

Introducción a la Ecología Teórica

Definiciones

- La ecología teórica:
 - Cuerpo general de conocimientos para usar modelos matemáticos y computacionales al estudio de sistemas ecológicos.
 - Fines: comprender y predecir.

- ¿Por qué utilizar modelos matemáticos?
- Brindan un marco para probar hipótesis y teorías.
- Permiten explorar interacciones complejas, predecir patrones y el curso de procesos ecológicos.

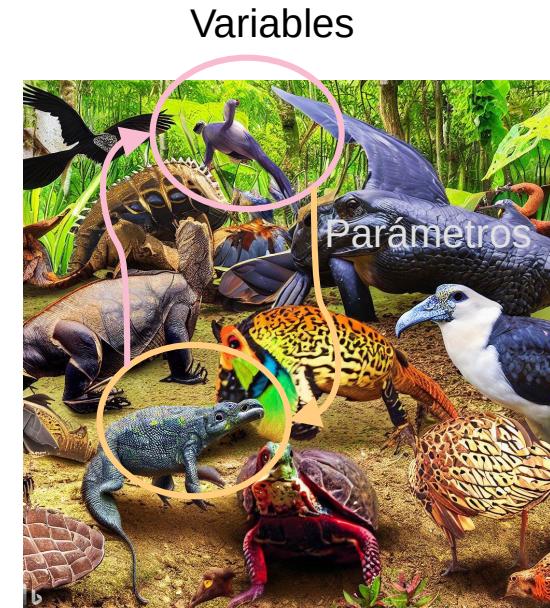
Niveles de organización

- Población: dinámica
- Comunidad: interacciones y dinámicas entre especies
- Ecosistema: flujo de energía y nutrientes



Elementos de los Modelos Ecológicos

- Ecuaciones: Expresión matemática que describe la relación entre variables y parámetros
- Variables: Componentes cuantificables del sistema ecológico.
- Parámetros: Valores que regulan la intensidad de las relaciones entre variables.



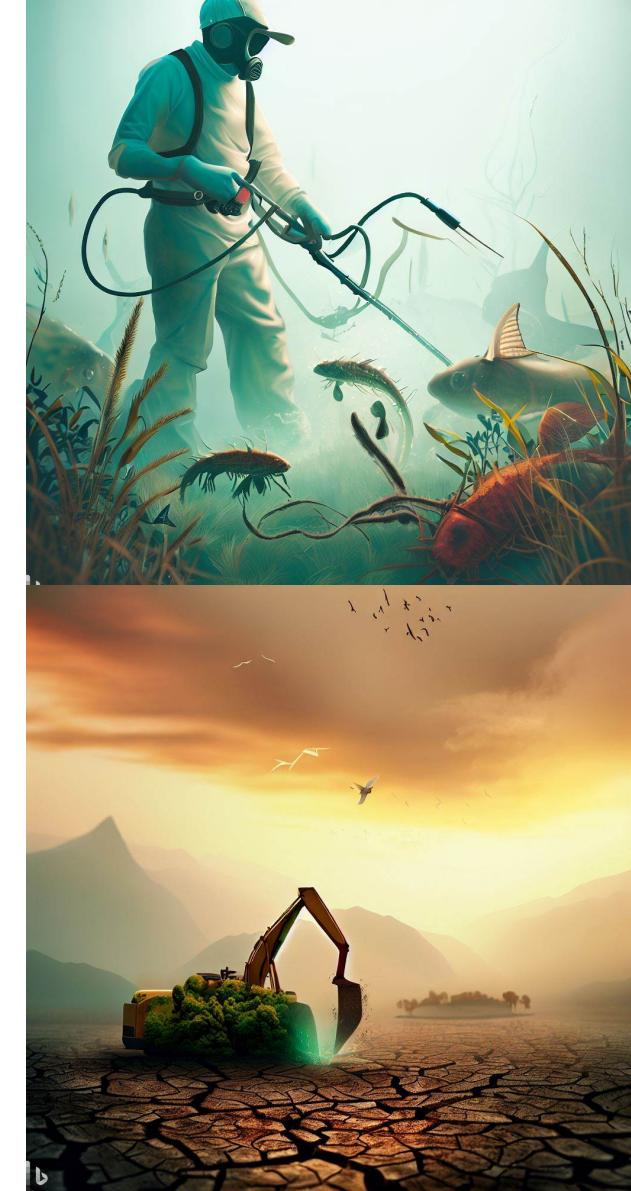
Aplicaciones de la Ecología Teórica

- **Biología de la Conservación, predicción de impactos:**
 - Pérdida de hábitat
 - Especies invasoras
 - Cambio climático



Aplicaciones de la Ecología Teórica

- **Control de Plagas**
 - Desarrollar de estrategias de manejo
- Minimizar los daños a ecosistemas



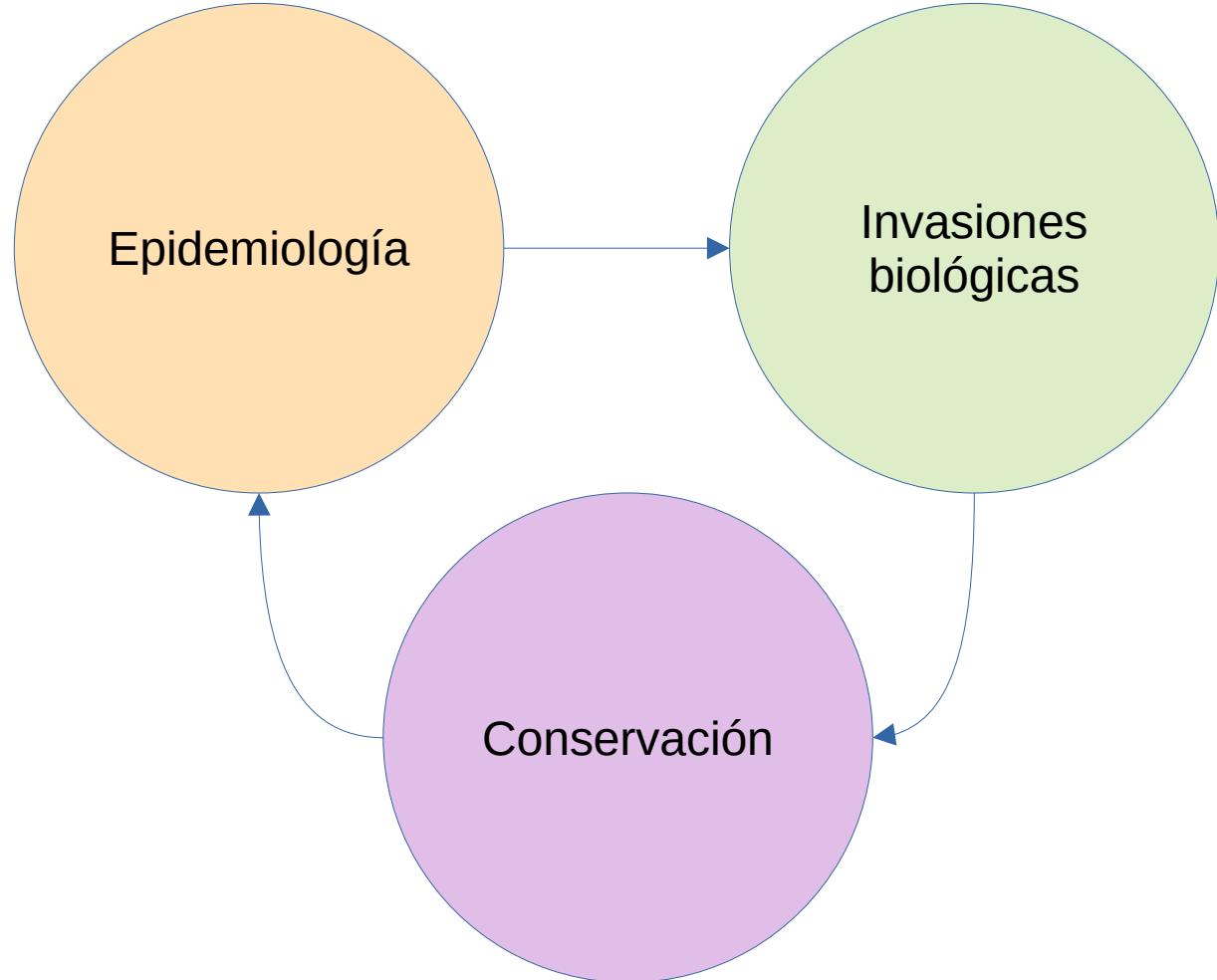
Aplicaciones de la Ecología Teórica

- Epidemiología
- Entender proceso de transmisión y propagación de enfermedades infecciosas
- Evaluar medidas de control
- Predecir impactos y curso de enfermedad



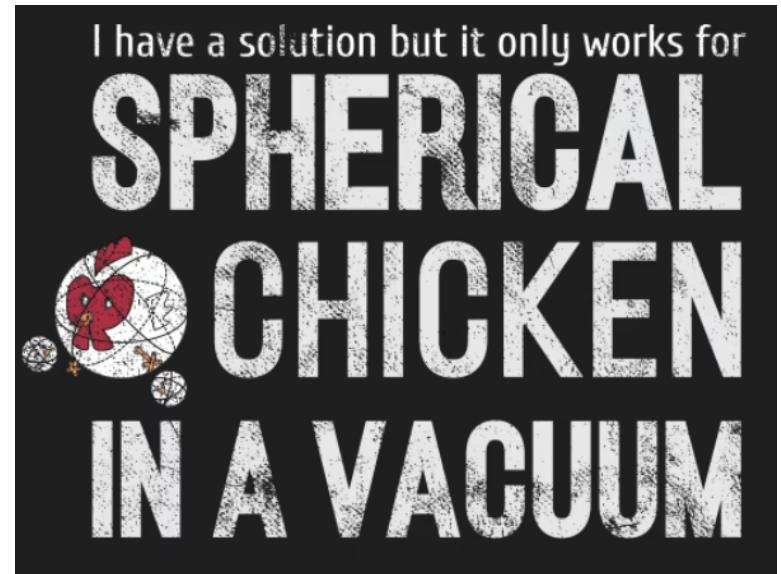
Todas las combinaciones de aplicaciones son posibles:

Uso de modelos epidemiológicos para prevenir enfermedades infecciosas en especies amenazadas. p. ej.



Desafíos y Limitaciones

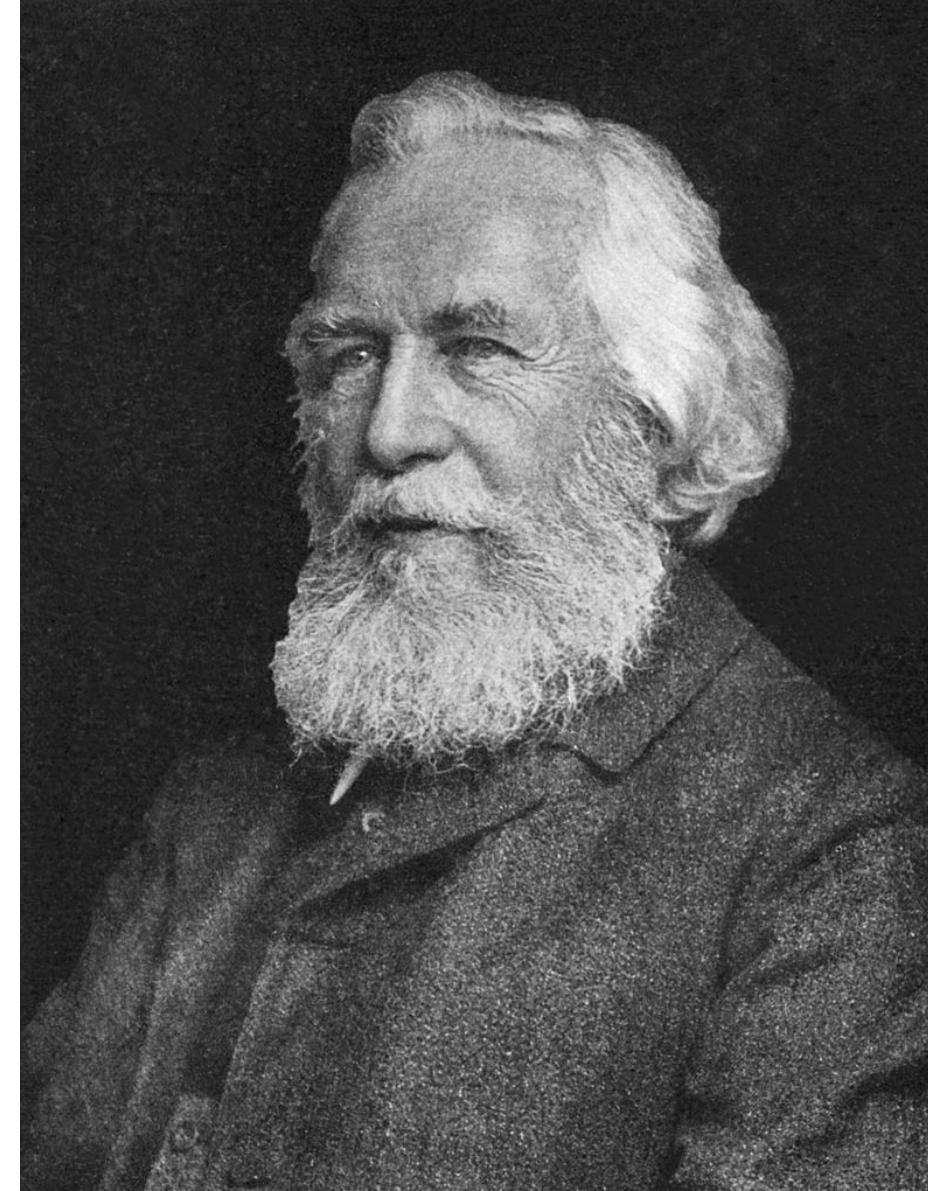
- **Simplificaciones**
 - Pasan por alto muchos detalles
- **Requisitos de Datos**
 - Generalmente son poco confiables
- **Incertidumbre**
 - Sistemas ecológicos son inherentemente inciertos
 - Aumenta por simplificaciones y carencia de datos



Historia

Los Precursores de la Ecología Teórica

Ernst Haeckel: Introdujo el término "ecología". Destacó la interdependencia entre los organismos y su entorno.

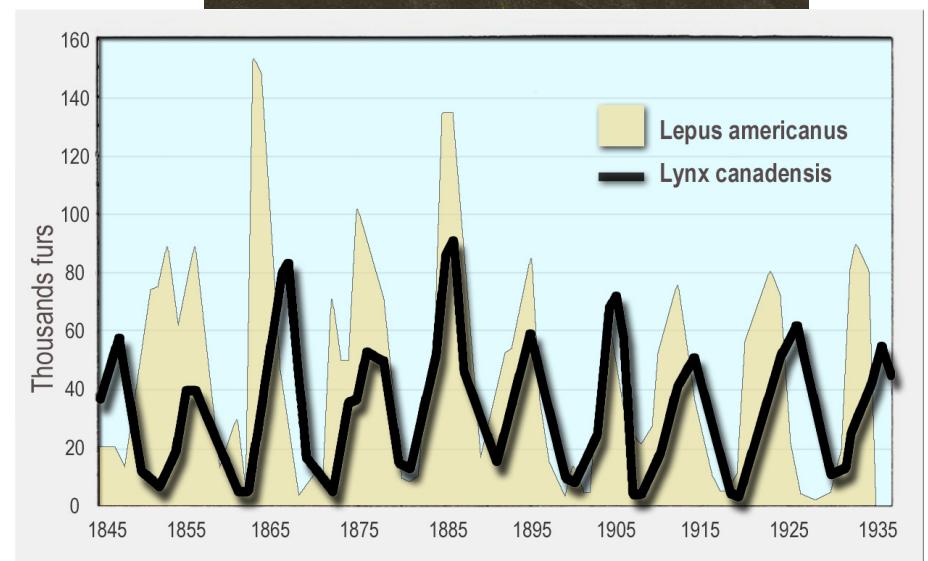
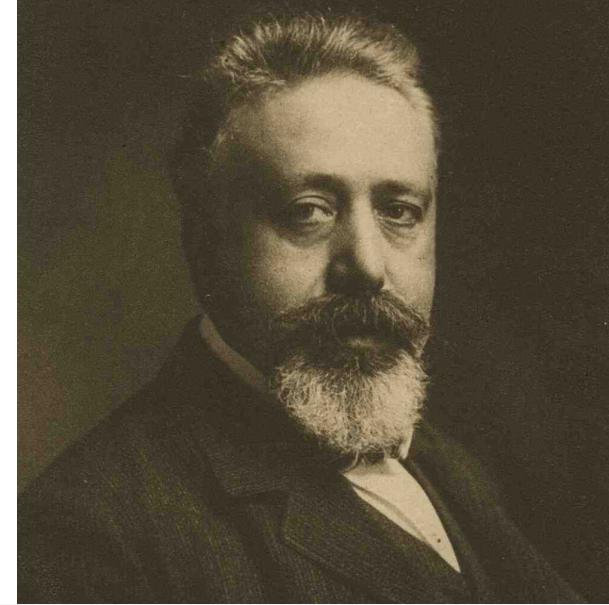


Como muchos personajes de su época, creía en y defendía la eugenesia



Vito Volterra

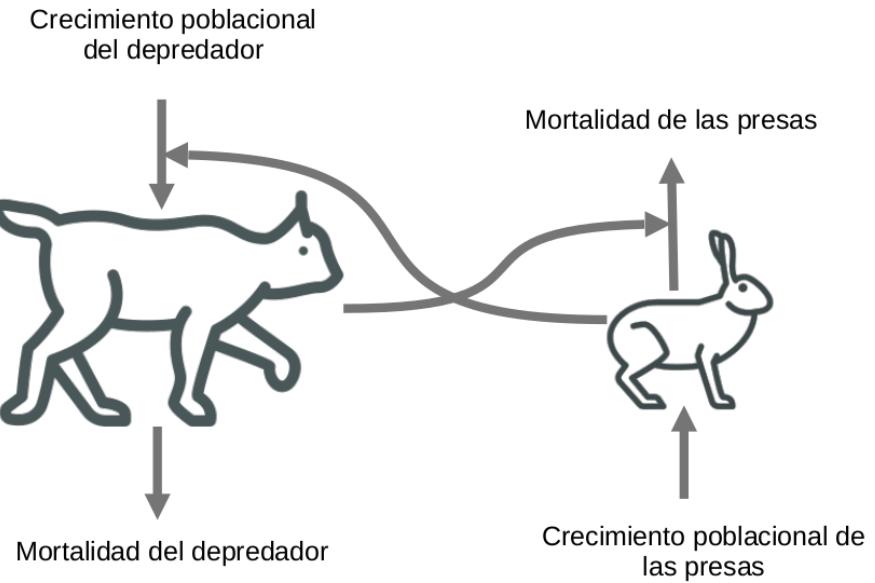
- En la década de 1920, formuló modelos matemáticos para describir las interacciones depredador-presa
- Densidades poblacionales interdependientes generan oscilaciones



Primeros Desarrollos en Modelos Ecológicos

Alfred J. Lotka

- En 1925, desarrolló ecuaciones diferenciales para describir el crecimiento y la interacción de poblaciones.

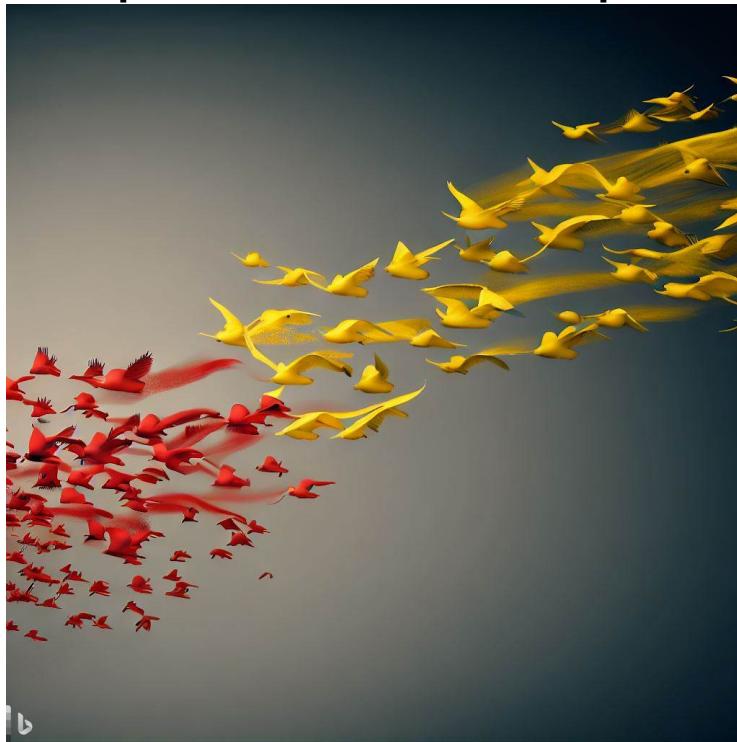


$$\frac{dx}{dt} = \alpha x - \beta xy$$
$$\frac{dy}{dt} = \delta xy - \gamma y$$

Georgy F. Gause

En los 1930s, propuso el principio de exclusión competitiva (“ley” de Gause)

Experimentos con protozoos



Especies que explotan mismo recurso, no sobreviven juntas

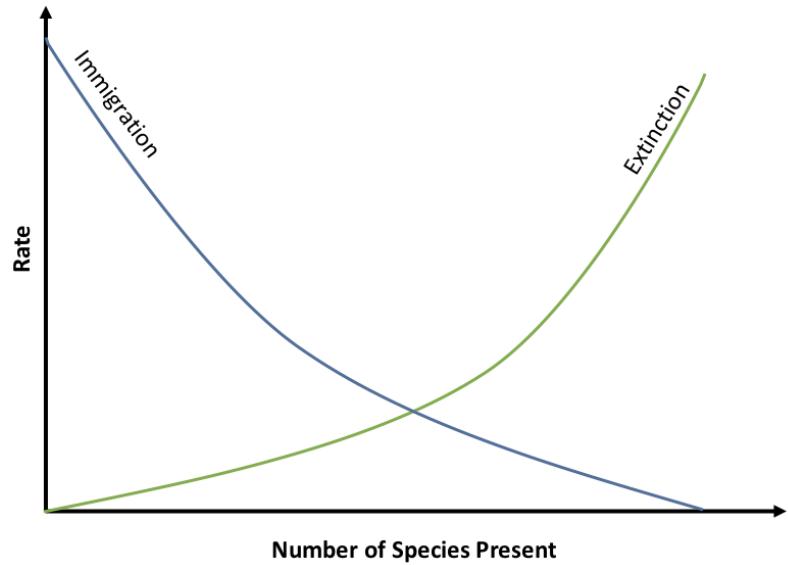
Sólo se presenta en ciertos organismos y circunstancias

- Gorriones → sí
- Zooplankton → no
- Variación temporal de recursos → no

Dinámicas depredador-presa son un tipo de exclusión competitiva

Auge durante años 50

- Robert MacArthur y Edward O Wilson
 - Introdujeron modelos de competencia
 - Desarrollaron teoría de la partición de recursos
 - Pioneros de la biogeografía de islas y concepto de nicho ecológico.



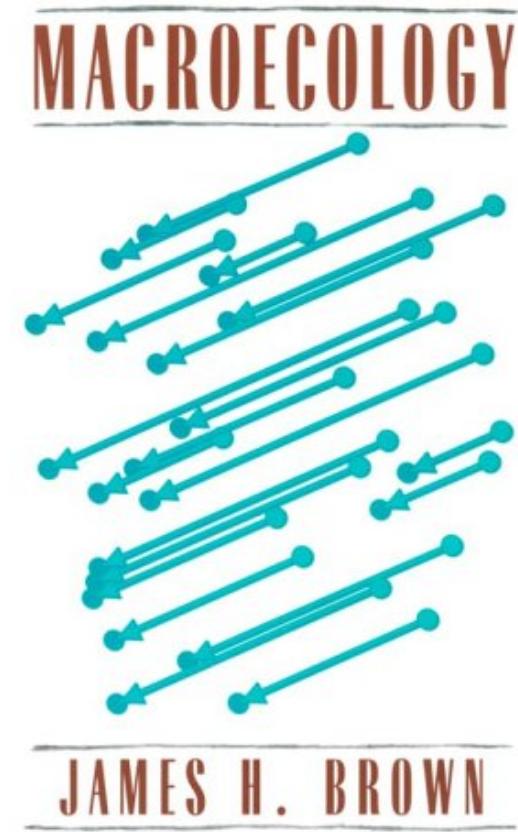
Representación de
equilibrio entre inmigración
y extinción

Modelos Ecológicos Avanzados

James H. Brown

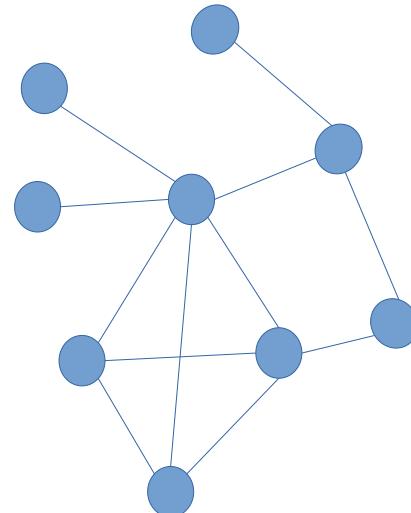
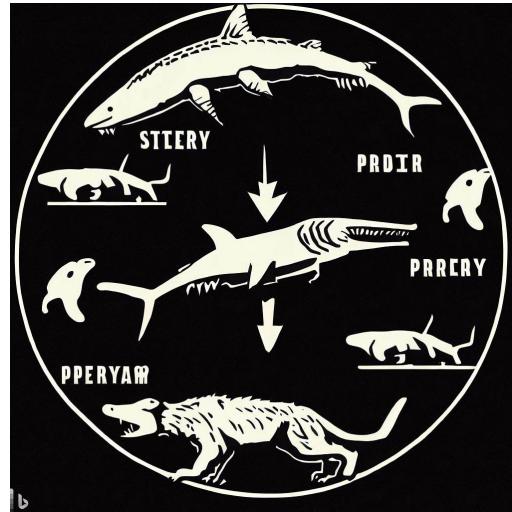
Teoría macroecológica

- Distribución y abundancia de especies a gran escala
- Propuso modelos que representan mecanismos



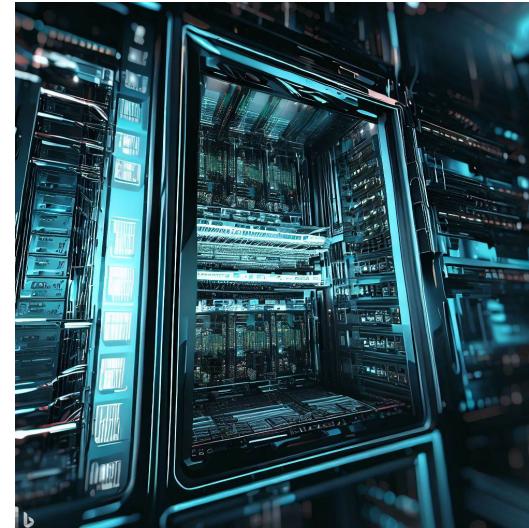
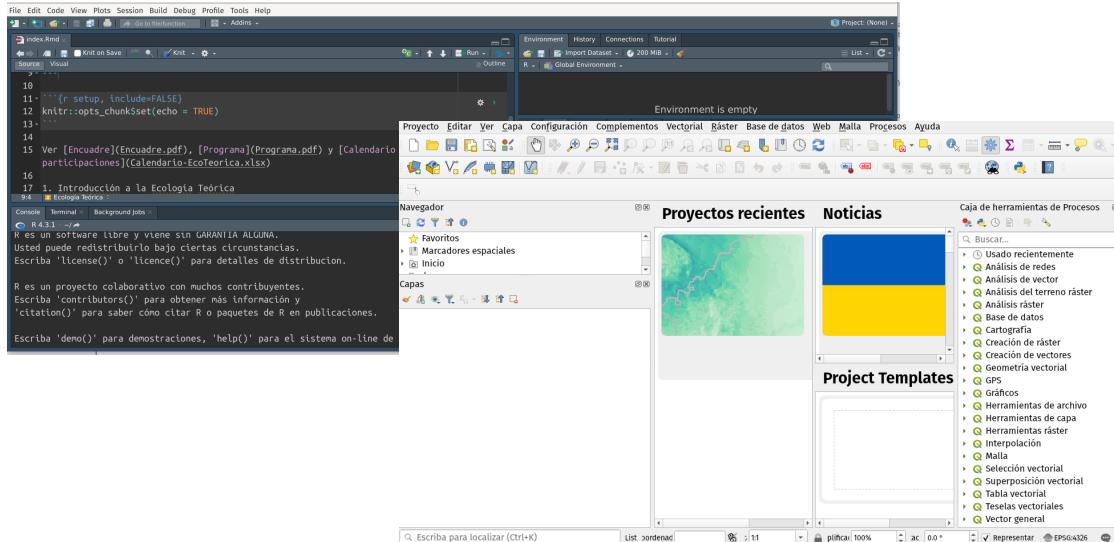
Simon Levin

Promovió la teoría de sistemas complejos y los modelos de redes ecológicas.

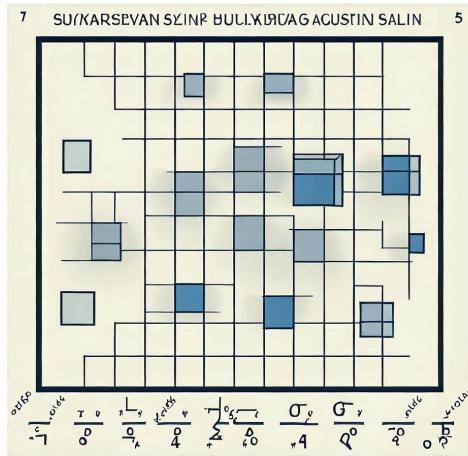


Avances en Tecnología y Métodos

Computadoras y Software: El uso creciente de computadoras permitió la simulación de modelos complejos y el análisis estadístico de datos.



- **Estadística Avanzada:** La aplicación de métodos estadísticos sofisticados permitió el ajuste de modelos y la inferencia robusta.



$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)}$$

La Ecología Teórica en el Siglo XXI

- Interdisciplinariedad: La ecología teórica se ha integrado con otras disciplinas como la genética, la biología evolutiva y la física.





- **Modelos Basados en Datos:** El uso de grandes conjuntos de datos y técnicas de aprendizaje automático ha ampliado las capacidades predictivas de los modelos.

Contribuciones de la Ecología Teórica

- Comprender las Interacciones Ecológicas: Los modelos han ayudado a desentrañar las complejas interacciones entre especies y su impacto en las comunidades.
- Gestión de Recursos Naturales: La ecología teórica ha proporcionado herramientas para la gestión sostenible de ecosistemas y la conservación de la biodiversidad.

Desafíos y Futuro de la Ecología Teórica

- Incorporación de la Incertidumbre: Los modelos deben abordar la variabilidad y la incertidumbre en los datos y las predicciones.
- Escalas Espaciales y Temporales: La ecología teórica enfrenta el desafío de abordar fenómenos a diferentes escalas espaciales y temporales.

En resumen...

- La ecología teórica ha experimentado un desarrollo significativo a lo largo del tiempo, proporcionando una base matemática para comprender los sistemas ecológicos.
- Los modelos matemáticos han ampliado nuestra comprensión de las interacciones ecológicas y han informado la toma de decisiones en la gestión de recursos naturales.
- El futuro de la ecología teórica se centra en la incorporación de la incertidumbre y el abordaje de fenómenos complejos a diferentes escalas.