

 **Workshop en simulación basada en agentes**

Bogotá, Colombia – 12 y 13 de diciembre


**Simulación basada en agentes**  
Una metodología para la investigación en ciencia e ingeniería

David Anzola Pinzón  
Nelson Gómez Cruz  
John Vargas  
Daniel Rodríguez Cardenas


Centro de Innovación - INNOVA  
Escuela de Administración  
Universidad del Rosario

**Laboratorio**  
Creando modelos basados en agentes

 **Workshop en simulación basada en agentes** La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería


**Simulación basada en agentes**  
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería




**Diseñando su modelo**

Existen muchas formas de diseñar un modelo basado en agentes, depende de:

- El fenómeno a ser modelado
- Su nivel de conocimiento sobre el tema
- Qué tan cómodo se siente con la herramienta (NetLogo)
- Su forma y estilo de modelar.

 **Workshop en simulación basada en agentes** La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería

**Simulación basada en agentes**  
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



**Categorías de modelamiento**

- **Basados en el fenómeno**
  - Usted tiene un fenómeno identificado.
  - El fenómeno a estudiar tiene ciertos patrones y características.
  - Se le conoce como **patrón de referencia**.
    - El modelo en espiral de las galaxias
    - Los patrones fractales de las plantas
    - **La oscilación de las poblaciones cuando las especies interactúan**
  - Objetivo: diseñar un modelo que capture el patrón de referencia.
- **Modelado exploratorio**
  - Se definen el comportamiento local de los agentes.
  - Se identifican patrones emergentes.

 **Workshop en simulación basada en agentes** La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería

**Simulación basada en agentes**  
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



## Preguntas de investigación

- ¿Cómo una colonia de hormigas realiza el forrajeo en busca de alimento?
- ¿Cómo una bandada de gansos vuela en una formación en V?

Ninguna en específico

- **Exploramos** el espacio de diseño del modelo y gradualmente refinamos nuestra pregunta dirigida específicamente a nuestro modelo



Workshop en simulación basada en agentes

Simulación basada en agentes  
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



## ¿Cómo implementar el modelo?

### • Aproximación *top-down*

- En esta aproximación el investigador diseña primero todo el modelo
- Conoce exactamente la pregunta a responder.
- Tiene un patrón de referencia
- Diseña el ambiente y la reglas
- Antes de escribir cualquier línea de código!

### • Aproximación *bottom-up*

- El código y el modelo co-evolucionan.
- Se selecciona el dominio o fenómeno de interés.
- No se tiene una pregunta específica
- Se empieza a con una idea general sobre las reglas de interacción.
- Ejemplo, observar el comportamiento de un mercado económico.
  - Formular algunos agentes vendedores y compradores



Workshop en simulación basada en agentes

Simulación basada en agentes  
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



- *"El objetivo supremo de toda teoría es hacer los elementos básico irreducibles tan simples y concretos como sea posible, sin sacrificar su adecuada representación"* - Albert Einstein (1933)

- *"Todo debe ser tan simple como sea posible, pero no tan simple que pierda su objetivo"* – Albert Einstein

- *"Todos los modelo son incorrectos, pero algunos son útiles"* – George Box (1979)

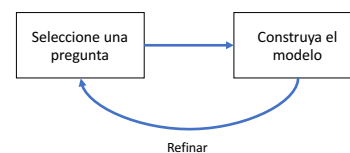


Workshop en simulación basada en agentes

Simulación basada en agentes  
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



## ¿Cómo construir nuestra pregunta?



¿Cómo la población de dos especies varía en el tiempo cuando comparten el mismo hábitat?



Workshop en simulación basada en agentes

Simulación basada en agentes  
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



## Consideraciones

- Si los elementos en nuestro modelo son **homogéneos** (se comportan igual) y perfectamente mezclados (sin componente espacial) y la dependencia de la población de una especie depende específicamente de otra especie.
  - Utilice un **modelo basado en ecuaciones**.
- Si el modelo considera las dinámicas de ubicación espacial y de consumo de energía de las poblaciones bajo análisis y es heterogéneo
  - Utilice un **modelo basado en agentes**
  - Los seres vivos que dependen de otra especie (interacción) tienen un efecto en el manejo de los recursos y energía, además cambian sobre el tiempo.



Workshop en simulación basada en agentes

Simulación basada en agentes  
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



## Reformulando la pregunta

- Bajo el enfoque de la simulación basada en agentes
  - ¿Podemos encontrar los parámetros en los cuales dos especies pueden mantener niveles positivos de población en un área limitada cuando una especie es predatora y la otra toma recursos del ambiente?

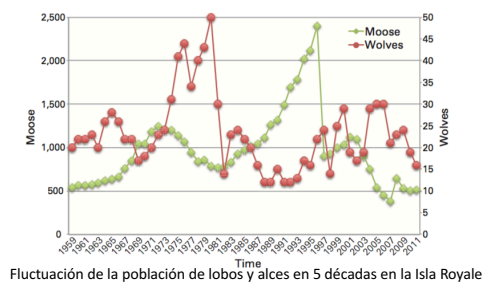


Workshop en simulación basada en agentes

Simulación basada en agentes  
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



## Patrón de referencia



Uri Wilensky. (2015) *Agent-based modeling*



Workshop en simulación basada en agentes

Simulación basada en agentes  
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



## ¿Qué agentes seleccionar para el modelo?

- Se deben seleccionar aquellos que en nuestro modelo son componentes:
  - Autónomos
  - Tienen propiedades
  - Estados
  - Comportamientos
- ¿cuál es el grado de granularidad correcto?
  - ¿Átomos o moléculas?
  - ¿Órganos o células?



Workshop en simulación basada en agentes

Simulación basada en agentes  
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



## Las propiedades de los agentes

Es importante determinar las propiedades que permitan conceptualizar los agentes y sus interacciones con otros agentes y el ambiente.

1. Nivel de energía
2. Ubicación
3. Orientación

Incluir más propiedades como, velocidad, nivel de defensa/ataque, añade más detalles para futuras extensiones pero no responden la pregunta.



Workshop en simulación basada en agentes

Simulación basada en agentes  
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



## Las propiedades del ambiente

- Las ovejas consumen recursos (césped)
- Por lo tanto los agentes estacionarios indican la presencia o no del recurso.
- El entorno es toroidal horizontal y verticalmente, de tal forma que las ovejas no se queden estancadas en los límites.
- Podemos agregar más atributos como obstáculos, ríos, altura del suelo, para afectar el paso de las ovejas, pero esto no va en la dirección de la pregunta de investigación.



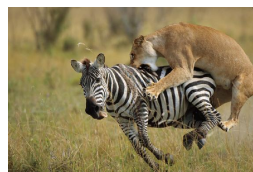
Workshop en simulación basada en agentes

Simulación basada en agentes  
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



## Comportamientos de los agentes

- Se ocupan una posición aleatoria.
- Se mueven.
- Se reproducen.
- Mueren.
- Las ovejas consumen el césped.
- Los lobos comen ovejas.



Workshop en simulación basada en agentes

Simulación basada en agentes  
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



## Diseñando los pasos de simulación

- Los lobos y las ovejas
  - Se mueven
  - Mueren
  - Comen
  - Se reproducen
- El césped
  - Crece



Workshop en simulación basada en agentes

Simulación basada en agentes  
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



### ¿Qué parámetros?

- El número inicial de lobos
- El número inicial de ovejas
- ¿cuánto le cuesta a los animales moverse?

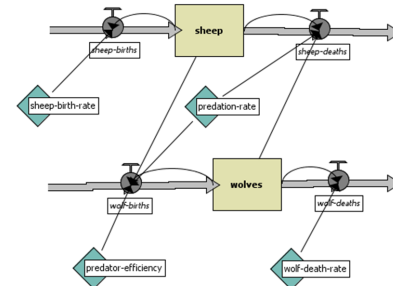


Workshop en simulación basada en agentes

Simulación basada en agentes  
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



### Lotka-Volterra



Workshop en simulación basada en agentes

Simulación basada en agentes  
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



### Lotka-Volterra

$$\frac{dx}{dt} = \alpha x - \beta xy$$

$$\frac{dy}{dt} = \delta xy - \gamma y$$

$x$  is the number of sheep

$y$  is the number of wolves

$\frac{dy}{dt}$  and  $\frac{dx}{dt}$  represent the growth rates of the two populations over time

$t$  represents time

$\alpha, \delta, \gamma, \beta$  are parameters describing the interaction of the two species

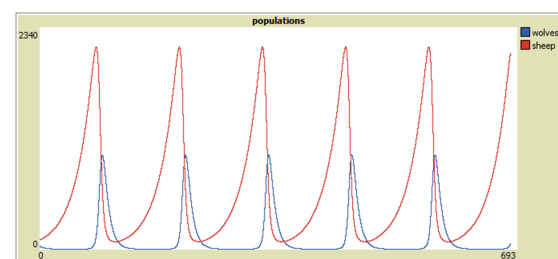


Workshop en simulación basada en agentes

Simulación basada en agentes  
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



### Lotka-Volterra



Workshop en simulación basada en agentes

Simulación basada en agentes  
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería

