

Informe: tutoriales de NetLogo

Juan David Vargas Mora

Abstract—En este informe se presenta el desarrollo de una serie de tutoriales cuyo objetivo es enseñar los fundamentos del lenguaje de programación NetLogo.

I. INTRODUCCIÓN

NetLogo es un entorno programable de modelado para simulación. Es especialmente adecuado para modelar sistemas complejos que se desarrollan en el tiempo. Los modeladores pueden dar instrucciones a cientos o miles de "agentes" independientes todos operando en paralelo. Esto hace que sea posible explorar la relación entre el nivel micro del comportamiento de los individuos y los patrones a nivel macro que emergen de la interacción de muchos individuos.

NetLogo permite abrir simulaciones y jugar con ellas explorando su comportamiento bajo diferentes condiciones. También es una herramienta que permite crear modelos propios. NetLogo es suficientemente simple para permitir que estudiantes y maestros ejecuten fácilmente simulaciones o que incluso creen su propia simulación. Y, es lo suficientemente avanzado como para servir como una poderosa herramienta para los investigadores en muchos campos.[1]

II. SIMULACIÓN BASADA EN AGENTES

La simulación basada en agentes es un paradigma de simulación que intenta explicar el comportamiento a alto nivel de un sistema, como el resultado del comportamiento a bajo nivel de un conjunto heterogéneo de agentes que interactúan entre sí [2].

La simulación basada en agentes permite construir el modelo de un sistema mediante la identificación de sus agentes y sus comportamientos, incluso si el comportamiento general del sistema es desconocido. Una vez se ha definido el comportamiento de los agentes, estos pueden ser creados y puestos en un ambiente en el que pueden interactuar. El comportamiento global del sistema es resultado de un gran número de comportamientos individuales concurrentes [3].

III. EJECUCIÓN DE LOS TUTORIALES

A. Tutorial 1: Modelos

Este tutorial da una introducción a las funciones básicas de la interfaz del programa (botones, interruptores, deslizadores y monitores), usando los modelos de muestra que este trae consigo.

El tutorial comienza con la ejecución del modelo de depredación lobo-oveja, un modelo poblacional depredador-presa.

En Fig. 1 se ve la interfaz del programa justo antes de dar clic en el botón 'setup'. En Fig. 2, 3 podemos ver los

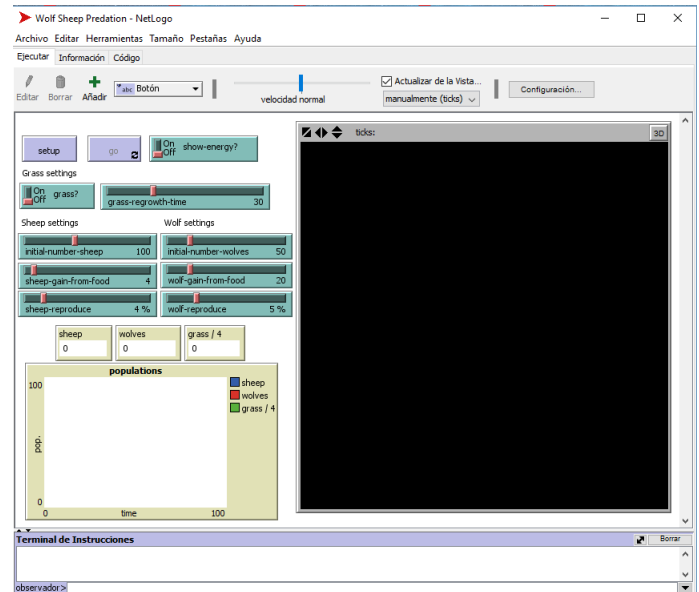


Fig. 1. Interfaz del programa antes del 'setup'.

resultados de variar los parámetros de la simulación en la interfaz del programa.

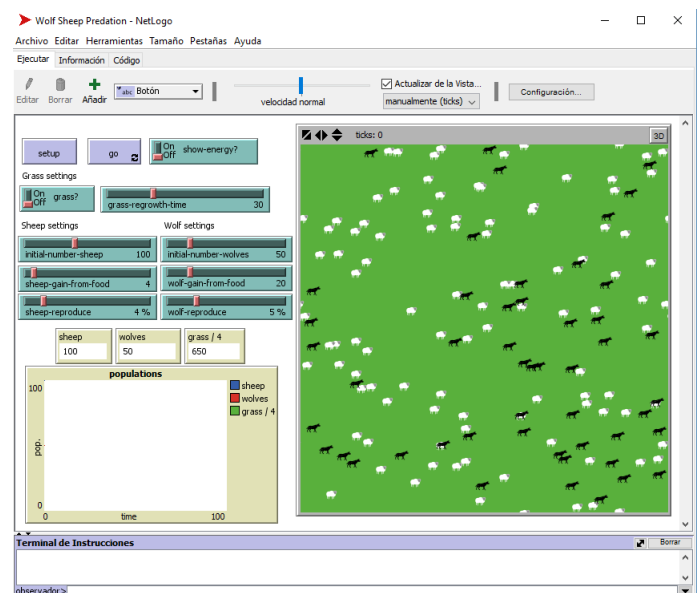


Fig. 2. Variación de parámetros en la interfaz de NetLogo.

La interfaz de NetLogo puede ser configurada en cuanto a sus dimensiones, esto se muestra en la Fig 4. En la interfaz de NetLogo, hay dos maneras de ver cuantitativa y gráficamente

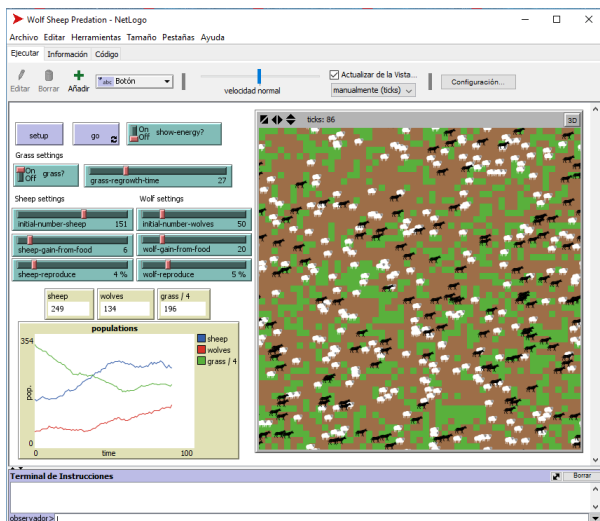


Fig. 3. Variación de parámetros en la interfaz de NetLogo.

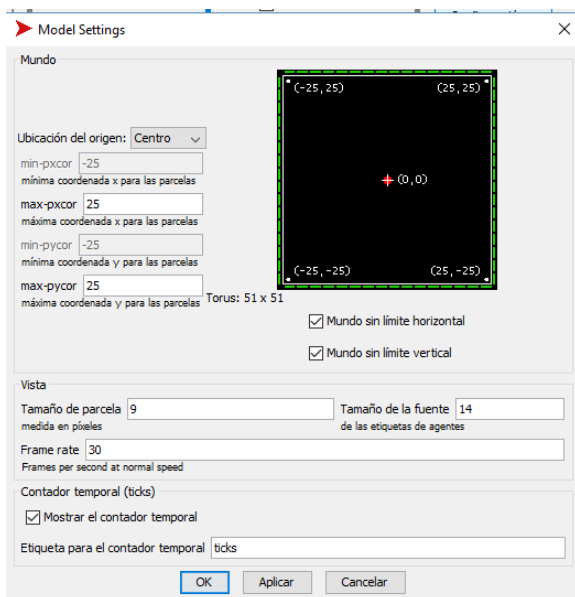


Fig. 4. Configuración de la interfaz

la evolución de las variables del modelo. Estas dos maneras son las gráficas y los monitores, estos son mostrados en la figura 5.

A lo largo del tutorial, aparecen algunas preguntas relacionadas con el tema que se está tratando. A continuación se muestran estas junto a sus respuestas.

- Presione el botón "setup". Qué le aparece en la vista? Al presionar "setup" se establecen las condiciones iniciales del modelo en la vista, las cuales pueden ser modificadas usando los interruptores y deslizadores.
- Presione el botón "go" para iniciar la simulación. Qué le está sucediendo a las poblaciones de lobos y ovejas a medida que va corriendo el modelo? Los lobos empiezan a comerse a las ovejas, y al mismo

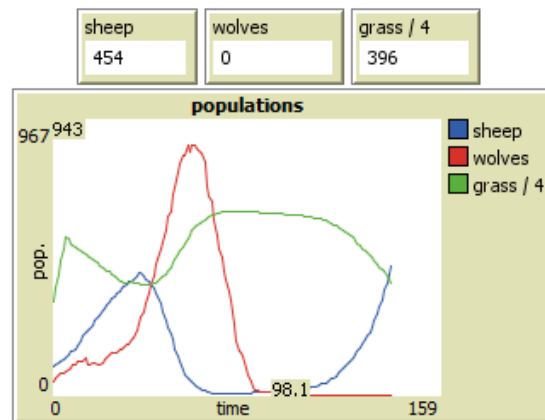


Fig. 5. Recolección de información en NetLogo

tiempo mueren por falta de comida, ya que las ovejas los superan en número, se puede ver la manera en que cambian ambas poblaciones hasta que mueren todos los lobos y las ovejas empiezan a multiplicarse sin control.

- Presione el botón "go" para detener el modelo.
- Si lo desea, experimente con los botones "setup" y "go" del modelo de depredación lobo oveja (Wolf Sheep). Alguna vez obtendrá resultados diferentes si ejecuta el modelo en repetidas ocasiones manteniendo la misma configuración? No, si bien se presentan resultados 'intermedios' del modelo que difieren entre cada ejecución, el resultado final de una simulación hecha con los mismos parámetros siempre es el mismo.
- Presione "setup" y "go" y deje que el modelo corra por aproximadamente 100 ticks de tiempo. Detenga el modelo pulsando el botón "go". Qué pasó con las ovejas a través del tiempo? La población de las ovejas comenzó creciendo a una tasa más alta que la de los lobos, luego, a medida que la de estos aumentaba, la de las ovejas disminuía, de tal manera que alrededor de los 100 ticks de tiempo, ambas poblaciones tenían alrededor de 330 individuos.
- Echemos un vistazo y veamos que le sucedería a las ovejas si cambiásemos alguno de los ajustes en la configuración. Encienda el switch de la hierba ("grass?"). Presione "setup" y "go" y deje correr el modelo por una cantidad de tiempo similar al de la anterior. Qué le hizo este switch al modelo? Fue el mismo resultado de la ejecución previa? El nuevo parámetro afectó a ambas poblaciones del modelo. El crecimiento de ambas poblaciones fue menor, ya que ahora las ovejas se veían afectadas por la falta de alimento y por la presencia de los lobos,

quienes a su vez, corrían el peligro de quedarse sin ovejas.

- Qué sucedería con la población de ovejas si hay al comienzo de la simulación más ovejas y menos lobos? Apague "grass?". Establezca el slider del número inicial de ovejas ("initial-number-sheep") a 100. Establezca el slider del número inicial de lobos ("initial-number-wolves") a 20. Presione "setup" y luego "go". Permita que el modelo corra alrededor de 100 ticks de tiempo. Intente correr el modelo varias veces con estos ajustes. ¿Qué le ocurrió a la población de ovejas? ¿Le sorprendió este resultado? ¿Qué otros sliders o switches se pueden ajustar para ayudarle a la población de ovejas?

La población de ovejas fue acabada por los lobos, a pesar de ser menos. Aumentar "sheep-gain-from-food" y "sheep-reproduce" pueden ayudar a las ovejas. Lo mismo pasa al disminuir "wolf-gain-from-food" y "wolf-reproduce".

- Ajuste el número inicial de ovejas a 80 y el número inicial de lobos a 50. (Esto es cercano a la forma en que estaban cuando usted abrió el modelo por primera vez.) Fije "sheep-reproduce" en 10,0%. Presione "setup" y luego "go". Permita que el modelo corra alrededor de 100 ticks de tiempo. ¿Qué le pasó a los lobos en esta ejecución?

La población de las ovejas crece descontroladamente mientras que la de los lobos tiende a extinguirse.

- Presione "setup" y luego "go" para iniciar la ejecución del modelo. A medida que corra el modelo, mueva el slider de la velocidad a la izquierda. ¿Qué sucede? Al disminuir la velocidad de la simulación, todo parece pasar a cámara lenta.
- Mueva el slider de velocidad a la mitad. Pruebe moviendo el slider de la velocidad a la derecha. Ahora intente marcando y desmarcando la casilla de verificación de las actualizaciones de la vista (view updates). ¿Qué sucede? Al mover el slider de velocidad a la derecha se aumenta la velocidad de ejecución del modelo, a veces aumentar tanto la velocidad puede hacer que se sobrecargue el procesador, por lo que desmarcar la casilla de las actualizaciones de la vista puede servir, ya que permite que el modelo siga ejecutándose aunque la vista no se actualice.
- Pulse el botón "Settings..." en la barra de herramientas. Se abrirá un cuadro de diálogo que contiene todos los ajustes para la vista. ¿Cuáles son los ajustes actuales para max-pxcor, pxcor-min, max-pycor, min-pycor, y patch size (tamaño del parche)? Los ajustes actuales son max-pxcor = 25, pxcor-min =

-25, max-pycor = 25, min-pycor = 25, patch size = 9.

- Pulse "cancel" para hacer que esta ventana desaparezca sin cambiar la configuración. Coloque el puntero del ratón al lado, pero fuera, de la vista. Manténgase pulsado el botón del ratón y arrastre el puntero sobre la vista. Arrastre una de las "asas" cuadradas negras. Las asas se encuentran en los bordes y en las esquinas de la vista. Deseleccione la vista haciendo clic en cualquier lugar del fondo blanco de la Interfaz. Pulse de nuevo el botón "Settings..." y vea los ajustes. ¿Qué números cambiaron? ¿Qué números no cambiaron? El único número que cambió fue el del tamaño de la parcela.
- A cuántas baldosas de distancia está la baldosa (0,0) respecto al lado derecho de la habitación A cuántas baldosas de distancia está la baldosa (0,0) respecto al lado izquierdo de la habitación? La baldosa (0,0) está a 3 baldosas de ambos lados.
- Utilizando el diálogo de Model Settings cambie max-pxcor a 30 y el valor de max-pycor a 10. Observe que min-pxcor min-pycor también cambian. Esto se debe a que por defecto el origen (0,0) está en el centro del mundo. ¿Qué le ocurrió a la forma de la vista? La forma cambia de ser un cuadrado a ser un rectángulo.
- Presione el botón de "setup". Ahora puede ver los nuevos parches que ha creado. Edite la vista pulsando nuevamente el botón "Settings...". Cambie el tamaño del parche (patch size) a 20 y presione "OK". ¿Qué pasó con el tamaño de la vista? ¿cambió esto su forma? Aunque el tamaño de la vista aumenta, su forma no lo hace.

B. Tutorial 2: Comandos

El segundo tutorial explica la manera en que se pueden personalizar los modelos formulados usando el software. La mayor parte del tutorial se centra en los efectos cosméticos que se pueden conseguir.

El modelo utilizado es un modelo básico de tráfico vehicular, en el que se mide la velocidad de un vehículo que está en interacción con otros, en un ambiente en el que se producen trancones.

Para la realización de estos cambios se utiliza el Centro de Comando de NetLogo, el cual permite introducir comandos e instrucciones al modelo. Los comandos son las instrucciones que pueden darse a los agentes de NetLogo: las tortugas, los parches, los enlaces y el observador.

En las figuras 7 y 8, se pueden ver algunos cambios de color aplicados a las tortugas y los parches.

La mayor parte de los cambios realizados en el Centro de Comando no son permanentes, y el modelo vuelve a la configuración descrita en la ficha de procedimientos cada vez que se haga clic en 'setup'.

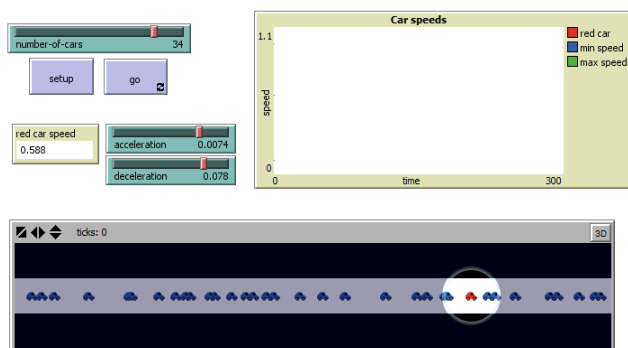


Fig. 6. Modelo de tráfico

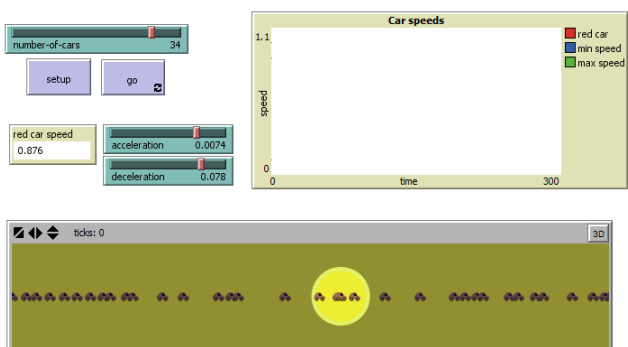


Fig. 7. Cambios de color aplicados al Modelo de tráfico

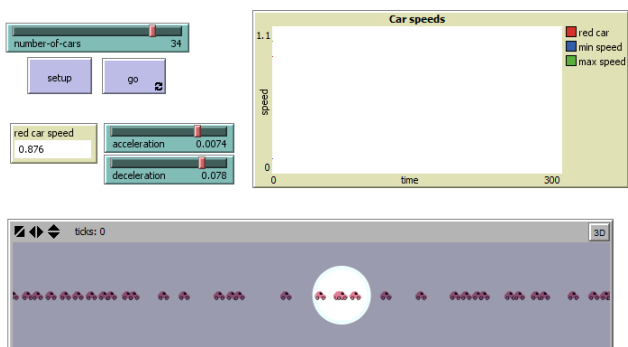


Fig. 8. Cambios de color aplicados al Modelo de tráfico

NetLogo permite aplicar cambios directamente a las tortugas y a los parches mediante los monitores de tortugas y de parches, respectivamente.

Las preguntas señaladas en el tutorial se listan a continuación.

- A medida que utiliza el modelo básico de tráfico, encuentra alguna adición que le gustaría hacerle al modelo?
Introducir la posibilidad de ocurrencia de otros factores que alteren el tráfico, como los accidentes.
- En el tráfico básico: Presione el botón "setup". Busque el Centro de Comando. Haga clic con el ratón en el cuadro blanco en la parte inferior del Centro de

Comando. Escriba el texto que se muestra aquí: ask patches [set pcolor yellow]. Pulse la tecla de retorno. Qué le pasó a la vista?

La carretera desapareció y el fondo se puso totalmente amarillo, como se puede ver en la Fig. 7.

- Por qué los coches no se cambiaron también a amarillo?

Porque el comando solamente pide a los parches que cambien su color, los coches son representados por otro tipo de agente, las tortugas.

- Qué ocurrió en el Centro de Comando?
En el centro de comando van apareciendo un historial de los comandos que se han ejecutado.

- Escriba en el cuadro blanco en la parte inferior del Centro de Comando el texto que aparece a continuacin: ask turtles [set color brown] Fue el resultado de lo que esperaba?
Todo el fondo se puso amarillo, y todos los coches se pusieron de color marrón.

- Elija "turtles" ("tortugas") en el menú emergente. Escriba set color pink y pulse retorno. Pulse la tecla de tabulación hasta que vea "patches¿" en la esquina inferior izquierda. Escriba set pcolor white y pulse retorno. Cómo luce ahora la vista? Nota alguna diferencia entre estos dos comandos y los comando del observer anteriores?

Las tortugas ahora son color rosado. Y el fondo ahora es color blanco, como se puede ver en la Fig. 8. La diferencia en la aplicación de los comandos reside en que en la manera anterior se especifica a quien se aplica el comando en el comando en sí, mientras que de esta segunda manera, primero se indica a quien se aplicará el comando por medio del selector, por lo que el comando en sí omite esta parte.

- Presione "setup". Qué pasó? Por qué la vista revirtió a la versión antigua, con el fondo negro y carretera blanca?

Porque al pulsar el botón "setup", el modelo vuelve a los ajustes descritos en la ficha de procedimientos. El centro de comando no se usa para aplicar cambios permanentes al modelo.

- Cuál es la diferencia entre el color y pcolor? Elija "turtles" en el menú desplegable del Centro de Comando. Escriba set color blue y pulse retorno. Qué pasó con los coches?, Qué pasará si intenta cambiar el color del parche usando el mismo comando?
Los coches se ponen de color azul. Aparece un error debido a que la propiedad COLOR la tienen solamente las tortugas (no los parches).

- Presione "setup" para que reaparezca el coche rojo. Haga clic sobre el coche rojo con el botón derecho del ratón. Seleccione el sub-menú la opción "inspect turtle". Aparecerá un monitor de tortuga para ese coche.Cuál es el who number de la tortuga?, De qué color es esta tortuga?, De qué forma es esta tortuga?
El who number de la tortuga es 18. La tortuga es color 15 (rojo). La tortuga es de forma "car".

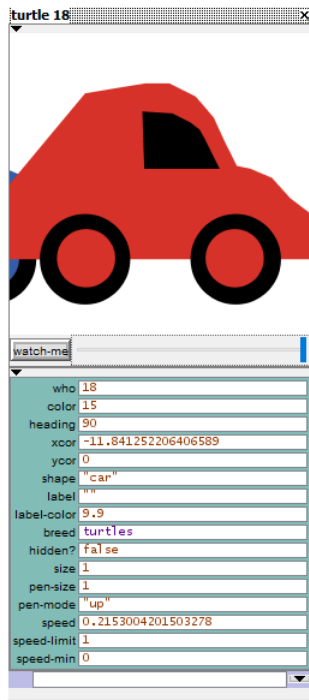


Fig. 9. Opción "inspect turtle" del coche rojo.

- En el Comandante de Agente del monitor de turtle escriba set color pink para la tortuga 0. Qué sucede en la vista?, Cambió algo en el monitor de la tortuga?
El color del coche cambia tanto en la vista como en el monitor de la tortuga.
- Seleccione el texto a la derecha de "color" en el Monitor de Tortuga. Escriba un nuevo color como green + 2. Qué pasó?
El color del coche cambió a verde claro.
- En el Centro de Comando, seleccione "observador" en el menú desplegable. Escriba ask turtle 0 [set color blue] y pulse retorno. Qué sucede?
Cambia el color de la tortuga 0.
- Al igual que hay Turtle Monitors (monitores de la tortuga), también hay Patch Monitors (monitores de Parches). Los monitores de parche trabajan muy similar a los monitores de tortuga. Puede hacer un monitor de parche y utilizarlo para cambiar el color de un solo parche?

Sí, pero no de la misma manera en que se hace con los monitores de tortuga. Un parche no tiene "who number", para referirse a un parche se usan sus coordenadas pxcor, y pycor.

C. Tutorial 3: Procedimientos

El tercer tutorial se centra en la ficha de Procedimientos de NetLogo. Todos los agentes de NetLogo pueden ejecutar comandos, como se ha visto ya en los dos tutoriales anteriores. Un procedimiento es un conjunto de comandos que se ejecutan como si fueran uno solo.

En este tutorial crearemos un modelo, y aprenderemos como configurar cada una de sus características en la interfaz de NetLogo. El modelo a construir será un modelo simple de un ecosistema que parte del modelo de depredación lobo-oveja.

Lo primero que se hace en el tutorial es crear un botón llamado set up, para el cual definimos un procedimiento que crea 100 tortugas, y las distribuye aleatoriamente a través del espacio. A continuación se implementa otro

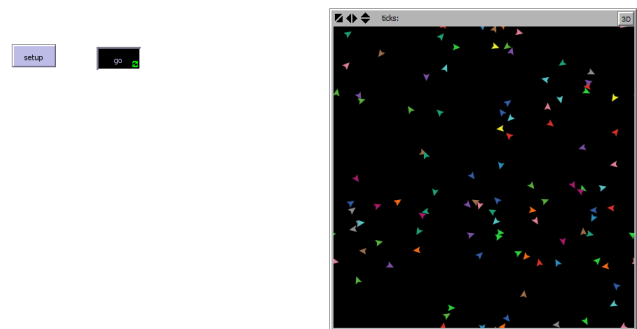


Fig. 10. Interfaz con un botón de set up.

procedimiento (move-turtles) que hace que al presionar un nuevo botón llamado go, las tortugas se muevan, primero girando un número aleatorio de grados entre 0 y 359, y luego avanzando un paso en esa dirección. El siguiente paso consiste en experimentar con diferentes comandos, entre ellos, el comando pen-down que hace que las tortugas dejen rastro a medida que se mueven, el resultado es artístico.

En seguida, se agrega un fondo verde sobre el que se mueven las tortugas.

Hasta ahora tenemos algunas tortugas corriendo en un paisaje, con el cual no tienen ninguna interacción. En seguida, hacemos que las tortugas coman pasto (los parches verdes), se reproduzcan y mueran. La hierba crecerá gradualmente después de ser comida.

El siguiente paso consiste en la implementación de monitores para el control de la cantidad de tortugas, y de parches verdes que hay en un momento dado. Además añadiremos un interruptor que nos permitirá ver, o no, la energía de cada

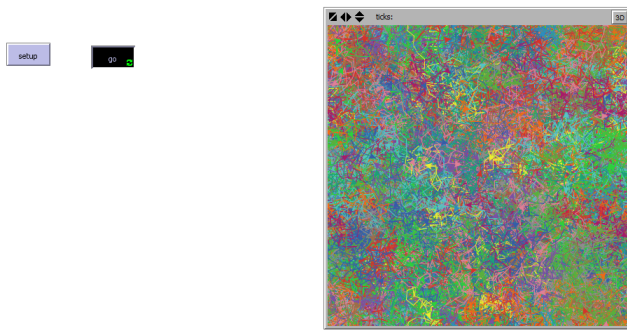


Fig. 11. El rastro que dejan las tortugas al moverse, es muy bonito.

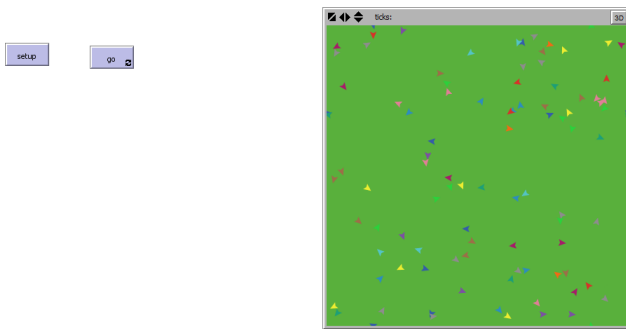


Fig. 12. Tortugas sobre un fondo verde.

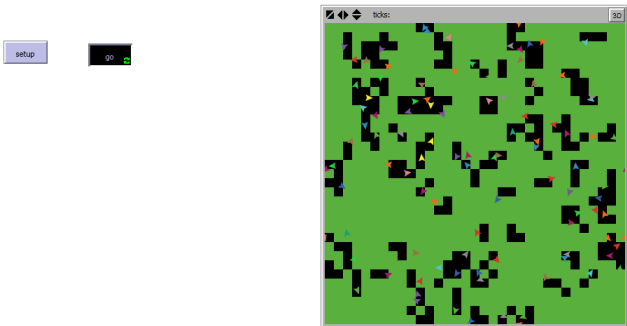


Fig. 13. Tortugas sobre un fondo verde, ahora comiéndose el pasto.

tortuga en un momento dado.

Más adelante, agregamos tres funciones: reproduce, check-

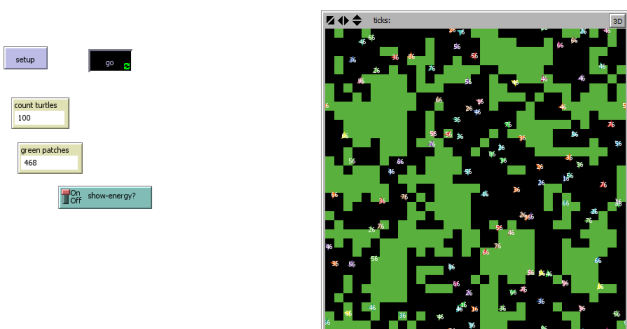


Fig. 14. Tortugas sobre un fondo verde.

death y regrow-grass. Que permitirán modelar la reproducción y la muerte de las ovejas, y además, el crecimiento del pasto.

También, agregamos un gráfico, para ver la evolución, en tiempo real de la cantidad de tortugas y de pasto.

Así termina el tutorial.

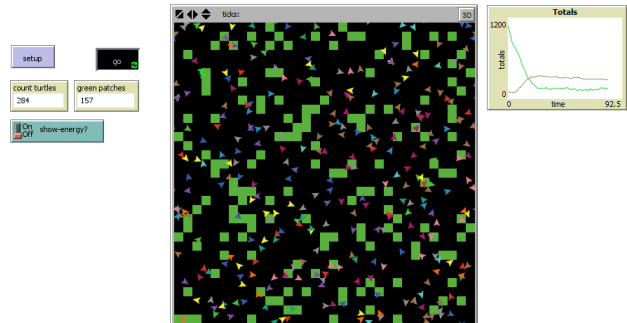


Fig. 15. Interfaz con monitores.

REFERENCES

- [1] Poza Garcia D., Manual de NetLogo en español, available online at: <https://sites.google.com/site/manualnetlogo/> [17-04-2016].
- [2] M. A. Janssen, Agent-Based Modelling. Arizona State University, Mar. 2005.
- [3] I. Grigoryev, AnyLogic in three days - A quick course in simulation modeling. 2015.