



Modelos dinámicos y computacionales en Economía

Coordinación en Sistemas Complejos

Licenciatura en Economía, FCEA, UDELAR

3 de noviembre de 2022

Contenido de la clase:

- Coordinación en los Sistemas Complejos
- Ejemplo: Héroes y Cobardes
- Ejemplo: Bar el Farol

Ejemplo: "Héroes y cobardes"

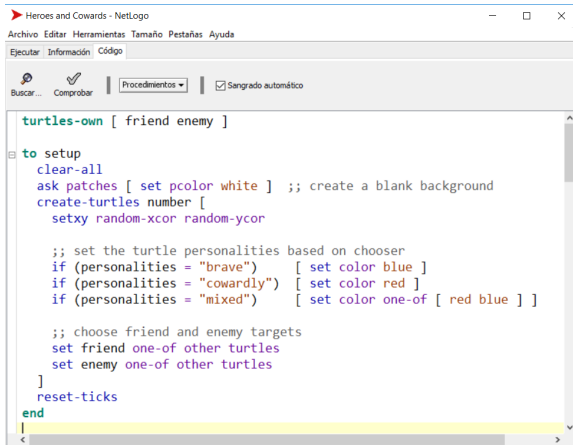
- En **Archivo / Biblioteca de Modelos / IABM Textbook / chapter 2 / "Heroes and Cowards"**
- Juego para el que se necesita un grupo de gente, aunque puede simularse por computadora.
- Cada persona debe elegir a una persona para que sea su "amigo" y a otra persona para que sea su "enemigo".
- Dos etapas:
 - En la primera, todos deben actuar como cobardes: hay que esconderse del "enemigo" detrás del "amigo".
 - en la segunda, todos deben actuar como héroes: debemos quedar entre nuestro "amigo" y nuestro "enemigo".
- ¿Qué comportamiento debemos esperar?
- ¿Cuál es el comportamiento emergente en estos casos?

Ejemplo: "Héroes y cobardes" (cont.)

- Importante: los modelos deben explicarse claramente en la pestaña de "Información".
- De forma tal que sea fácilmente entendible y reproducible.
- Debe contener:
 - What is It?
 - How It Works
 - How to Use It
 - Thing to Notice
 - Things to Try
 - Extending the Model
 - NetLogo Features
 - Related Models
 - Credits and References

Ejemplo: "Héroes y cobardes" (cont.)

- Debemos crear dos procedimientos:
 - SETUP: para inicializar el modelo
 - GO: para que se ejecute

The image shows a screenshot of the NetLogo 'Heroes and Cowards' model. The window title is 'Heroes and Cowards - NetLogo'. The menu bar includes 'Archivo', 'Editar', 'Herramientas', 'Tamaño', 'Pestañas', and 'Ayuda'. The toolbar has buttons for 'Ejecutar' (a play icon), 'Información' (an 'i' icon), 'Código' (a notepad icon), 'Buscar...' (a magnifying glass icon), 'Comprobar' (a checkmark icon), a dropdown menu currently showing 'Procedimientos', and a checkbox for 'Guardado automático' which is checked. The code editor contains the following text:

```
turtles-own [ friend enemy ]

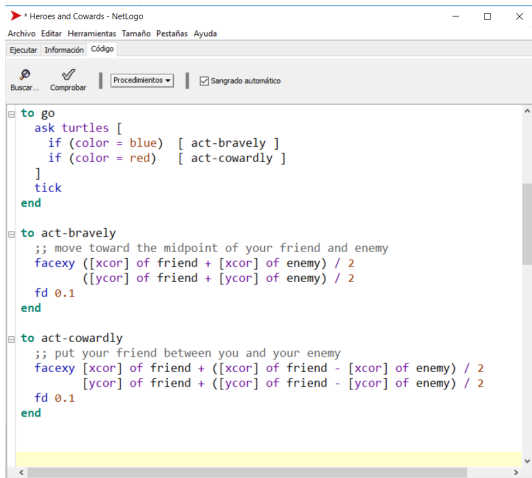
to setup
  clear-all
  ask patches [ set pcolor white ] ;; create a blank background
  create-turtles number [
    setxy random-xcor random-ycor

    ;; set the turtle personalities based on chooser
    if (personalities = "brave") [ set color blue ]
    if (personalities = "cowardly") [ set color red ]
    if (personalities = "mixed") [ set color one-of [ red blue ] ]

    ;; choose friend and enemy targets
    set friend one-of other turtles
    set enemy one-of other turtles
  ]
  reset-ticks
end
```

Ejemplo: "Héroes y cobardes" (cont.)

- Luego, los comportamientos:
 - act-bravely
 - act-cowardly



```

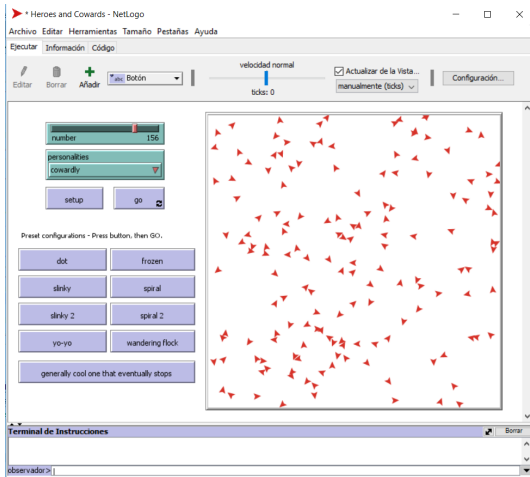
to go
  ask turtles [
    if (color = blue) [ act-bravely ]
    if (color = red) [ act-cowardly ]
  ]
  tick
end

to act-bravely
  ;; move toward the midpoint of your friend and enemy
  facexy ([xcor] of friend + [xcor] of enemy) / 2
        ([ycor] of friend + [ycor] of enemy) / 2
  fd 0.1
end

to act-cowardly
  ;; put your friend between you and your enemy
  facexy [xcor] of friend + ([xcor] of friend - [xcor] of enemy) / 2
        [ycor] of friend + ([ycor] of friend - [ycor] of enemy) / 2
  fd 0.1
end

```

Ejemplo: "Héroes y cobardes" (cont.)



Ahora, queremos ver gráficamente los vínculos con nuestros amigos (en verde) y con nuestros enemigos (en rojo)

Ejemplo: "Héroes y cobardes" (cont.)

Ahora, queremos ver gráficamente los vínculos con nuestros amigos (en verde) y con nuestros enemigos (en rojo):

- Observamos a un agente:
 > **watch turtle 15**
- Observamos a nuestro "amigo":
 > **ask turtle 15 [create-link-with friend [set color green]]**
- Observamos a nuestro "enemigo":
 > **ask turtle 15 [create-link-with enemy [set color red]]**

Ejemplo: "Héroes y cobardes" (cont.)

- Ahora, queremos ver gráficamente los vínculos con nuestros amigos (en verde) y con nuestros enemigos (en rojo)
- Lo ingresamos en la pestaña de código (donde enumera características de los agentes recién creados):
 - `create-link-with friend [set color green]`
 - `create-link-with enemy [set color red]`
- Lo podemos ingresar directamente en la línea de comandos:
 - `ask turtles [create-link-with friend [set color green]]`
 - `ask turtles [create-link-with enemy [set color red]]`
- Pregunta: ¿cuál es el comportamiento agregado observado?
¿depende de las características? (cobardes o héroes)

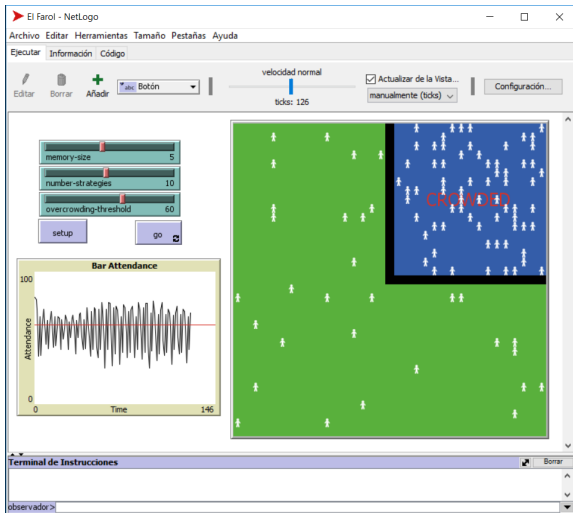
Ejemplo: Bar "El Farol"

- Una de las primeras aplicaciones para estudiar la economía como un sistema evolutivo complejo.
- Surge del Santa Fe Institute (Arthur, W. B., 1994)¹
- Pregunta: ¿pueden alcanzarse condiciones óptimas a partir de racionalidad acotada?
- En Santa Fe, Nuevo México, existe un bar llamado El Farol.
- Ocasionalmente, se encuentra lleno (> 60 personas).
- Regla: si piensan que va a estar lleno, no van al Bar; en cambio si piensan que no va a estar lleno, van al Bar.
- Los individuos utilizan una serie de estrategias simples (la cantidad de semanas que recuerdan). El resultado es que en promedio, la concurrencia es de 60 personas.

¹Arthur, W. B. (1994). Inductive reasoning and bounded rationality. *The American Economic Review*, 84(2), 406-411.

Ejemplo: Bar "El Farol" (cont.)

En Archivo / Biblioteca de Modelos / IABM Textbook /
chapter 3 / El Farol Extensions / "El Farol"



Ejemplo: Bar "El Farol" (cont.)

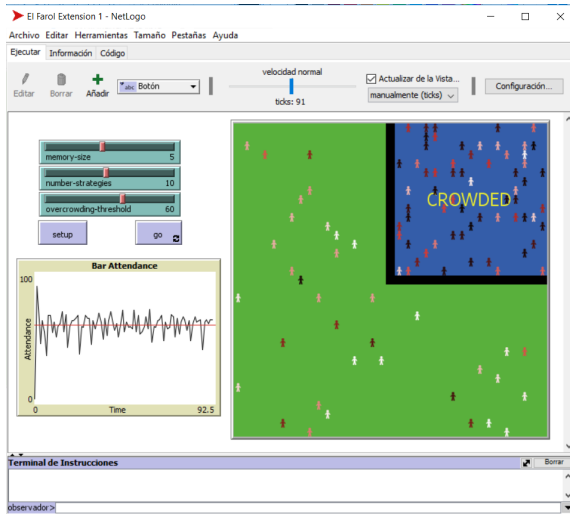
- W. Brian Arthur propuso una solución: los individuos tienen un set de estrategias simples, luego paso a paso analizan cuál de las estrategias funcionó mejor.
- A partir de la mejor estrategia, predicen la concurrencia de la semana próxima y deciden su asistencia al Bar.
- importante:
 - Los humanos no actuamos racionalmente, sino en alguna forma de racionalidad acotada.
 - Razonamos inductivamente a partir de experiencias previas.

Ejemplo: Bar "El Farol" (Extensión 1)

- Una extensión posible es mostrar a los individuos con estrategias más exitosas.
- Éxito: cuando van al Bar cuando no está lleno.

```
ask turtles [  
  set prediction predict-attendance best-strategy sublist history 0  
  memory-size  
  set attend? (prediction <= overcrowding-threshold)  
  set color scale-color red reward (max [ reward ] of turtles + 1) 0  
]  
ask turtles with [ attend? ] [ set reward reward + 1 ]
```

Ejemplo: Bar "El Farol" (Extensión 1)



Ejemplo: Bar "El Farol" (Extensión 1)

Hacemos un histograma de las recompensas:

Gráfico

Nombre:

Etiqueta del eje X: X mín: X máx:

Etiqueta del eje Y: Y mín: Y máx:




☐ ¿Escala automática? ☐ ¿Mostrar leyenda?

▼ Instrucciones de Inicialización del Gráfico

```
set-plot-x-range 10 20  
set-plot-y-range 0 20  
set-histogram-num-bars 7
```

► Instrucciones de Actualización del Gráfico

Trazos del Gráfico

| Color | Nombre del Trazo | Instrucciones de Actualización de Trazos | |
|---|------------------|--|--|
|  | default | histogram [color] of turtles |   |

Añadir trazo

OK Aplicar Ayuda Cancelar

Extensión del Bar "El Farol"

Modelo de pánico bancario (Heymann et al., 2004) ²

- Una modificación de este modelo nos permite analizar modelos de contagio con información local.
- Los agentes deciden el abandono de un plan a partir de comparar los resultados de su plan con los que hubiera conseguido si hubiera imitado a sus vecinos más cercanos.
- Ahora, se simula y se plantea que el bar cierra entre $t = 300$ y $t = 500$, sin preaviso.

²Heymann, D., Perazzo, R. P., & Schuschny, A. R. (2004). Learning and imitation: transitional dynamics in variants of the BAM. *Advances in Complex Systems*, 7(01), 21-38.

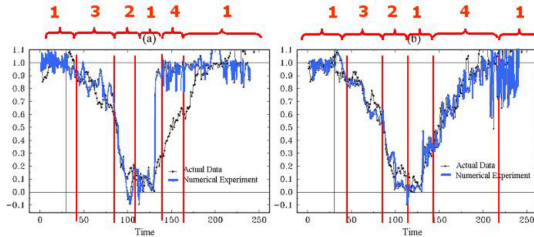
Extensión del Bar "El Farol" (cont.)

Modelo de pánico bancario (Heymann et al., 2004)

- Metáfora de una crisis bancaria: a partir de individuos que buscan maximizar beneficios con información acotada, se producen cambios en las decisiones de los individuos.
- La concurrencia al bar se asimila a la utilización del sistema bancario y los parámetros del modelo se ajustan (calibran) a partir de los datos reales. Para este trabajo se tomó en cuenta el efecto de la devaluación del peso mejicano ("Efecto Tequila", año 1994) en el sistema bancario argentino.

Extensión del Bar "El Farol" (cont.)

Modelo de pánico bancario (Heymann et al., 2004)



- El sistema de múltiples agentes pasa sucesivamente por estados de orden o coordinación (1); alerta (3); pánico (2); un nuevo orden (1); un reordenamiento (4) y un nuevo estado coordinado final (1).
 - alerta (3): no hay cambios porque la mayoría de los vecinos está tomando estrategias equivocadas.
 - pánico (2): brusco cambio de planes. Avalancha + imitación.
 - reordenamiento (4): ajuste luego de la reapertura del bar.