

HISTORIA NATURAL

número 6 • 3,90 €

marzo 2004



Los humedales • Mantis • La expedición de la viruela • Las cuscutas

Universales de la materia viva por Alberto Ferrús

El jardín digital: un edén en el ordenador

Rafael Lahoz-Beltrá

Quien más y quien menos ha gozado en su casa o en el trabajo de la compañía de una o más plantas. También quien más y quien menos ha maldecido el día que la planta se han marchitado o enfermado echándose a perder, ¿falta de abono, riego, o no las habré cuidado adecuadamente? se habrán preguntado. A partir de ahora sus preocupaciones se han acabado, en este artículo le explicaremos como crear su propio jardín formado por plantas que no requerirán cuidado alguno. Pero ¿es eso posible? Sí, si de lo que se trata es de crear un jardín digital, un edén en nuestro ordenador.

A finales de la década de 1960 un biomatemático holandés de la Universidad de Utrecht llamado Aristid Lindenmayer introdujo un procedimiento conocido como sistemas-L. Desde entonces, y gracias a este método, es posible la simulación del crecimiento y ramificación de las plantas, del desarrollo embrionario o de la forma de un alga o un hongo, ambos filamentosos, entre los de otras estructuras biológicas. Esta técnica de simulación, a la que dedicaremos el presente artículo, se sustenta en un principio observado desde antiguo por los naturalistas, y al que se conoce como *hipótesis de crecimiento local*. Pero ¿qué establece dicha hipótesis? Sencillamente lo que sigue: supóngase que observamos el sistema de ramificación de una planta o un árbol durante su crecimiento. De acuerdo con esta hipótesis, durante el crecimiento la estructura de una rama en un cierto instante de tiempo es junto con las ramas que contiene, una repetición del conjunto de la planta en el instante anterior de crecimiento. En otras palabras, no es que la naturaleza sea *vaga* a la hora de buscar soluciones a ciertos problemas, como por ejemplo el relativo al crecimiento y ramificación de las plantas, más bien sería o respondería al calificativo de *perezosa*. Un procedimiento del que la naturaleza echa mano frecuentemente para *ahorrarse* trabajo consiste en establecer un cierto patrón, en este caso de ramificación, y repetirlo bajo cualquiera que sea el nivel en el que observemos a la planta durante su crecimiento. Las plantas,

los cristales de hielo, la orilla de una playa y otras estructuras naturales un tanto *perezosas* utilizan este principio de crecimiento, conociéndose a estas estructuras como *fractales*.

Pero ¿en qué consiste un sistema-L? Aunque la primera impresión es que los sistemas-L pueden resultar un procedimiento bastante abstracto de simulación, nada más lejos de la realidad. Supóngase que deseamos simular el crecimiento de una planta. En primer lugar definiremos un conjunto de símbolos, por ejemplo las letras A y B, y los dos símbolos de un paréntesis, es decir, (). Consideraremos que los símbolos a que hemos



aludido definen un alfabeto asignándole a cada símbolo un cierto significado biológico. Por ejemplo, traduciremos los símbolos A, B como “un paso adelante”, trazándose una línea recta en la pantalla del ordenador cuya longitud será preestablecida dependiendo del símbolo de que se trate, A o B. El símbolo (significará “inicio de rama, girar 45° a la derecha”, y finalmente el símbolo) será interpretado como “fin de rama, volver al inicio de rama”. En segundo lugar, y éste es uno de los formalismos más característicos de un sistema-L, definiremos lo que se conoce como reglas de crecimiento. En principio, la idea es simple: representaremos el estado de crecimiento de una planta por una cadena de símbolos. Entonces ¿cómo simularemos su crecimiento? Simplemente obteniendo una nueva cadena de símbolos a par-



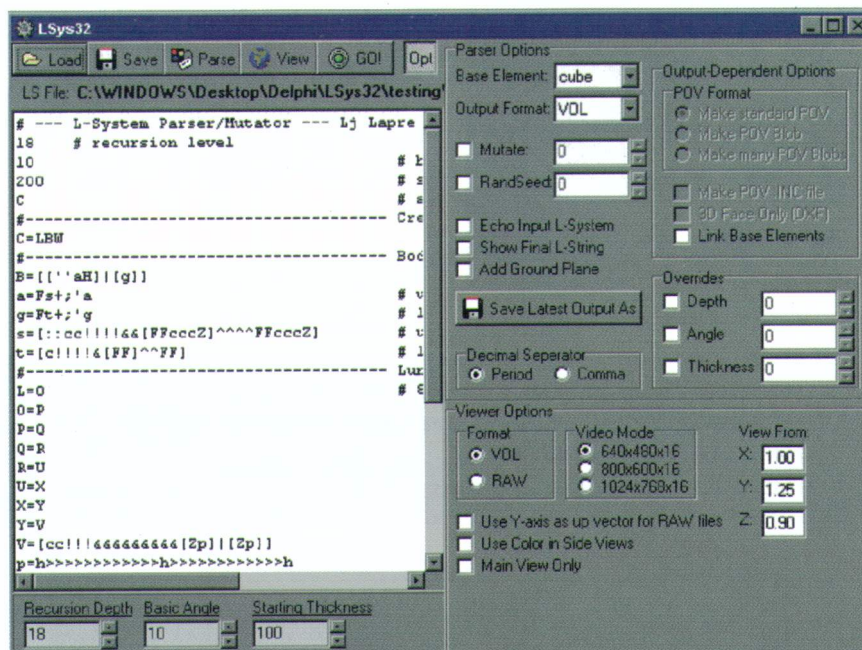
tir de otra que represente su estado anterior de desarrollo. Esta nueva cadena la obtendremos aplicando las reglas de crecimiento a la cadena que represente el estado anterior de crecimiento. Considérese que en el presente ejemplo las reglas de crecimiento fueran cuatro, tal y como se muestra a continuación:

- R1: $A \rightarrow AB$
 R2: $B \rightarrow (A)A$
 R3: $(\rightarrow ($
 R4: $) \rightarrow)$

¿Y qué significan tales reglas? ¿Cómo algo tan abstracto puede funcionar? Ya lo creo estimado lector, así es. Veamos qué ocurre si partimos inicialmente ($t = 0$, siendo t el tiempo) de una cadena *semilla* constituida por un único símbolo, siendo por ejemplo la cadena igual a A . Si aplicamos la regla R1 a la cadena semilla tendremos que para el siguiente instante $t = 1$, el estado de la planta será AB , lo que resulta de sustituir A por AB según la regla R1 de crecimiento. Seguidamente si aplicamos las reglas R1 y R2 a los símbolos A y B de la cadena AB tendremos el estado de crecimiento de la planta en el instante siguiente de crecimiento $t = 2$, y que estará representado por la cadena $AB(A)A$. Aplicando una y otra vez este simple procedimiento de reescritura de cadenas de símbolos obtendremos una colección de cadenas en la que cada cadena representará distintos momentos, instantes o estados durante el crecimiento de una planta:

$t = 0$ A
 $t = 1$ AB
 $t = 2$ $AB(A)A$
 $t = 3$ $AB(A)A(AB)AB$
 ...

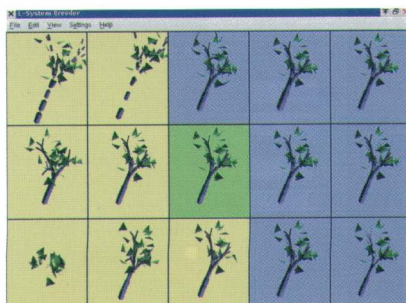
Y así sucesivamente, obtendremos tantas cadenas como instantes o estados de crecimiento deseemos simular. Finalmente, bastará representar gráficamente en la pantalla del ordenador a cada cadena, una tras otra, obteniendo así como si de



una película se tratase la simulación del crecimiento de la planta. Sencillo y elegante ¿no? Y además con implicaciones teóricas muy interesantes. Si consideramos que una cadena de símbolos es lo que coloquialmente llamamos palabra, y considerando otras cuestiones que pasaremos por alto, entonces resulta que el problema de simular el crecimiento de una planta es, al menos teóricamente, similar al problema del aprendizaje y adquisición del lenguaje en un bebé ¿no serán acaso los sistemas-L la clase de gramáticas en las que se sustenta la vida?

En un terreno más práctico que filosófico varios son los programas y herramientas que podemos encontrar en internet con los que desarrollar espectaculares sistemas-L. Una de las aplicaciones, tal vez la más popular, es el programa Lparser [1]. Escrito por Laurens J. Lapre, Lparser es un paquete de programas orientado a la obtención de plantas y otros sistemas-L en dos y tres dimensiones que podrán ser visualizadas con el visor incluido en el propio paquete. El programa permite la exportación de imágenes a formatos gráficos como POV para el trazador de rayos POV-Ray, uno de los mejores programas gratuitos de crea-

ción de imágenes (representándose éstas a partir de la ruta que toman los rayos de luz entre una o varias fuentes de luz, los objetos y el observador) e incluso en formato VRML, para sistemas de realidad virtual. Una vez descargado Lparser ¿cómo utilizar esta versátil herramienta? Con una documentación bastante completa y asequible, su manejo básico resulta bastante sencillo. Por ejemplo, en Windows, y en modo MS-DOS, ejecute `lparser tree06.ls` (los archivos con extensión `ls` contienen los sistemas-L) obteniéndose un archivo de nombre `output.vol` con la imagen resultante. La imagen obtenida podrá ser visualizada en su ordenador si teclea `lviewer output.vol` obteniendo en este ejemplo una atractiva conífera. Pero si lo que a usted le deleita es la música, con LMUse [2] podrá interpretar las más variadas melodías usando para tal fin sistemas-L como ya explicamos en el artículo del pasado mes. Con un fundamento muy similar a los biomorfos de Dawkins, en el número 3 de HN vimos como el programa L-Breeder [3] permite crear una cierta forma, y una vez creada, obtener una serie de formas descendientes o *hijos* obtenidos a partir del original por medio de cambios aleatorios o



mutaciones. Si en cambio usted está acostumbrado a trabajar con ventanas y botones, y no tolera las antiguas aplicaciones en MS-DOS, nada mejor que LSys32 [4], una completa interfaz de usuario diseñada para Lparser.

A partir de ahora, ya no tendrá que regar ni cuidar las plantas de su jardín digital, nunca se echarán a perder sus plantas. A propósito, y ahora que recuerdo ¿cuándo fue la última vez que su ordenador se quedó sin corriente eléctrica?

- [1] <http://home.wanadoo.nl/laurens.lapre/lparser.htm>
- [2] <http://www.geocities.com/Athens/Academy/8764/lmuse/lmuse.html>
- [3] <http://pixie.oum.ox.ac.uk/L-Breeder/>
- [4] <http://chris.lichti.org/Lab/LSys32/LSys32.shtml>

Rafael Lahoz-Beltrá, doctor en ciencias biológicas, es profesor titular en el Departamento de Matemática Aplicada (Biomatemática) de la Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid, donde en la actualidad imparte las asignaturas de *Bioinformática* y *Teoría y simulación de sistemas biológicos*.

Desde 1989 hasta 1992 fue Fulbright Visiting Research Scholar en la Universidad Estatal de Nueva York y en la Universidad de Arizona.

EL RINCÓN DE LOS ERRORES

En el n° 3 de HISTORIA NATURAL, página 63 (primera columna), en la sección Científicos para la Historia se han deslizado algunas erratas en relación con el nombre científico de un fósil:

En la primera línea aparece *eoazon* y debe ser *Eozoon*.

En la segunda aparece *canadiense* y debe ser *canadense*, porque es la especie correspondiente a *Eozoon*.

En la línea 12 aparece *eoazon* y debe ser *Eozoon*.

nivola

En cualquier momento puedes consultar, e imprimir, un catálogo actualizado de nuestras publicaciones en las siguientes direcciones:

- por colecciones

www.nivola.com/catalogocolecciones.pdf

- por temas

www.nivola.com/catalogotemas.pdf

- en archivo Excel

www.nivola.com/catalogoexcel.xls

**Las heridas de la Tierra.
Erosión y desertificación.**

Francisco López Bermúdez

ISBN: 84-95599-37-6

21,90 euros

