

Universidade de São Paulo  
Instituto de Física de São Carlos

XII Semana Integrada do Instituto de  
Física de São Carlos

Livro de Resumos

São Carlos  
2022

# Semana Integrada do Instituto de Física de São Carlos

SIFSC 12

## Coordenadores

Prof. Dr. Osvaldo Novais de Oliveira Junior

Diretor do Instituto de Física de São Carlos – Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Javier Alcides Ellena

Presidente da Comissão de Pós Graduação do Instituto de Física de São Carlos – Universidade de São Paulo

Profa. Dra. Tereza Cristina da Rocha Mendes

Presidente da Comissão de Graduação do Instituto de Física de São Carlos – Universidade de São Paulo

## Comissão Organizadora

Adonai Hilario

Arthur Deponte Zutião

Elisa Goettems

Gabriel dos Santos Araujo Pinto

Henrique Castro Rodrigues

Jeffer Santiago Mares

João Victor Pimenta

Julia Martins Simão

Letícia Martinelli

Lorany Vitoria dos Santos Barbosa

Lucas Rafael Oliveira Santos Eugênio

Natasha Mezzacappo

Paulina Ferreira

Vinícius Pereira Pinto

Willian dos Santos Ribela

## Normalização e revisão – SBI/IFSC

Ana Mara Marques da Cunha Prado

Maria Cristina Cavarette Dziabas

Maria Neusa de Aguiar Azevedo

Sabrina di Salvo Mastrantonio

Ficha catalográfica elaborada pelo Serviço de Informação do IFSC

Semana Integrada do Instituto de Física de São Carlos  
(12: 10 out. - 14 out. : 2022: São Carlos, SP.)  
Livro de resumos da XII Semana Integrada do Instituto de  
Física de São Carlos/ Organizado por Adonai Hilario [et al.]. São  
Carlos: IFSC, 2022.

446 p.

Texto em português.

1. Física. I. Hilario, Adonai, org. II. Título

ISBN: 978-65-993449-5-4

CDD: 530

## IC40

### A cooperação na evolução pré-biótica

MARIANO, Matheus Stefanini; FONTANARI, José Fernando

matheussmariano@usp.br

Os seres vivos não são as únicas entidades sujeitas ao processo evolucionário. A evolução atua na Terra antes mesmo do surgimento da primeira célula, quando apenas moléculas povoavam o planeta. Como o próprio nome sugere, a evolução pré-biótica consiste no processo de evolução molecular que precedeu o surgimento da vida. Uma das principais teorias que explicam a evolução pré-biótica é conhecida como modelo de quase-espécies. (1) Esse modelo descreve a dinâmica de macromoléculas autorreplicantes influenciadas por dois mecanismos evolutivos antagônicos: seleção natural e mutação. Uma quase-espécie é um conjunto de sequências semelhantes, as quais podem ser de qualquer entidade sujeita ao processo evolucionário e portadora de informação, submetidas a um processo contínuo de mutação e seleção natural. O modelo resulta em um sistema de equações diferenciais que descrevem a evolução das frequências dos diferentes tipos de moléculas que compõem a população. A abordagem matemática do modelo possibilita a análise de qualquer população de entidades que se autorreproduzem. Para se compreender mais profundamente a dinâmica evolucionária das quase-espécies, criou-se um programa que simula a evolução de populações de sequências a partir da solução numérica das equações do modelo. Para isso, utilizou-se uma abordagem que diminui a quantidade de equações diferenciais a serem resolvidas. (2) Foram analisados quatro tipos de dinâmicas evolutivas através das simulações. Na primeira dinâmica, denominada relevo adaptativo de pico íngreme, observa-se dois regimes distintos: o regime de quase-espécie e o regime estocástico. No primeiro regime, macromoléculas mutantes coexistem de forma estável com uma sequência dominante. No segundo, a informação genética é totalmente perdida. Esses dois regimes são separados por uma probabilidade crítica de mutação, a qual indica a existência de uma complexidade máxima para as moléculas nas condições pré-bióticas, o que resulta em um problema teórico relacionado ao desenvolvimento da complexidade na Terra, conhecido como paradoxo de Eigen. A segunda dinâmica estudada consiste em um relevo adaptativo de dois picos íngremes, em que se observou a competição entre quase-espécies. No terceiro tipo de dinâmica, analisou-se o relevo adaptativo de um pico suave, no qual as sequências mutantes desempenham um papel de destaque, de tal forma a desfazer a transição entre os dois regimes. Na última dinâmica, estudou-se a competição entre o relevo adaptativo de pico íngreme e o de pico suave, o que enfatizou a importância das sequências mutantes na competitividade da quase-espécie. Além disso, foi estudado o modelo de hiperciclos (3), o qual resolve o paradoxo de Eigen através de um mecanismo de cooperação (catálise) entre as moléculas da população. Esse modelo explica a interação altamente coordenada entre ácidos nucleicos e proteínas, a qual é fundamental para estabelecer o vínculo entre informação biológica e função biológica. Estudou-se a competição entre replicadores malthusianos, replicadores hipercíclicos com replicação apenas enzimática e replicadores hipercíclicos com replicação enzimática e replicação malthusiana (completos). A partir dessas análises, conclui-se que os replicadores hipercíclicos completos possuem uma vantagem seletiva em relação aos outros dois tipos de replicadores, pois podem se replicar mais tanto em altas frequências (replicação enzimática) quanto em baixas frequências (replicação malthusiana).

**Palavras-chave:** Evolução pré-biótica. Evolução molecular. Dinâmica evolucionária.

**Agência de fomento:** PUB-USP (197)

**Referências:**

- 1 EIGEN, M. Selforganization of matter and the evolution of biological macromolecules. **Naturwissenschaften**, v. 58, n. 10, p. 465-523, Oct. 1971.
- 2 SWETINA, J.; SCHUSTER, P. Self-replication with errors: a model for polynucleotide replication. **Biophysical Chemistry**, v. 16, n. 4, p. 329-345, Dec. 1982.
- 3 MICHOD, R. E. Population biology of the first replicators: on the origin of the genotype, phenotype and organism. **American Zoologist**, v. 23, n. 1, p. 5-14, Feb. 1983.