989.
- Jayme Vaz, Roldão Da Rocha Junior. Álgebras de Clifford & Espinoras. Livraria da Física. 1a edição. 2012.
- Marcos E. Valle: Understanding Vector-Valued Neural Networks and Their Relationship with Real and Hypercomplex-Valued Neural Networks, IEEE Signal Processing Magazine, Volume 41, no. 3, May 2024. Page(s): 49-58.