2.2 Bioloxía: simulacións con vibe coding na aula

Dinámica depredador-presa (modelo de Lotka-Volterra)

Materia: Bioloxía · **Curso:** 9.º (14–15 anos) · **Duración:** 1 sesión dobre (90 min) · **IA:** Aprender **COA** IA

Competencias relacionadas coa IA (marco DUAL.AI.TEACHer) – nivel docente	Obxectivos de aprendizaxe específicos da materia – nivel do alumnado
AF-TL-2b *(Fundamentos e aplicacións da IA × Ensino e aprendizaxe, nivel 2 – Implementación reflexiva)* : «Os docentes poden organizar elementos da sesión que integren o uso da IA con funcións pedagóxicas claras e estratexias para verificar os resultados.» **AF-FC-2b** *(Fundamentos e aplicacións da IA × Fomento da competencia dixital (en IA) do alumnado, nivel 2 – Implementación reflexiva)*: «Os docentes poden aplicar unha orientación que axude o alumnado a desenvolver habilidades prácticas en IA, adaptando as tarefas aos coñecementos previos do alumnado e ás ferramentas de IA dispoñibles.»	Ao final da sesión, o alumnado é capaz de: • describir as variables clave (poboación de presas, poboación de depredadores) e os parámetros (taxa de crecemento, taxa de depredación, eficiencia de conversión, taxa de mortalidade) do modelo de Lotka-Volterra; • formular e comprobar hipóteses sobre a dinámica de poboacións mediante unha simulación interactiva; • ampliar unha simulación existente con capas adicionais de complexidade ecolóxica (p. ex., unha capacidade de carga, unha segunda especie, un factor estacional) redactando instrucións (prompts) estruturadas para un modelo de linguaxe de IA; • avaliar criticamente os supostos e as limitacións do modelo (natureza da ciencia), incluído por que a introdución do azar ou dun factor adicional pode desestabilizalo.

> **Mensaxe clave:** O alumnado non precisa programar desde cero. Ler e probar unha simulación existente e despois usar un LLM para engadir unha capa de realismo ecolóxico de cada vez abonda para construír unha comprensión auténtica dun modelo biolóxico dinámico e, tarde ou cedo, para descubrir por si

> mesmo onde chega exactamente ese modelo aos seus límites.



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

Contido

Os modelos matemáticos e as simulacións por ordenador son ferramentas especialmente valiosas en ecoloxía, porque poden expresar sistemas moi complexos mediante ecuacións matemáticas. Isto permite realizar experimentos *in silico* e comprobar hipóteses no modelo en situacións nas que un experimento real sería demasiado custoso, demasiado lento, eticamente problemático ou directamente perigoso. Manipular unha poboación real de depredadores, por exemplo, raramente é unha opción. Ao mesmo tempo, todo modelo é necesariamente unha simplificación da realidade, e é xusto aí onde residen as súas debilidades: os ecosistemas reais son moito máis complexos do que ningún modelo pode recoller por completo.

O modelo de Lotka-Volterra é un exemplo clásico desta simplificación aplicada á dinámica depredador-presa. Representa o sistema mediante dúas variables de estado (o tamaño das poboacións de presas e de depredadores) e catro parámetros (a taxa de crecemento intrínseca das presas, o coeficiente de depredación, a taxa de reprodución do depredador por presa consumida e a taxa de mortalidade do depredador). Baixo os seus supostos idealizados, o modelo predí oscilacións periódicas sostidas nas que os cambios na poboación de depredadores van con atraso respecto dos da poboación de presas. Este comportamento xorde dun ciclo de retroalimentación: cando aumenta a poboación de presas, os depredadores dispoñen de máis alimento e a súa poboación pode crecer. O aumento da depredación provoca despois o descenso da poboación de

presas, o que reduce o alimento dos depredadores e leva a un descenso da súa poboación. Con menos depredadores, a poboación de presas pode recuperarse e o ciclo comeza de novo.

Para producir este ciclo tan limpo, o modelo fai varios supostos fortes. É **determinista** (os mesmos valores iniciais producen sempre exactamente a mesma curva); é un **sistema pechado de dúas especies** que exclúe todo factor abiótico (temperatura, precipitación, estación) e todo outro factor biótico (plantas das que se alimentan as presas, unha terceira especie, enfermidades); e fai que o crecemento de cada poboación non dependa de nada máis que do tamaño da outra poboación.

As poboacións reais raramente cumpren estes supostos. Os nacementos, as mortes e os encontros están suxeitos ao azar, e unha versión estocástica (aleatorizada) do mesmo modelo tende a afastarse do ciclo limpo e mesmo pode colapsar (p. ex., coa extinción da poboación de depredadores) en casos nos que a versión determinista predí unha oscilación estable. Do mesmo xeito, engadir un só factor ausente (p. ex., unha taxa de crecemento dependente da temperatura ou un límite no propio alimento das presas) adoita bastar para romper o ciclo limpo de dúas variables. Isto non é un defecto que haxa que ocultarlle ao alumnado: é a lección central sobre a natureza da ciencia desta actividade. Un modelo pode ser realmente útil e, aínda así, ser unha aproximación deliberadamente limitada da realidade; usalo ben significa saber exactamente que factores deixa fóra. Na actividade principal desta sesión, o alumnado descóbreo por si mesmo ao tentar engadir precisamente este tipo de factores.

Programación da sesión

Fase	Tempo	Actividade
Introducción	8 min	O docente mostra un gráfico sen rótulos dunha serie real de datos depredador-presa (p. ex., lince/lebre); o alumnado describe o patrón e formula as primeiras hipóteses.
Presentación	12 min	O docente presenta as variables e os parámetros do modelo mediante un diagrama sinxelo (non fan falta ecuacións diferenciais).
Exploración	15 min	Por parellas, o alumnado comproba as súas hipóteses nunha simulación HTML xa feita e rexistra as súas observacións.
Adaptación	35 min	Por parellas, o alumnado realiza 2–3 roldas de *predicir → instruír (prompt) → probar → diagnosticar* (preguntas guía máis abaixo), pedíndolle cada vez ao LLM que engada unha nova capa de realismo ecolóxico á simulación (un límite no alimento das presas, unha segunda especie, un factor estacional/abiótico) ata que o ciclo limpo de dúas variables se rompe visiblemente.
Reflexión	20 min	Debate con toda a clase, guiado por preguntas como: En que rolda deixou a simulación de producir un ciclo limpo e repetido? Que deixa fóra deliberadamente o modelo orixinal, e por que? Que o converte nunha simplificación útil e non simplemente nun modelo erróneo?

Preguntas guía: engadir complexidade por capas

As parellas realizan tantas roldas das seguintes como permitan os 35 minutos (a maioría consegue dúas; a terceira é unha ampliación para quen remate antes). Cada rolda segue o mesmo ciclo de catro pasos:

1. **Rolda 1 — limitar o alimento das presas (unha capacidade de carga):**
   - *Predicir:* Antes de comezar a escribir instrucións, pregúntese: que espera que lle ocorra ao ciclo se o crecemento das presas se fai máis lento cando a poboación é grande, en lugar de crecer sen límite? Debuxe a curva que espera.
   - *Instruír (prompt):* Pídalle á IA que engada á simulación unha poboación máxima sostible de presas e que explique coas súas propias palabras como cambiou a ecuación de crecemento para facelo.
   - *Probar e comparar:* Execute a nova simulación cos mesmos valores iniciais ca antes. Compare a simulación anterior coa nova: como cambiaron as variables? Por que?
   - *Diagnosticar:* Que suposto do modelo orixinal (alimento ilimitado para as presas) acaba de eliminar? Este factor é biótico ou abiótico?
2. **Rolda 2 — engadir outro factor (biótico ou abiótico):**
   - *Predicir:* Se agora unha terceira especie compite coas presas polo alimento, ou tamén as depreda, ou se o crecemento das presas depende agora da temperatura, que efecto espera que teña isto sobre o ciclo orixinal de dúas especies?
   - *Instruír (prompt):* Escolla outro factor e escriba unha instrución pedíndolle á IA que o engada como unha nova variable ligada ás existentes; especifique exactamente como debe interactuar coa poboación de presas ou de depredadores.
   - *Probar e comparar:* Observe a simulación durante varios ciclos. O ritmo orixinal de dúas especies mantense, distórsese ou desaparece?
   - *Diagnosticar:* O modelo orixinal supoñía que cada poboación depende só da outra. Segue sendo certo despois desta rolda? Que relación ecolóxica real representa o seu novo factor?
3. **Rolda 3 opcional — introducir o azar:**
   - *Predicir:* Se un parámetro (p. ex., a taxa de depredación) xa non é fixo, senón que se sortea aleatoriamente dentro dun intervalo en cada paso de tempo, que espera para a estabilidade a longo prazo das poboacións?
   - *Instruír (prompt):* Pídalle á IA que substitúa un parámetro constante por un valor aleatorizado e que rexistre se algunha das poboacións chega a cero.
   - *Probar e comparar:* Execute a simulación varias veces coa mesma configuración. Obtén sempre o mesmo resultado? Colapsa algunha vez algunha das poboacións?
   - *Diagnosticar:* Por que os mesmos valores «medios» dos parámetros poden levar aquí ás veces á extinción, cando o modelo determinista nunca o predicía?

Pregunta final (para a fase de reflexión): En que rolda deixou a simulación de producir un ciclo limpo e repetido? E que lle indica iso sobre cantos factores do mundo real ten que deixar fóra o modelo orixinal de Lotka-Volterra para seguir sendo resoluble e fácil de interpretar?

Materiais

- Un portátil por parella de alumnos, cun navegador
- Acceso a unha interface de chat cun LLM a través de internet, ou un modelo instalado localmente se o acceso a internet está restrinxido no centro

- Simulación HTML depredador-presa xa feita (un único ficheiro, con controis deslizantes para parámetros seleccionados)
- Un breve modelo de ficha / guía de instrucións para as roldas de «engadir complexidade por capas» (predicir → instruír → probar → diagnosticar)
- Preguntas guía para a fase de exploración e para a reflexión sobre a natureza da ciencia (finalidade do modelo fronte aos seus límites)

Revision #5
Created 2026-10-20 07:19:17 UTC by Flavia
Updated 2026-10-29 14:15:23 UTC by Jannik