

Desde Logo y StarLogo a Micromundos Híbridos

Sebastián Pablo Ramírez, (sebastianr@oeste.com.ar), Jorge Salvador Ierache, (jierache@yahoo.com.ar)
Facultad de Informática Ciencias de la Comunicación y Técnicas Especiales Universidad de Morón
Provincia de Bs. As- Argentina. Cabildo 134 Morón (1708)

Palabras clave: Informática Educativa, Inteligencia artificial, Optimización y Simulación, Vida Artificial.

Workshop de Tecnología Informática Aplicada en Educación (WTIAE)

Resumen

En la década del 80 Seymour Papert crea un programa para reforzar la creatividad y el aprendizaje de las matemáticas. Dicho programa consistía en una tortuga gráfica que era comandada por el usuario y podía asignarle varias funcionalidades como avanzar, girar, escribir, retroceder, etc. LOGO fue el nombre de dicha creación y su éxito fue notable a nivel mundial, Mitchel Resnick realiza una importante extensión al LOGO en lo que hoy se conoce como StarLogo. Un sistema que permite comandar no una sino miles de entidades subclasificadas en distintas categorías y hasta actuar sobre el estado de cada unidad del tablero-grilla. Este artículo propone la creación de Micromundos o Mundos Simulados mediante autómatas celulares que adquieran datos tanto de una fuente virtual como de una real, convirtiéndolos en Micromundos Híbridos. La integración de dichos sistemas virtuales con los propios sistemas reales, en un entorno donde interactúen y se retroalimenten permitirá potenciar las capacidades de análisis de los mismos, se presenta un prototipo en www.micromundoshibridos.com.ar sobre el cual se puede interactuar desde internet con el servidor de la aplicación el que captura datos con el mundo real

1 Introducción

El estudio de la vida artificial siempre planteó un marco de debate entorno a la definición de lo que consideramos vida simulada. ¿En qué medida generamos en una computadora una maqueta de la realidad imitando un comportamiento lo más parecido posible o realmente planteamos un sistema de análisis simulado pero a la vez dinámico que presente un comportamiento esclarecedor sobre los fenómenos y la interacción de sus agentes? Quizás una de las visiones más acertadas es la de la ciencia que dibuja un mapa de la realidad, creando una copia que dice algo sobre el mundo tal cómo es. [Emmeche C; 1994]

De la tortuga al StarLogo

En la década del 80 Seymour Papert al frente del laboratorio de inteligencia artificial del MIT crea un programa para reforzar la creatividad y el aprendizaje de las matemáticas en chicos de nivel primario. Dicho programa consistía en una tortuga gráfica que era comandada por el usuario y podía asignarle varias funcionalidades como avanzar, girar, escribir, retroceder, etc. LOGO fue el nombre de dicha creación y su éxito fue notable a nivel mundial, aún hoy se utiliza como aprendizaje inicial del alumno y la informática.

Con la misma pasión que su mentor, varios años más tarde Mitchel Resnick investiga la forma de generar un sistema que permita estudiar el comportamiento de sistemas descentralizados tales como el vuelo de los pájaros, los atascamientos de tráfico, las colonias de hormigas, etc. El mismo realiza una importante extensión al LOGO en lo que hoy se conoce como StarLogo. Un sistema que permite comandar no una sino miles de entidades subclasificadas en distintas categorías y hasta actuar sobre el estado de cada unidad del tablero-grilla. Utilizando un lenguaje creado a tal fin, cada autómatas puede programarse con una lógica en cuestión y al poner en ejecución el sistema se llegan a contemplar estados emergentes del mismo. El sistema puede pensarse como “inteligente”.

StarLogo ha logrado avances debido a :

- Su capacidad de manejar varios autómatas en paralelo.
- Poder diferenciar clases de autómatas (especies).
- Poder accionar sobre el terreno del autómatas.
- Poder obtener gráficos de evolución de los sistemas evaluados.

2 Limitaciones.

De StarLogo a Micromundos Híbridos

En el pasado las herramientas de simulación han existido como sistemas aislados, sin embargo actualmente se espera que los simuladores tengan un alto grado de integración con el mundo real a través de la participación de jugadores vivos [Holley C.D; 1993 TWR]. Estas capacidades no están previstas en StarLogo.

La IA incluye lo que se denomina aproximaciones subsimbólicas, éstas siguen un estilo de diseño ascendente, comenzando en el nivel más bajo y procediendo hacia niveles superiores, en los niveles más bajos el concepto de símbolo no es tan apropiado como el de señal, una aproximación muy prominente es la Vida Artificial, [Nilsson, N; 2001] Los defensores de este estilo [Wilson, 1991 y Brooks, 1990] señalan que la inteligencia humana se desarrolló después de miles de años de evolución en la Tierra, según ellos para conseguir máquinas inteligentes tendremos muchos de estos

pasos. El empleo de Micromundos sin incorporación del mundo real limita las posibilidades de evolución reales en ambientes de vida artificial.

StarLogo no contempla la participación de fuentes reales, limitando de esta forma la participación de especies vivas como también de variables del ambiente real que actúan sobre el entorno en el que viven las especies. El descubrimiento de estados emergentes está limitado a Micromundos o mundos simulados exclusivamente.

3 Propuesta.

La visión inicial de Papert con Logo desencadenó el concepto que se denominó enfoque constructor del aprendizaje y la educación. [Papert S; 1981] El mismo afirma que el aprendizaje es un proceso activo mediante el cual las personas construyen el conocimiento a partir de sus experiencias en el mundo. (idea basada en las teorías constructivistas de Jean Piaget) [Resnick M.; 1994] En tal forma StarLogo permite generar un entorno masivamente paralelo donde se pueda apreciar el concepto de autómatas celulares y lo que es más, poder percibir estados emergentes de la interacción entre dichos autómatas. La herramienta permite modelizar, demostrar y obtener parámetros de comportamiento en una amplia gama de diversos sistemas.

El nuevo desafío está en presentar un sistema que cruce la barrera entre el mundo totalmente virtual y un medio real. Poder utilizar un medio informático donde conviva un sistema generado artificialmente a la luz de la concepción del mundo real pero interactuando con él. Pensemos en la idea de poder controlar en un ordenador un objeto generado con una interfaz de usuario que le permita definir los atributos y las acciones que éste realice sobre el sistema. Obtener un monitor del objeto de análisis y poder interactuar con él en el orden artificial, generando así simulaciones de su accionar. Ahora llevemos esta concepción a un sistema con varios agentes donde se puedan tomar datos del mundo real y experimentar comportamientos y alteraciones simuladas en los mismos. Esta propuesta intenta llevar un paso más adelante al concepto de Vida Artificial incluyendo fuentes reales en la hidratación del modelo simulado optimizando así el área de esta ciencia. Partiendo de la idea de Papert sobre un autómata celular único sobre un entorno bidimensional, pasando por los sistemas masivamente paralelos de Resnick, llegamos a un marco integrador entre el mundo real y los sistemas artificiales. La creación de *Micromundos Híbridos* en conjunción a un mundo virtual constructor (o mapa de sistema real), variables medidas del mundo real y un sistema de autómatas celulares es la concepción del trabajo propuesto por éste artículo.

La concepción del trabajo propuesto plantea un modelo que considera un framework que se presenta sobre un entorno web-enabled con un generador de sistemas artificiales. Cabe mencionar

que dicha elección propone un marco integrador al uso masivo de la herramienta con la generación de Micromundos Híbridos que permitirán ser publicados para poder monitorearse y reutilizarse por quien así lo desee. El intensivo uso de la presentación gráfica final montada sobre una tecnología web determina la elección principal de utilizar una herramienta rica en presentación gráfica sobre un web server equipado de la suficiente capacidad de procesar múltiples simulaciones de varios autómatas celulares en paralelo; la adquisición de las variables del sistema que lleguen al web server para así poder trabajar como nexo entre los sistemas. Dicha adquisición podrá ser realizada por medio de una fuente artificial (como dato generado por el sistema mismo.) o en función de un sensor sobre el medio del mundo real en cuestión. El equipo de adquisición de datos podrá ser interconectado mediante enlaces físicos (RS-232, ethernet, fibra, etc.) o en forma remota mediante webservices o cualquier otro medio disponible en el mercado.

Se ilustra en la Figura N° 1 conceptualmente la adquisición y administración de datos vía webserver.

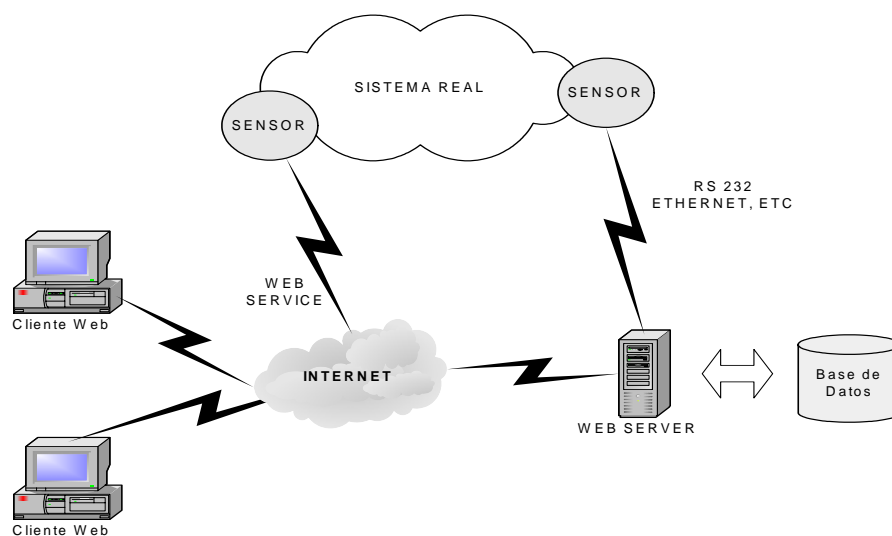


Figura N° 1 Adquisición y Administración de Datos

4 Desarrollo de un Caso de ejemplo en Vida Artificial.

Tomemos como ejemplo el estudio de la conducta alimenticia de una especie X omnívora. El sistema servirá para analizar la adaptación de la misma a recursos alimenticios del entorno. Como modelo del sistema presentamos el siguiente análisis de las variables participantes: la especie X es la de principal análisis para poder adaptar la conducta alimenticia según los recursos que se dispongan en el sistema. En tal forma cada integrante de la especie contará con un nivel de

necesidad sobre el recurso A y un nivel de necesidad sobre el recurso B. Por otra parte cada individuo podrá ser consultado por el valor actual o real de recursos A y B en el organismo.

Variable	Descripción	Alcance
NNA	Nivel necesario de recurso A	[0..100]
NNB	Nivel necesario de recurso B	[0..100]
NRA	Nivel real de recurso A en el organismo	[0..100]
NRB	Nivel real de recurso B en el organismo	[0..100]

En el nacimiento de cada nuevo integrante de la especie, se aplica una función de adaptación sobre la información genética de sus progenitores. Esto es realizado definiendo nuevos valores de recursos necesarios sobre la base de los originales de los progenitores y los niveles reales que en definitiva se han obtenido.

En resumen, la formula aplicada es la siguiente (los sufijos p, m, y h denotan la cualidad de padre, madre e hijo, respectivamente) :

$$\mathbf{NNAh} = [(\mathbf{NNAp} + \mathbf{NRAp} + \mathbf{NNAm} + \mathbf{NRAm}) / 4] + k$$

$$\mathbf{NNBh} = [(\mathbf{NNBp} + \mathbf{NRBp} + \mathbf{NNBm} + \mathbf{NRBm}) / 4] + k$$

A estos nuevos parámetros se los modificará mediante un parámetro k calculado sobre un porcentaje de aleatoriedad de +/- 10% sobre el valor final. Dicho parámetro intenta evitar la convergencia de la especie. Los valores finales, necesarios NNAh y NNBh se ajustarán mediante una normalización equitativa (j) para que juntos sumen 100. Por ejemplo:

NNA_p	NRA_p	NNA_m	NRA_m	NNA_h	Σ	Corrección (j)	NNA_{h+j}
70	50	60	20	50	80	(100 – 80) / 2	60
NNB_p	NRB_p	NNB_m	NRB_m	NNB_h		Corrección (j)	NNB_{h+j}
30	20	40	30	30		(100 – 80) / 2	40

La longevidad también es producto de una adaptación a los estadios de la especie, asignada a la variable :

Variable	Descripción	Alcance
EV	Expectativa de vida	[0..n]

La expectativa de vida será un valor estimado afectado por una componente de aleatoriedad (L) :

$$EV_h = (EV_p + EV_m) / 2 + L$$

Natalidad y crecimiento

Las variables a ponderar en el marco de la natalidad y crecimiento de las especies X , A y B se detallan en el siguiente cuadro :

Especies X y A		
Variable	Descripción	Alcance
SEXO	Sexo de cada individuo de la especie	[M/F]
EMF	Edad mínima asociada a la fertilidad del individuo	[0..n]
FX	Factor de fertilidad que define la cantidad máxima de crías que la especie X puede tener	[0..n]
FA	Factor de fertilidad que define la cantidad máxima de crías que la especie A puede tener	[0..n]
TRS _m	Tiempo de reposo sexual luego de tener una cría en las hembras de la especie.	[0..n]
Especie B		
Variable	Descripción	Alcance
FC	Factor de crecimiento de la especie vegetal	[0..n]

Las variables EMF y TRS_m fueron incluidas para evitar un efecto de explosión poblacional, ya que aquellas reproducciones que se den en áreas reducidas con un mínimo porcentaje de densidad poblacional podrían disparar un efecto no controlado y por ende tender a un efecto entrópico y obviamente alejado de la realidad.

La especie B se limita en su evolución en función de las variables significativas para ésta en el entorno del mundo real, en este caso se consideran temperatura, humedad, características del suelo entre otras que participan en el desarrollo en este caso de la especie virtual B. De esta forma se alimenta el Micromundo con información del mundo real obteniendo resultados que surgen de la integración de ambos en un micromundo híbrido.

Ciclos de vida

Las variables a considerar en el ciclo de vida de las especies son :

Especie X		
Variable	Descripción	Alcance
EDAD	Edad actual del individuo	[0..n]
EV	Expectativa de vida (ver adaptación de la especie)	[0..n]
NRA	Nivel real de recurso A en el organismo (ver adaptación de la especie)	[0..100]
NRB	Nivel real de recurso B en el organismo (ver adaptación de la especie)	[0..100]
ENERGIA	Energía actual de la que dispone el individuo	[0..100]
Especie A		
Variable	Descripción	Alcance
EDAD	Edad actual del individuo	[0..n]

La variable de energía es de vital importancia ya que regulará los ciclos de vida de la especie X en función de:

- Incrementarse al momento de adquirir recursos A o B
- Disminuir al momento de desplazarse

La muerte de cada individuo de la especie X tendrá lugar cuando:

- La energía llegue a ser nula.
- La edad del individuo supere la expectativa de vida y el factor de aleatoriedad L supere un nivel crítico de supervivencia.

La muerte en la especie A está regulada por la edad del individuo y un factor de aleatoriedad dado sobre una expectativa de vida siempre constante. Se ilustra en la Figura N° 2 Sistema propuesto bajo StarLogo

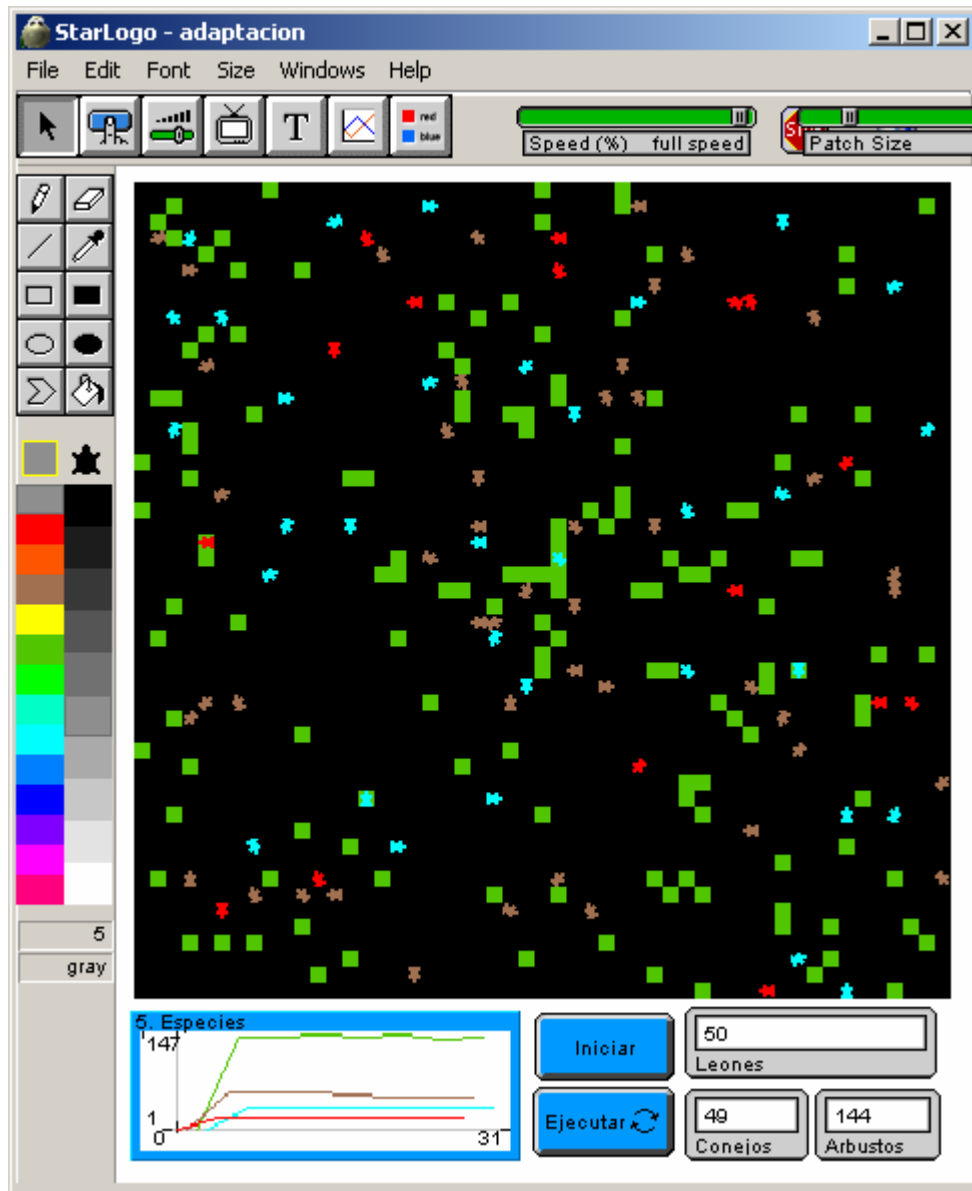


Figura 2. Sistema propuesto bajo StarLogo

Navegación

La navegación de cada individuo de las especies X y A se toma de forma aleatoria. Esto se define así para evitar efectos particulares de carácter repetitivo. Por ejemplo si se tienen en cuenta las cercanías con otro individuo de la misma especie para su reproducción esto podría exacerbar los niveles de reproducción de la especie. De la misma forma sucedería con la predación de las especies A y B respectivamente. En tal forma dicha navegabilidad se cree en un entorno de grandes

dimensiones donde la unidad poblacional es la unidad de análisis de los efectos en el encuentro de individuos.

La perpetuación de la especie

Mediante las reglas y observaciones presentadas en el modelo de análisis y como ya se mencionó, se intenta poder obtener un patrón de comportamiento alimenticio de la especie adaptado a los recursos del entorno. En tal forma debería observarse una función cíclica que defina el grado del tipo de la especie a lo largo de la simulación, con relación a la aparición y desaparición de los recursos A y B que dispone. Se ilustra en la Figura N° 3 Gráfico de evolución sobre simulación propuesta en StarLogo.

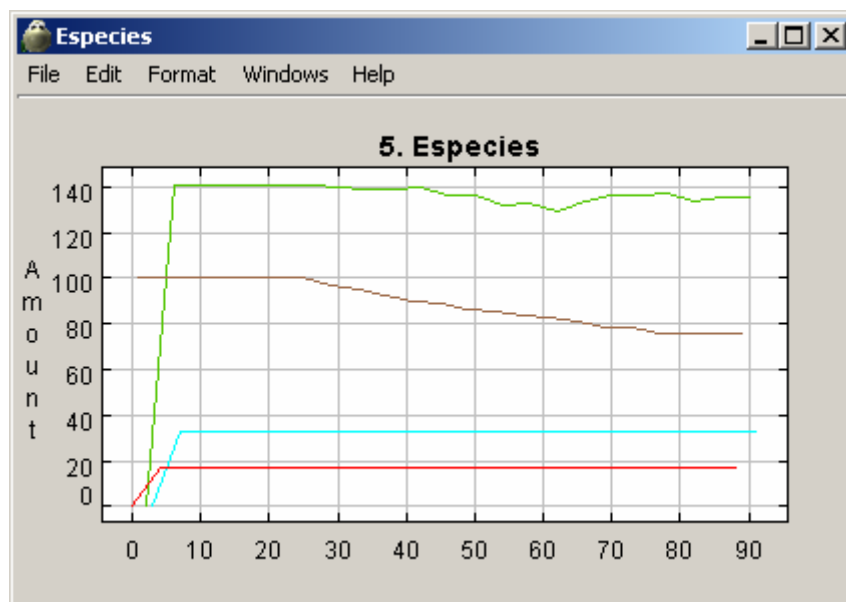


Figura 3. Gráfico de evolución sobre simulación propuesta en StarLogo

Del modelo real al artificial

El modelo antes propuesto ejemplifica el uso de la vida artificial en el análisis de sistemas descentralizados. Pero los estados emergentes de dicho comportamiento serán función de los parámetros de entrada o configuración de las variables contempladas. ¿En qué medida es eso aproximado a la realidad?. La propuesta es tomar dichos valores sobre un muestreo real del sistema. Permitir configurar cada una de las variables de interés contra fuentes del mundo real.

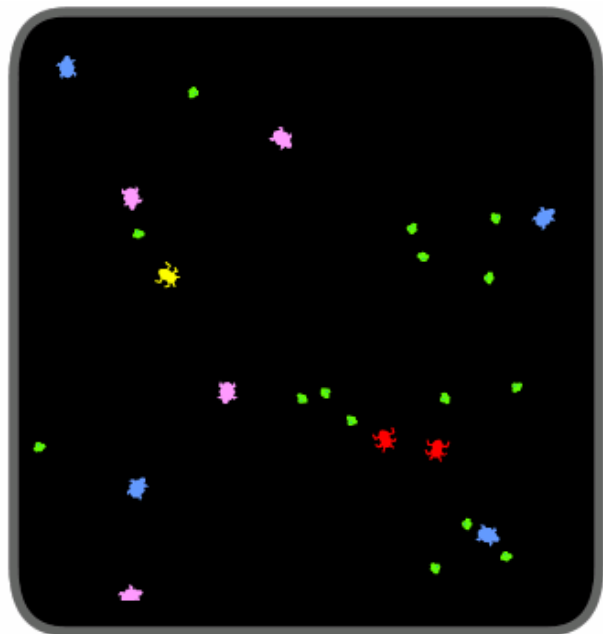
- La navegación de cada agente considerada en el esquema artificial en función de un valor aleatorio será adquirida mediante un sistema de ubicación georeferencial sobre un muestreo dado en la especie real en caso de considerar la incorporación de especies vivas.
- La densidad poblacional estará enunciada sobre la base de procesamiento de imágenes del entorno en cuestión.

Dichas variables son en tal medida obtenidas de la realidad y el comportamiento del sistema responderá a un marco real, pudiendo ajustarse a efectos generados por factores no contemplados en el mundo artificial (condiciones del clima, enfermedades, etc.)

Los sistemas dejan en consecuencia el marco de lo estrictamente artificial para complementar éste en un entorno híbrido, las variables reales propuestas en el caso para ser adquiridas por el sistema para la especie B, son temperatura, humedad, características del terreno entre otras del entorno real, que influyen directamente en el desarrollo de la especie B que forma parte del Micromundo Virtual.

Del modelo propuesto se armó un prototipo básico que se encuentra publicado en <http://www.micromundoshibridos.com.ar>, Allí se plantea el sistema anteriormente analizado, desarrollado mediante páginas ASP, Macromedia Flash y persistiendo la información en una base Microsoft SQL Server 2000. Accediendo a la página cada usuario puede ver todos los valores de entrada del sistema y configurarlos a gusto. Al iniciar la simulación se accede a una ejecución del sistema, donde se puede observar la interacción de los componentes del mismo y un monitor donde se observa la ponderación de las variables asociadas. Se puede observar en la Figura 4. la página Micromundos Híbridos

El sistema toma dos datos del mundo real, la luz y la temperatura. Los mismos se configuran también de forma inicial apuntando a un webservice que le ofrezca la información mencionada. Para poder montar un caso de pruebas se utilizó un microcontrolador LEGO Mindstorms (RCX) el cual es básicamente un agente que toma los datos del entorno y los transmite de forma infrarroja a un receptor conectado al webserver que publica los servicios antes mencionados.



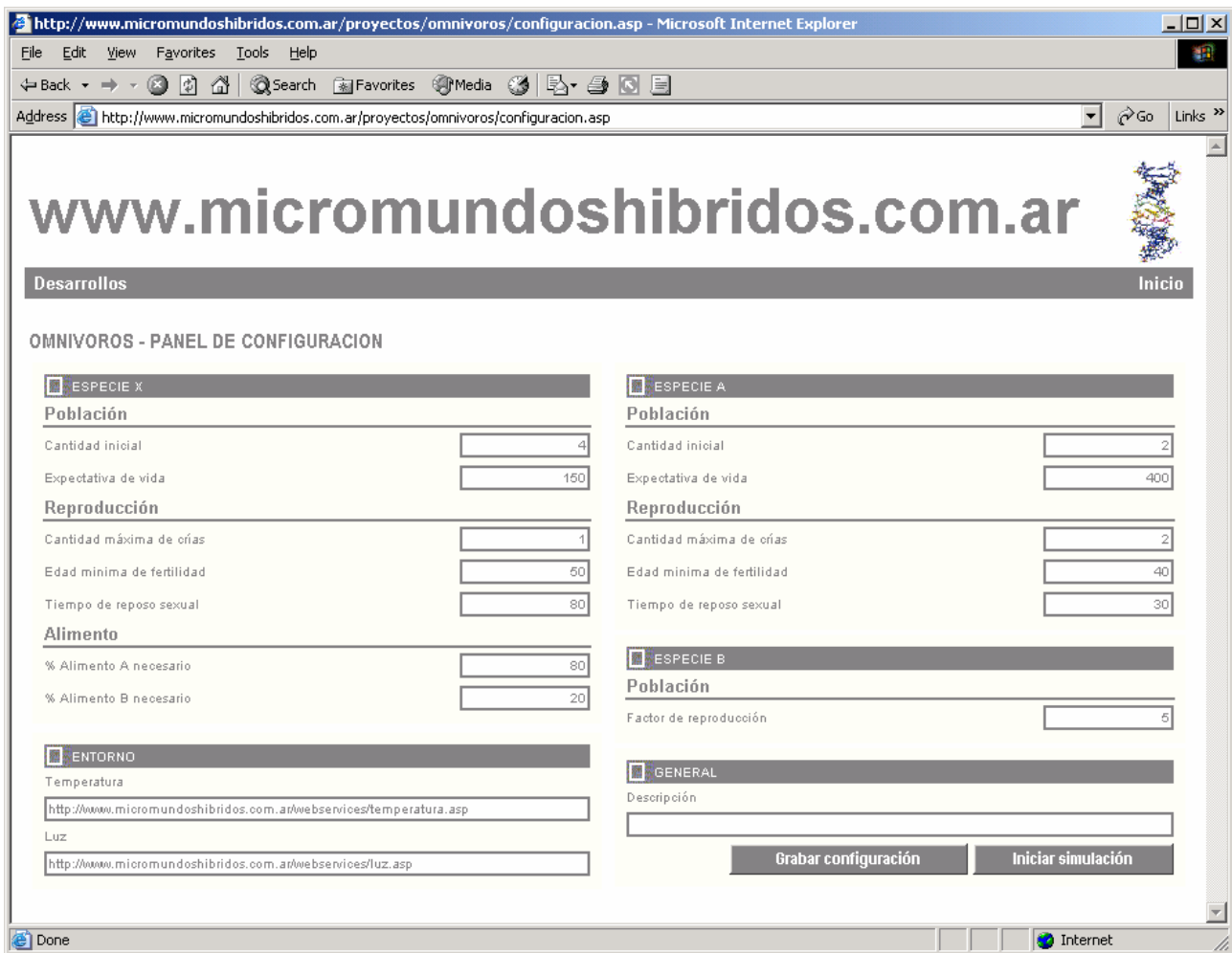


Figura 4. Página Micromundos Híbridos

5 Conclusiones.

El cambio hacia micromundos híbridos propone un aporte sobre sistemas descentralizados a fin de colaborar a la investigación científica sobre vida artificial. El uso de sistemas artificiales está encontrando cada día más aplicación en nuestra vida desde la resolución de problemas complejos hasta la aplicación de la robótica en la mejora de nuestra calidad de vida. El mundo de la IA cruza la barrera de la interfaz hombre- máquina para ser partícipe de nuestros sistemas diarios. Dicha concepción debe ser llevada al uso de los sistemas en vida artificial permitiendo generar una visión de la realidad que sea realimentada y limite los márgenes de error o aleatoriedad artificial para así potenciar herramientas en diversas áreas de aplicación, a saber: educación (procesos paralelos, interacción, estados emergentes, etc.), agropecuaria, biológica, social, por mencionar sólo algunos. La vida artificial en Micromundos Híbridos es no sólo un marco de posibilidades sino un laboratorio de análisis sobre fuentes reales.

Como se expuso en un principio un entorno de explotación via web contribuirá a la publicación de dichos micromundos potenciando su uso y permitiendo la interacción entre los mismos para estudiar estados emergentes sobre sistemas disímiles.

6.Referencias bibliográficas.

[Emmeche C; 1994]: Emmeche, Claus : *Vida simulada en el ordenador, la nueva ciencia de la inteligencia artificial*. Buenos Aires, Gedisa, 1994.

[Holley C.D; 1993 TWR]: Simlator Interoperability”, Journal of Air Traffic Control

[Resnick M.; 1994]: Resnick, Mitchel, *Tortugas, termitas y atascos de tráfico. Exploraciones sobre micromundos masivamente paralelos*, Gedisa, 1994.

[Papert S; 1981]Papert, Seymour : *Computadoras y educación*. Ediciones galápagos,1981.

[Gardner, Howard, 1987] : *La nueva ciencia de la mente*. Buenos Aires, Paidós, 1987

[Goldberg, David,1989]: *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*. California, Estados Unidos, Addison-Wesley, 1989

[Nilsson, N; 2001] : *Inteligencia artificial una nueva sintesis*. McGraw-Hill

[Russell, Stuart] : *Inteligencia artificial un enfoque moderno*. Prentice-Hall

[Trillas, Enric,1999] : *La inteligencia artificial, Máquinas y herramientas*. Buenos Aires, Temas de Debate, 1999

[Zbigniew Michalewicz,1992] : *Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs*. Estados Unidos, Springer-Verlag, 1992