

APLICACIONES REALES DE MODELOS BIOINSPIRADOS

David Orellana Martín

Mario de J. Pérez Jiménez

Grupo de investigación en Computación Natural
Dpto. Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial
Universidad de Sevilla

Máster Universitario en Lógica, Computación e Inteligencia Artificial

Curso 2024-2025



Profesores del curso:

- ★ *David Orellana Martín* (dorellana@us.es).
- ★ *Mario de J. Pérez Jiménez* (marper@us.es).

Profesores del curso:

- ★ *David Orellana Martín* (dorellana@us.es).
- ★ *Mario de J. Pérez Jiménez* (marper@us.es).

Horario y Aula:

- ★ *Jueves de 18:40 a 20:30 h (Del 13 de febrero al 5 de junio de 2025)*
- ★ *Aula H0.10 (Módulo H de la E.T.S. de Ingeniería Informática)*

Profesores del curso:

- ★ *David Orellana Martín* (dorellana@us.es).
- ★ *Mario de J. Pérez Jiménez* (marper@us.es).

Horario y Aula:

- ★ *Jueves de 18:40 a 20:30 h (Del 13 de febrero al 5 de junio de 2025)*
- ★ *Aula H0.10 (Módulo H de la E.T.S. de Ingeniería Informática)*

Distribución de horas:

- ★ *1 crédito ECTS = 25 horas.*
- ★ *Asignatura de 3 créditos ECTS = 75 horas.*

Objetivos del curso

- * Estudio y análisis de la dinámica de **sistemas complejos**.

Objetivos del curso

- * Estudio y análisis de la dinámica de **sistemas complejos**.
 - ♣ Biología de sistemas.

Objetivos del curso

- * Estudio y análisis de la dinámica de **sistemas complejos**.
 - ♣ Biología de sistemas.
 - ♣ Dinámica de poblaciones (ecosistemas).

Objetivos del curso

- * Estudio y análisis de la dinámica de **sistemas complejos**.
 - ♣ Biología de sistemas.
 - ♣ Dinámica de poblaciones (ecosistemas).
- ★ **Modelización** matemática y computacional.

Objetivos del curso

- * Estudio y análisis de la dinámica de **sistemas complejos**.
 - ♣ Biología de sistemas.
 - ♣ Dinámica de poblaciones (ecosistemas).
- * **Modelización** matemática y computacional.
- * **Membrane Computing** como paradigma de la modelización computacional.

Objetivos del curso

- * Estudio y análisis de la dinámica de **sistemas complejos**.
 - ♣ Biología de sistemas.
 - ♣ Dinámica de poblaciones (ecosistemas).
- ★ **Modelización** matemática y computacional.
- ★ **Membrane Computing** como paradigma de la modelización computacional.
 - ♣ Aplicaciones a sistemas complejos reales.

Bloques temáticos del Proyecto Docente

* 1.- **Introducción.**

Bloques temáticos del Proyecto Docente

- * 1.- **Introducción.**
- * 2. **Modelización matemática de sistemas complejos** (aproximación clásica).

Bloques temáticos del Proyecto Docente

- * 1.- **Introducción.**
- * 2. **Modelización matemática de sistemas complejos** (aproximación clásica).
- * 3.- **Modelos estocásticos de sistemas biomoleculares** (aproximación clásica).

Bloques temáticos del Proyecto Docente

- * 1.- **Introducción.**
- * 2. **Modelización matemática de sistemas complejos** (aproximación clásica).
- * 3.- **Modelos estocásticos de sistemas biomoleculares** (aproximación clásica).
- * 4.- **Membrane Computing como marco para la modelización computacional.**

Bloques temáticos del Proyecto Docente

- * 1.- **Introducción.**
- * 2. **Modelización matemática de sistemas complejos** (aproximación clásica).
- * 3.- **Modelos estocásticos de sistemas biomoleculares** (aproximación clásica).
- * 4.- **Membrane Computing como marco para la modelización computacional.**
 - ★ **Aproximación estocástica.**
 - ★ **Aproximación probabilista.**

Bloques temáticos del Proyecto Docente

- * 1.- **Introducción.**
- * 2. **Modelización matemática de sistemas complejos** (aproximación clásica).
- * 3.- **Modelos estocásticos de sistemas biomoleculares** (aproximación clásica).
- * 4.- **Membrane Computing como marco para la modelización computacional.**
 - ★ **Aproximación estocástica.**
 - ★ **Aproximación probabilista.**
- * 5.- **Modelos estocásticos basados en sistemas de membranas. Aplicaciones.**

Bloques temáticos del Proyecto Docente

- * 1.- **Introducción.**
- * 2. **Modelización matemática de sistemas complejos** (aproximación clásica).
- * 3.- **Modelos estocásticos de sistemas biomoleculares** (aproximación clásica).
- * 4.- **Membrane Computing como marco para la modelización computacional.**
 - ★ **Aproximación estocástica.**
 - ★ **Aproximación probabilista.**
- * 5.- **Modelos estocásticos basados en sistemas de membranas. Aplicaciones.**
 - (a) **Rutas señalizadoras de proteínas.**
 - (b) **Comunicación inteligente de bacterias (quorum sensing).**
 - (c) **Sistemas de regulación de genes (Lac Operon).**

Bloques temáticos del Proyecto Docente

- * 1.- **Introducción.**
- * 2. **Modelización matemática de sistemas complejos** (aproximación clásica).
- * 3.- **Modelos estocásticos de sistemas biomoleculares** (aproximación clásica).
- * 4.- **Membrane Computing como marco para la modelización computacional.**
 - ★ **Aproximación estocástica.**
 - ★ **Aproximación probabilista.**
- * 5.- **Modelos estocásticos basados en sistemas de membranas. Aplicaciones.**
 - (a) **Rutas señalizadoras de proteínas.**
 - (b) **Comunicación inteligente de bacterias (quorum sensing).**
 - (c) **Sistemas de regulación de genes (Lac Operon).**
- * 6.- **Modelos probabilísticos basados en sistemas de membranas. Aplicaciones.**

Bloques temáticos del Proyecto Docente

- * 1.- **Introducción.**
- * 2. **Modelización matemática de sistemas complejos** (aproximación clásica).
- * 3.- **Modelos estocásticos de sistemas biomoleculares** (aproximación clásica).
- * 4.- **Membrane Computing como marco para la modelización computacional.**
 - ★ **Aproximación estocástica.**
 - ★ **Aproximación probabilista.**
- * 5.- **Modelos estocásticos basados en sistemas de membranas. Aplicaciones.**
 - (a) **Rutas señalizadoras de proteínas.**
 - (b) **Comunicación inteligente de bacterias (quorum sensing).**
 - (c) **Sistemas de regulación de genes (Lac Operon).**
- * 6.- **Modelos probabilísticos basados en sistemas de membranas. Aplicaciones.**
 - (a) **Especies en peligro de extinción**
 - (b) **Especies exóticas invasoras: Planes de gestión y control.**

Bloques temáticos del Proyecto Docente

- * 1.- **Introducción.**
- * 2. **Modelización matemática de sistemas complejos** (aproximación clásica).
- * 3.- **Modelos estocásticos de sistemas biomoleculares** (aproximación clásica).
- * 4.- **Membrane Computing como marco para la modelización computacional.**
 - ★ **Aproximación estocástica.**
 - ★ **Aproximación probabilista.**
- * 5.- **Modelos estocásticos basados en sistemas de membranas. Aplicaciones.**
 - (a) **Rutas señalizadoras de proteínas.**
 - (b) **Comunicación inteligente de bacterias (quorum sensing).**
 - (c) **Sistemas de regulación de genes (Lac Operon).**
- * 6.- **Modelos probabilísticos basados en sistemas de membranas. Aplicaciones.**
 - (a) **Especies en peligro de extinción**
 - (b) **Especies exóticas invasoras: Planes de gestión y control.**
- * 7.- **Software para la simulación de modelos computacionales basados en sistemas de membranas.**

Bloques temáticos del Proyecto Docente

- * 1.- **Introducción.**
- * 2. **Modelización matemática de sistemas complejos** (aproximación clásica).
- * 3.- **Modelos estocásticos de sistemas biomoleculares** (aproximación clásica).
- * 4.- **Membrane Computing como marco para la modelización computacional.**
 - ★ **Aproximación estocástica.**
 - ★ **Aproximación probabilista.**
- * 5.- **Modelos estocásticos basados en sistemas de membranas. Aplicaciones.**
 - (a) **Rutas señalizadoras de proteínas.**
 - (b) **Comunicación inteligente de bacterias (quorum sensing).**
 - (c) **Sistemas de regulación de genes (Lac Operon).**
- * 6.- **Modelos probabilísticos basados en sistemas de membranas. Aplicaciones.**
 - (a) **Especies en peligro de extinción**
 - (b) **Especies exóticas invasoras: Planes de gestión y control.**
- * 7.- **Software para la simulación de modelos computacionales basados en sistemas de membranas.**
 - (a) **P-Lingua.**
 - (b) **MeCoSim.**
 - (c) **Aceleración de simuladores: GPU.**

Diario de clase

Diario de clase

- ★ Sesión 1: **Presentación del curso** (13-02-2025).
- ★ Sesión 2: **Sistemas dinámicos complejos** (20-02-2025).
- ★ Sesión 3: **Modelización matemática de sistemas dinámicos complejos** (27-02-2025).
- ★ Sesión 4: **Estudio de sistemas biomoleculares: aproximación clásica** (06-03-2025).
- ★ Sesión 5: **Modelización computacional de sistemas dinámicos complejos: Un marco bioinspirado** (13-03-2025).
- ★ Sesión 6: **Nociones básicas de Biología Celular** (20-03-2025).
- ★ Sesión 7: **Estudio de rutas señalizadoras de proteínas (I)** (27-04-2025).
- ★ Sesión 8: **Estudio de rutas señalizadoras de proteínas (II)** (03-04-2025).
- ★ Sesión 9: **Sistemas de regulación de genes en células procariotas: El Operón Lactosa en E. coli** (10-04-2025).
- ★ Sesión 10: **Estudio de especies en peligro de extinción (I)** (24-04-2025).
- ★ Sesión 11: **Estudio de especies en peligro de extinción (II)** (15-05-2025).
- ★ Sesión 12: **Diseño de planes de gestión y control de especies exóticas invasoras** (22-05-2025).
- ★ Sesión 13: **Software para la simulación de modelos computacionales en Membrane Computing** (29-05-2025).
- ★ Sesión 14: **Presentación de trabajos:** (05-06-2025).
- ★ Sesión 16: **Examen Final:** Convocatoria Oficial (09-06-2025).

Referencias bibliográficas

- * B. Alberts. *Biología molecular de la célula*, Sexta edición actualizada. Editorial Omega, ISBN 978-84-282-1638-8, 2016, III+1472 páginas.
- * G. Ciobanu, Gh. Păun, M.J. Pérez-Jiménez (eds.) *Applications of Membrane Computing*. Natural Computing Series, Springer, ISBN 978-3-540-25017-3, 2006, X + 441 pages.
- * A. Ehrenfeucht, T. Harju, I. Petre, D.M. Prescott, G. Rozenberg. *Computing in living cells. Gene assembly in ciliates*. Natural Computing Series, Springer, ISBN 3-540-40795-2, 2004, XIV + 201 pages.
- * P. Frisco, M. Gheorghe, M. J. Pérez-Jiménez (eds.) *Applications of Membrane Computing in Systems and Synthetic Biology*. Series: Emergence, Complexity and Computation, Volume 7. Springer International Publishing, Hardcover ISBN 978-3-319-03190-3, 2014, XVII + 266 pages.
- * Gh. Păun. *Membrane Computing. An introduction*. Natural Computing Series, Springer, ISBN 3-540-43601-4, 2002, XI + 419 pages.
- * Gh. Păun, G. Rozenberg, A. Salomaa (eds.) *The Oxford Handbook of Membrane Computing*, Oxford University Press, ISBN 978-0-19-955667-0, 2010, XVIII + 692 pages.
- * T. Song, P. Zheng, M.L.D. Wong, X. Wang (eds.) *Bio-Inspired Computing Models and Algorithms*. World Scientific Publishing Compan, ISBN 978-9813143173, 2019, 300 pages.
- * G. Zhang, M.J. Pérez-Jiménez, M. Gheorghe. *Real-life applications with Membrane Computing*. Series: Emergence, Complexity and Computation, Volume 25. Springer International Publishing, Hardcover ISBN 978-3-319-55987-2, 2017, X + 367 pages

Sistema de evaluación

A. Evaluación alternativa

- * Elaboración y defensa de un trabajo propuesto por el alumno (5 de junio de 2025).

B. Examen de evaluación final

- * Prueba escrita de 2 horas de duración sobre los contenidos impartidos en el curso (9 de junio de 2025).

Página web de la asignatura

<http://www.cs.us.es/cursos/armb-2024/>