2.2 Biología: Simulaciones de Vibe-Coding en el Aula

Dinámica Depredador-Presa (modelo de Lotka-Volterra)

Asignatura: Biología · **Curso:** 9 (14-15 años) · **Duración:** 1 clase doble (90 min) · **IA:** Aprender **CON** IA

Competencias relacionadas con la IA (Marco DUAL.AI.TEACHer) – nivel docente	**Objetivos de aprendizaje específicos de la asignatura – nivel del alumnado**
AF-TL-2b *(Fundamentos y aplicaciones de la IA × Enseñanza y Aprendizaje, Nivel 2 – Implementación Reflexiva)*: «El profesorado puede organizar elementos de la clase que integren el uso de la IA con roles pedagógicos claros y estrategias para verificar los elementos del resultado.» **AF-FC-2b** *(Fundamentos y aplicaciones de la IA × Facilitar la Competencia Digital (en IA) del Alumnado, Nivel 2 – Implementación Reflexiva)*: «El profesorado puede aplicar orientaciones que ayuden al alumnado a desarrollar habilidades prácticas de IA, adaptando las tareas a los conocimientos previos del alumnado y a las herramientas de IA disponibles.»	Al final de la clase, el alumnado podrá: • describir las variables clave (población de presas, población de depredadores) y los parámetros (tasa de crecimiento, tasa de depredación, eficiencia de conversión, tasa de mortalidad) del modelo de Lotka-Volterra; • formular y comprobar hipótesis sobre la dinámica de poblaciones utilizando una simulación interactiva; • ampliar una simulación existente con capas adicionales de complejidad ecológica (por ejemplo, una capacidad de carga, una segunda especie, un factor estacional) escribiendo prompts estructurados para un modelo de lenguaje de IA; • evaluar críticamente los supuestos y las limitaciones del modelo (Naturaleza de la Ciencia), incluyendo por qué introducir aleatoriedad o un factor adicional puede desestabilizarlo.

> **Mensaje clave:** El alumnado no necesita programar desde cero. Leer y probar una simulación ya existente y, después, usar un LLM para añadir una capa de realismo ecológico cada vez, es suficiente para construir una comprensión genuina de un modelo biológico dinámico — y, tarde o temprano, para descubrir

> por sí mismo exactamente dónde ese modelo alcanza sus límites.



Fig. 1: «Dinámica depredador-presa (modelo de Lotka-Volterra)» (imagen generada con IA, ChatGPT GPT Image 2)

Contenido

Los modelos matemáticos y las simulaciones informáticas son herramientas especialmente valiosas en ecología, porque permiten expresar sistemas muy complejos mediante ecuaciones matemáticas. Esto hace posible realizar experimentos *in silico* y comprobar hipótesis sobre el modelo en situaciones donde un experimento real resultaría demasiado costoso, demasiado lento, éticamente difícil o directamente peligroso. Manipular una población real de depredadores, por ejemplo, rara vez es una opción. Al mismo tiempo, todo modelo es necesariamente una simplificación de la realidad, y es precisamente ahí donde residen sus debilidades: los ecosistemas reales son mucho más complejos de lo que cualquier modelo puede llegar a capturar por completo.

El modelo de Lotka-Volterra es un ejemplo clásico de este tipo de simplificación aplicada a la dinámica depredador-presa. Representa el sistema mediante dos variables de estado (el tamaño de la población de presas y de depredadores) y cuatro parámetros (la tasa de crecimiento intrínseca de las presas, el coeficiente de tasa de depredación, la tasa de reproducción del depredador por presa consumida y la tasa de mortalidad del depredador). Bajo sus supuestos idealizados, el modelo predice oscilaciones periódicas y sostenidas en las que los cambios en la población de depredadores van por detrás de los de la población de presas. Este comportamiento surge de un bucle de retroalimentación: a medida que aumenta la población de presas, hay más alimento disponible para los depredadores, lo que permite que su población crezca. El aumento de

la depredación hace entonces que la población de presas disminuya, lo que reduce el alimento disponible para los depredadores y provoca un descenso de su población. Con menos depredadores, la población de presas puede recuperarse, y el ciclo vuelve a empezar.

Para producir este ciclo limpio, el modelo asume varios supuestos fuertes. Es **determinista** (los mismos valores iniciales siempre producen exactamente la misma curva); es un **sistema cerrado de dos especies** que excluye todo factor abiótico (temperatura, precipitación, estación) y todo otro factor biótico (plantas de las que se alimentan las presas, una tercera especie, enfermedades); y hace que el crecimiento de cada población dependa únicamente del tamaño de la otra población.

Las poblaciones reales rara vez cumplen estos supuestos. Los nacimientos, las muertes y los encuentros están sujetos al azar, y una versión estocástica (aleatoria) del mismo modelo tiende a alejarse del ciclo limpio e incluso puede colapsar (por ejemplo, con la extinción de la población de depredadores) en casos en los que la versión determinista predice una oscilación estable. Del mismo modo, añadir un único factor que faltaba (por ejemplo, una tasa de crecimiento dependiente de la temperatura, o un límite en el propio suministro de alimento de las presas) suele bastar para romper el ciclo limpio de dos variables. Esto no es un defecto que haya que ocultar al alumnado, es la lección central sobre la Naturaleza de la Ciencia de esta actividad. Un modelo puede ser genuinamente útil y, al mismo tiempo, seguir siendo una aproximación deliberadamente limitada de la realidad, y usarlo bien significa saber exactamente qué factores deja fuera. En la actividad principal de esta clase, el alumnado lo descubre por sí mismo intentando añadir precisamente este tipo de factores.

Plan de clase

Fase	Tiempo	Actividad
Introducción	8 min	El profesorado muestra una gráfica sin etiquetar de una serie de datos reales depredador-presa (por ejemplo, lince/liebre); el alumnado describe el patrón y formula primeras hipótesis.
Explicación	12 min	El profesorado presenta las variables y los parámetros del modelo mediante un diagrama sencillo (sin necesidad de ecuaciones diferenciales).
Exploración	15 min	El alumnado pone a prueba sus hipótesis por parejas en una simulación HTML ya preparada y registra sus observaciones.
Adaptación	35 min	Por parejas, el alumnado trabaja durante 2-3 rondas de *predecir → formular prompt → probar → diagnosticar* (preguntas guía más abajo), pidiendo cada vez al LLM que añada una capa más de realismo ecológico a la simulación (un límite al suministro de alimento de las presas, una segunda especie, un factor estacional/abiótico) hasta que el ciclo limpio de dos variables se rompa visiblemente.
Reflexión	20 min	Debate en gran grupo, guiado por preguntas como: ¿En qué ronda dejó la simulación de producir un ciclo limpio y repetitivo? ¿Qué deja fuera deliberadamente el modelo original, y por qué? ¿Qué lo convierte en una simplificación útil y no simplemente en algo erróneo?

Preguntas guía: añadiendo capas de complejidad

Por parejas, trabajad en tantas de las siguientes rondas como el tiempo permita en los 35 minutos (la mayoría completa dos; la tercera es una ampliación para quienes terminen antes). Cada ronda sigue el mismo ciclo de cuatro pasos:

1. **Ronda 1 — limitar el suministro de alimento de las presas (una capacidad de carga):**
   - *Predecir:* Antes de empezar a escribir el prompt, preguntaos: ¿qué esperáis que le ocurra al ciclo si el crecimiento de las presas se ralentiza al hacerse grande la población, en lugar de crecer sin límite? Dibujad la curva que esperáis.
   - *Prompt:* Pedid a la IA que añada una población máxima sostenible de presas a la simulación, y que explique con sus propias palabras cómo cambió la ecuación de crecimiento para conseguirlo.
   - *Probar y comparar:* Ejecutad la nueva simulación con los mismos valores iniciales que antes. Comparad la simulación anterior con la nueva: ¿cómo cambiaron las variables? ¿Por qué?
   - *Diagnosticar:* ¿Qué supuesto del modelo original (alimento ilimitado para las presas) acabáis de eliminar? ¿Es este factor biótico o abiótico?
2. **Ronda 2 — añadir otro factor (biótico o abiótico):**
   - *Predecir:* Si ahora una tercera especie compite con las presas por el alimento, o también se alimenta de ellas, o si el crecimiento de las presas depende ahora de la temperatura, ¿qué esperáis que le ocurra al ciclo original de dos especies?
   - *Prompt:* Elegid otro factor y escribid un prompt pidiendo a la IA que lo añada como una nueva variable vinculada a las ya existentes, especificando exactamente cómo debe interactuar con la población de presas o de depredadores.
   - *Probar y comparar:* Observad la simulación durante varios ciclos. ¿Sobrevive el ritmo original de las dos especies, se distorsiona o desaparece?
   - *Diagnosticar:* El modelo original asumía que cada población depende únicamente de la otra. ¿Sigue siendo cierto tras esta ronda? ¿Qué relación ecológica real representa vuestro nuevo factor?
3. **Ronda opcional 3 — introducir aleatoriedad:**
   - *Predecir:* Si un parámetro (por ejemplo, la tasa de depredación) ya no es fijo, sino que se elige al azar dentro de un rango en cada paso temporal, ¿qué esperáis para la estabilidad a largo plazo de las poblaciones?
   - *Prompt:* Pedid a la IA que sustituya un parámetro constante por un valor aleatorio y que registre si alguna de las dos poblaciones llega a cero.
   - *Probar y comparar:* Ejecutad la simulación varias veces con los mismos ajustes. ¿Obtenéis el mismo resultado cada vez? ¿Llega a colapsar alguna población?
   - *Diagnosticar:* ¿Por qué los mismos valores de parámetro «promedio» pueden llevar a veces a la extinción aquí, cuando el modelo determinista nunca lo predijo?

Pregunta de cierre (para la fase de Reflexión): ¿En qué ronda dejó la simulación de producir un ciclo limpio y repetitivo, y qué os dice eso sobre cuántos factores del mundo real tiene que dejar fuera el modelo original de Lotka-Volterra para seguir siendo resoluble y fácil de interpretar?

Materiales

- Un portátil por pareja de alumnos, con navegador
- Acceso a una interfaz de chat de LLM a través de internet, o un modelo instalado localmente si el acceso a internet está restringido en el centro
- Simulación depredador-presa en HTML ya preparada (archivo único, con controles deslizantes para parámetros seleccionados)
- Una plantilla breve de prompting/ficha de trabajo para las rondas de «añadir capas de complejidad» (predecir → prompt → probar → diagnosticar)
- Preguntas guía para la fase de exploración y la reflexión sobre la Naturaleza de la Ciencia (finalidad del modelo frente a límites del modelo)

Revision #5
Created 2026-09-01 09:14:59 UTC by Alexander
Updated 2026-10-29 14:15:13 UTC by Jannik