

## **PROJETO DE PESQUISA: PIBIC**

### **Programa de Iniciação científica e Tecnológica - CBPF**

- Nome do orientador:
  - Marcelo Pires
- Coordenação:
  - COTEQ
- Título do projeto:
  - **O paradoxo de Parrondo em sistemas caóticos clássicos e quânticos: uma incursão em questões atuais**
- Palavra-chave:
  - Caos, Fenômenos Paradoxais, Dinâmicas Clássicas e Quânticas
- Área de conhecimento:
  - Teoria do Caos
- Pré-requisito desejado:
  - Veja a tabela na próxima página.

Possibilidade de orientação remota:  Sim  Não

Resultante principal do Projeto:

- Publicação (horizonte de 4 anos).
- Preparação do bolsista para área científica.
- Produto tecnológico.
- Produto educacional ou didático.

Rio de Janeiro, 5 de Setembro de 2025

## [Projeto] O paradoxo de Parrondo em sistemas caóticos clássicos e quânticos: uma incursão em questões atuais

A investigação de paradoxos desafia nossas intuições e instiga-nos a caminhar no domínio dos fenômenos não-triviais. O paradoxo de Parrondo, originário da teoria dos jogos, demonstra como a alternância de estratégias perdedoras pode resultar em um cenário vencedor [1]. Na teoria do caos, esse paradoxo se manifesta quando a alternância de dinâmicas caóticas resulta em regimes ordenados [2]. Mesmo com os avanços, a área ainda possui questões em aberto. Este projeto tem como objetivo inicial a formação sólida de novos talentos, para que possam, futuramente, apresentar contribuições originais nesta área científica.

### Instruções:

- Cada candidato deve:
  - (a) escolher um plano de ação (PA) de acordo com o seu perfil;
  - (b) ler com atenção o edital vigente;
  - (c) enviar um email para [piresma@cbpf.br](mailto:piresma@cbpf.br)

PA	Informações gerais sobre o Plano de ação (PA)
PA1	<p>Objetivo: Investigar as manifestações do paradoxo de parrondo associadas às novas dinâmicas caóticas que apresentam transições graduais e abruptas para o caos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Referências essenciais: [2,3]</li> <li>• Perfil: Não há pré-requisitos. O aprofundamento será ajustado de acordo com a evolução do estudante. Podem se candidatar acadêmicos de Física e áreas afins.</li> </ul>
PA2	<p>Objetivo: Investigar novas conexões entre o paradoxo de Parrondo e a quebra de simetria em sistemas caóticos acoplados que já foram validados empiricamente em sistemas físicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Referências essenciais: [2,4]</li> <li>• Perfil: Não há pré-requisitos. O aprofundamento será ajustado de acordo com a evolução do estudante. Podem se candidatar acadêmicos de Física e áreas afins.</li> </ul>
PA3	<p>Objetivo: Investigar os mecanismos que promovem a emergência do paradoxo de Parrondo em dinâmicas de quantum walks não-lineares que exibem regimes caóticos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Referências essenciais: [5,6]</li> <li>• Perfil: Candidatos que já tenham cursado a disciplina de Física Quântica ou correlatas.</li> </ul>

### Referências

- [1] G. P. Harmer, D. Abbott. Losing strategies can win by Parrondo's paradox. *Nature*, 1999.
- [2] J. S. Canovas, M. Munoz. Revisiting Parrondo's paradox for the logistic family. *Fluctuation and Noise Letters*, 2013.
- [3] M. A. Pires, C. Tsallis, E. M. F. Curado Composing  $\alpha$ -Gauss and logistic maps: Gradual and sudden transitions to chaos. *arXiv*, 2025.
- [4] H. Mhiri et al. An experimental survey of chaos and symmetry breaking in coupled and driven logistic maps. *European Journal of Physics*, 2019.
- [5] J. P. Mendonça et al. Emergent nonlinear phenomena in discrete-time quantum walks. *Physical Review A*, 2020.
- [6] M. Jan et al. Experimental realization of Parrondo's paradox in 1D quantum walks. *Advanced Quantum Technologies*, 2020.