

Modelos Matemáticos en Ecología I

Gerardo Martín

2021-07-30

Contents

1	Sobre este curso	5
2	Encuadre de la materia	7
2.1	Criterios de evaluación	7
2.2	¿Cómo se darán las clases?	7
2.3	Reglas del salón	8
2.4	Contacto	8
3	Unidad I: Introducción a la modelación	9
3.1	Introducción al concepto de modelo matemático	9
3.2	Cómo construir un modelo	11
3.3	Discusión sobre las distintas herramientas matemáticas em- pleadas en la modelación matemática	11
3.4	Uso de los modelos matemáticos en ecología	13
3.5	Tipos de modelos en ecología	13
4	Methods	15
5	Applications	17
5.1	Example one	17
5.2	Example two	17

Chapter 1

Sobre este curso

En el curso **Modelos matemáticos en ecología** aprenderemos a utilizar algunas herramientas matemáticas para entender procesos en ecología. Los contenidos del índice se apegan al programa completo del curso, el cual se impartirá en los horarios normales establecidos. Para conocer cuándo, cómo y qué temas se se impartirán puedes consultar la estrategia docente.

Chapter 2

Encuadre de la materia

2.1 Criterios de evaluación

Las contribuciones a cada calificación parcial serán:

- Asistencia (25%)
- Trabajos de clase cumplidos (50%)
- Examen (25%)
- Participación (2 puntos extra máximo)

Cabe señalar, que la asistencia no corresponderá con su presencia en las sesiones sincrónicas, sino con el cumplimiento de los trabajos de clase. La participación se medirá tanto por participación directa en las sesiones sincrónicas como por el seguimiento que uds den a la clase por correo electrónico.

2.2 ¿Cómo se darán las clases?

Trataré de apegarnos a los tiempos de actividades sincrónicas y asincrónicas establecidos en la estrategia docente, pero éstos son completamente flexibles. Una estrategia que me ha funcionado en cursos anteriores ha sido la de dedicar la última actividad sincrónica de la semana a resolver dudas, es en estas sesiones en las que hay muchas posibilidades de conseguir puntos de participación.

Todos los contenidos del curso, lecturas y presentaciones, se irán añadiendo a este sitio web conforme avanza el semestre. En el Google Classroom de la materia se irán anunciando las diferentes actividades y sesiones sincrónicas con anticipación suficiente. Igualmente, los exámenes y resultados serán publicados a través de esta plataforma. A petición de uds, también se publicarán aquí los videos de las sesiones sincrónicas que tengamos, en especial para aquellos temas que sean mayor interés/dificultad/importancia. Los trabajos de práctica también se publicarán en Classroom.

2.3 Reglas del salón

Estas, obviamente, son particulares del modelo en línea, por lo tanto aquí van las reglas de zoom:

1. Micrófonos apagados
2. Cámaras prendidas, exceptuando: 2.1. Si su velocidad de internet lo dificulta 2.2. Si tienen datos limitados
3. Hacer muchas preguntas
4. Decirme si paso algo por alto

2.4 Contacto

Para reportar fallos, resolver dudas y peticiones especiales grupales o individuales por favor enviar correo electrónico a gerardo.mmc@enesmerida.unam.mx.

Chapter 3

Unidad I: Introducción a la modelación

3.1 Introducción al concepto de modelo matemático

Imaginemos a seis personas invidentes, con la tarea de encontrar qué es el objeto que está frente a ellas usando únicamente el tacto. En la parábola de los seis hombres ciegos, el objeto es un elefante, de modo que la imagen que cada uno de ellos se forma del objeto depende enteramente de la parte del elefante que están tocando.

Quien toque los colmillos podrá pensar que se trata de una lanza, la trompa podría tratarse de una serpiente, la cola de una cuerda, las patas troncos de árbol y el cuerpo una pared. Es evidente que todas las hipótesis presentadas después de la inspección fueron erróneas, y que cuando estudiamos al mundo lo haremos igual, con la descripción de tan sólo una fracción de éste. Un séptimo hombre que pregunte a los otros seis qué fue lo que vieron podría formarse una imagen más completa del *sistema* para proponer otra hipótesis: se trata de un objeto grande reposando sobre cuatro columnas con apéndices adelante y atrás.

Al estudiar los sistemas ecológicos, al igual que los ciegos, no sabremos que estamos frente a un elefante. Los sistemas ecológicos, al igual que los elefantes, también tienen componentes interconectados, y nosotros los ecólogos somos como los hombres ciegos, sólo podemos observar ciertas partes de los ecosistemas. En nuestro trabajo entonces, aprender a identificar y proponer hipótesis sobre cómo funcionan los sistemas ecológicos.

Las hipótesis propuestas por los seis hombres representan modelos, es decir simplificaciones del mundo que nos ayudan a entenderlo. Los modelos matemáticos son simplificaciones formales del mundo utilizando otro lenguaje, las matemáticas.

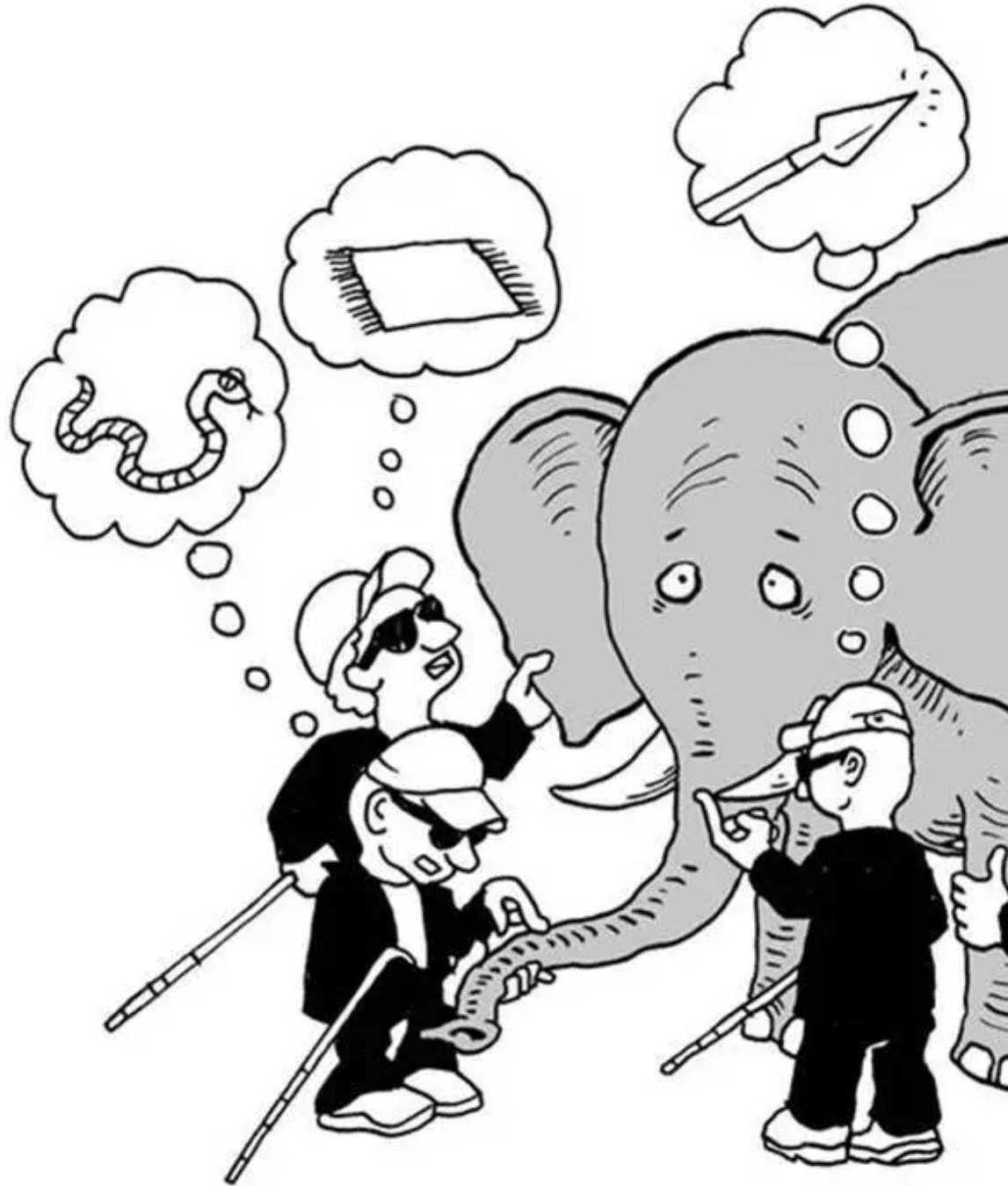


Figure 3.1: La parábola de los seis hombres ciegos inspeccionando un elefante.

3.2 Cómo construir un modelo

¿Cómo se construye un modelo? Es una pregunta difícil de responder, pues difícilmente existe un sólo modo de hacerlo que funcione para tod@s. Aquí voy a hablar de mi propia experiencia, y cómo aprendí a utilizar las matemáticas y estadística para entender los sistemas ecológicos. Los pasos generales que sigo son:

1. Identificar el sistema y sus componentes
2. Crear un modelo conceptual, haciendo dibujos
3. Identificar las herramientas matemáticas disponibles para representar el modelo conceptual
4. Establecer objetivos claros y alcanzables
5. Proponer una serie de modelos alternativos
6. Determinar una estrategia para seleccionar uno solo de los modelos que propuse para lograr el objetivo

La estrategia general que les doy puede, por el momento, sonar un tanto abstracta, pero la iremos poniendo en práctica conforme avanza el curso para que al final, esperemos, tenga más sentido que ahorita.

3.2.1 Ejemplos

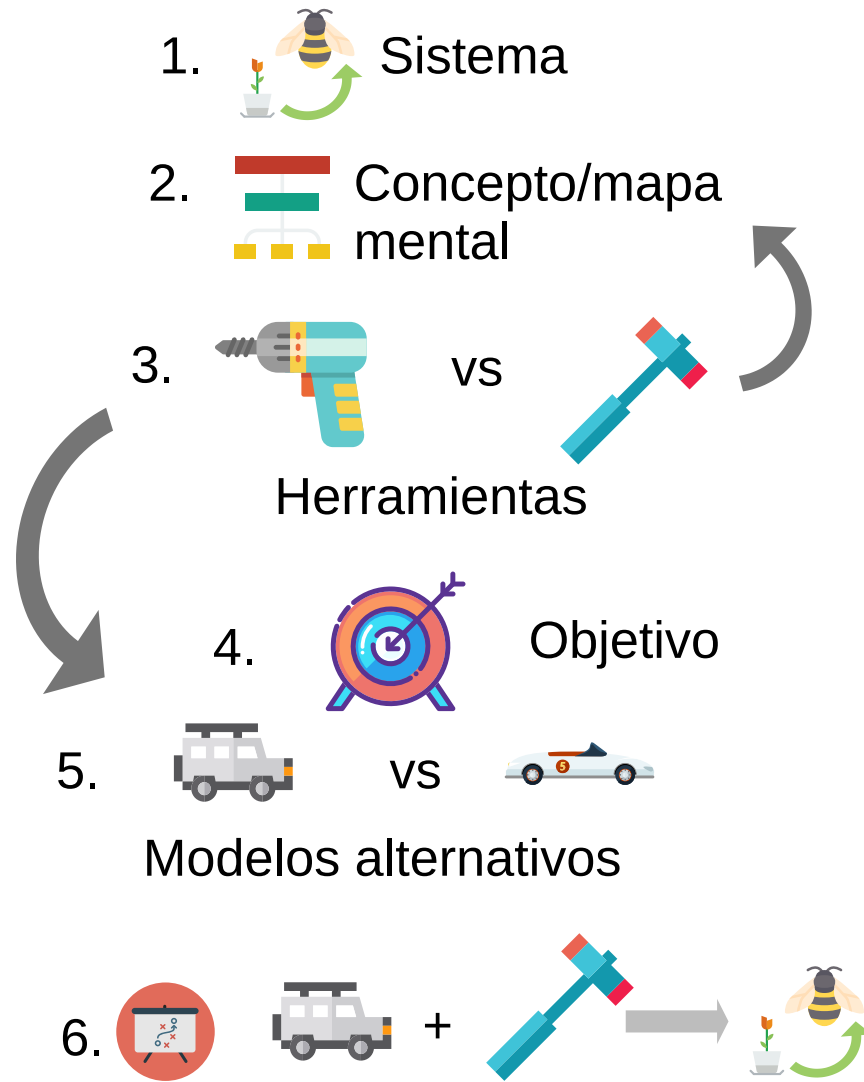
La presente pandemia ha puesto en boca de todxs muchos aspectos de la modelación matemática y estadística. Como es de esperarse, los modelos son distintos dependiendo del objetido que se quiera conseguir con ellos:

1. Determinar el número reproductivo básico (R_0) de COVID-19
2. Predecir la ocupación hospitalaria ante ciertas medidas de restricción de movilidad
3. Estimar cómo cambiaría el número reproductivo básico ante ciertas medidas de restricción
4. Predecir localidades geográficas donde surgirán nuevas cepas
5. Predecir las cualidades infecciosas o virulentas de las nuevas cepas

Todos estos objetivos puede de cierta manera conseguirse por medio de modelos matemáticos, todos ellos con modelos muy distintos, algunos con herramientas muy diferentes unos de otros.

3.3 Discusión sobre las distintas herramientas matemáticas empleadas en la modelación matemática

Las matemáticas son un área de conocimiento muy extenso, por lo que hablar de todas las herramientas disponibles ¡nos podría llevar años! En este curso nos



Estrategia, alcanzar objetivos con el modelo y herramientas

Figure 3.2: Diagrama de mi estrategia para desarrollar modelos.

vamos a enfocar en un tipo general de modelo y de sistema ecológico: aquellos que cambian rápidamente con el tiempo, también llamados dinámicos.

Las herramientas matemáticas más comunmente utilizadas para estudiar estos sistemas son las ecuaciones diferenciales ordinarias y el álgebra de matrices. Las ecuaciones diferenciales nos ayudan a medir los cambios que sufre el sistema ecológico a través del tiempo en cada uno de sus componentes, y son muy útiles para representar las ideas plasmadas en forma de modelos conceptuales. El álgebra de matrices, por otro lado, nos sirve para *conectar* los cambios de los diferentes componentes del sistema de estudio, y así hacer cálculos sobre sus cambios *como un todo*.

Como podemos ver, gran parte de este curso estará enfocado en *entender y medir los cambios*. Te preguntarán entonces ¿cambios de qué? En ecología, estos son algunos de los cambios que nos interesa observar:

1. Número de individuos de una especie
2. Cantidad de materia orgánica almacenada en la vegetación
3. Calorías consumidas por una población de aves
4. Probabilidad de extinción de una especie

3.4 Uso de los modelos matemáticos en ecología

3.5 Tipos de modelos en ecología

3.5.1 Modelos deterministas (generalidades)

3.5.2 Modelos estocásticos (generalidades)

Chapter 4

Methods

We describe our methods in this chapter.

Chapter 5

Applications

Some *significant* applications are demonstrated in this chapter.

5.1 Example one

5.2 Example two