

# LOGO, LENGUAJE INTUITIVO

Cada vez son más los niños que se introducen en la informática a través del LOGO, un lenguaje diseñado pensando en el aprendizaje. Seymour Papert, a quien se atribuye un claro conocimiento de la mentalidad infantil, ha introducido una nueva revolución en las aulas con su desarrollo de un lenguaje de alto nivel.

En 1960 los ordenadores eran muy caros. La potencia de cálculo de tu micro habría costado millones de pesetas, ya que incluso los ordenadores más grandes no podían almacenar más de unos 144 Kbytes. Por razones de economía, los lenguajes de ordenador estaban diseñados para utilizar la menor cantidad de memoria posible, y su concepción pretendía hacerlos fáciles para el ordenador aunque así resultaran más difíciles para el programador.

Con la aparición del microordenador en los años setenta, los lenguajes de programación ganaron en popularidad, ya que los nuevos micros, al igual que los grandes ordenadores de los años sesenta, tenían memorias pequeñas. Cobró cuerpo la idea de que «sencillo para el ordenador» no significaba necesariamente «sencillo para el programador», y se fueron aceptando las dificultades de aprendizaje de lenguajes como el BASIC, como una característica de la programación.

## LA ELECCION DE UN LENGUAJE

Al conectar la mayoría de los micros domésticos, éstos trabajan en BASIC (Beginners' All-Purpose Symbolic Instruction Code=Código de Instrucciones Simbólicas de Uso General para Principiantes), siendo éste el lenguaje que domina la mayoría de los propietarios de micros. Sin

embargo no hay razón para que esto sea así necesariamente. El BASIC es sólo un programa en código máquina que está presente automáticamente en el ordenador, y de hecho aún existen máquinas para uso doméstico en las que el BASIC ha de cargarse desde una cinta o disco antes de empezar a programar.

Esto significa que es perfectamente posible cambiar el lenguaje que tu ordenador es capaz de entender; todo lo que tienes que hacer es cargar un programa un código máquina que le permita reconocer las instrucciones y realizar las acciones adecuadas. Tal vez ya has descubierto que es relativamente fácil ampliar el BASIC de tu máquina con comandos adicionales.

Pero también es posible no adaptarse meramente al programa existente utilizado por el intérprete BASIC, sino sustituirlo completamente.

Desde los primeros tiempos de la aparición de los ordenadores, se han desarrollado alrededor de unos cien lenguajes diferentes, para diversos fines, además de los múltiples lenguajes "de fabricación casera" diseñados para ordenadores particulares. Algunos de estos lenguajes son tan especializados en sus aplicaciones que nunca te encontrarás con ellos, excepto en los más altos niveles de investigación. Pero hay otros que por lo menos son tan prácticos para el usuario doméstico como el BASIC, y en algunos casos incluso más.

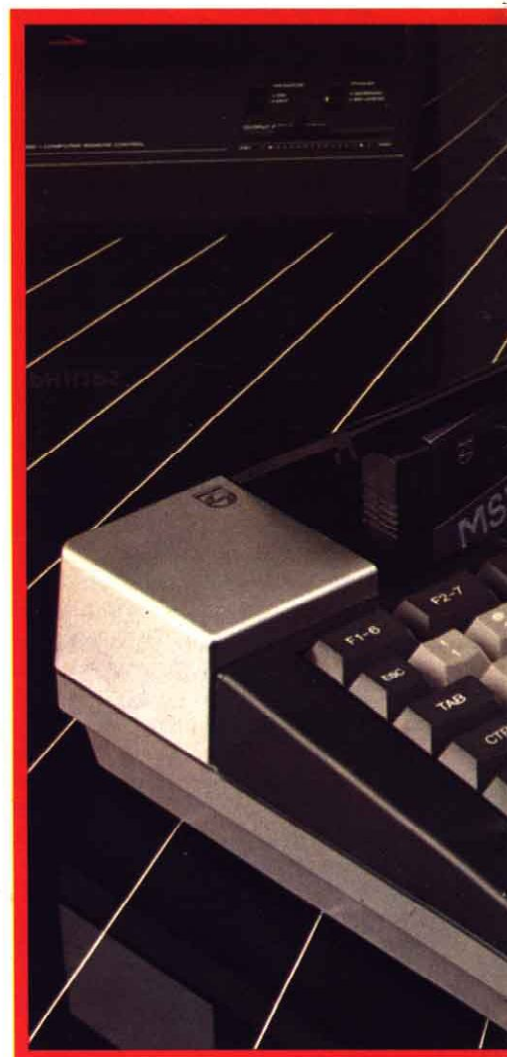
Que puedas disponer o no de un lenguaje particular depende de que puedas obtener o no el programa que permite a tu micro operar con él. Los diferentes lenguajes se suministran normalmente como cualquier otro programa, sobre cinta o disco, y en algunos casos sobre un chip de ROM. Su disponibilidad depende del ordenador que tengas. Por ejemplo,

- LOGO Y PSICOLOGIA
- LOGO Y LISP
- LOS ROBOTS Y LA TORTUGA
- PSEUDO-LOGOS
- PROGRAMANDO EN LOGO

muchas máquinas de aplicación comercial que disponen del sistema operativo CP/M pueden elegir entre más de una docena de lenguajes, y en algunos casos entre varias versiones de cada uno. Y existe también una elección relativamente variada para la mayoría de los ordenadores domésticos.

## NIVELES DE COMUNICACION

Un lenguaje es una forma de comunicar entre el ordenador y tú. Es



algo que entendéis los dos, un compromiso entre un lenguaje natural (por ejemplo el inglés y el código máquina en binario, que es con lo que realmente trabaja la máquina). Se dice que un lenguaje es de bajo nivel cuando es cercano al lenguaje propio del ordenador. Un ejemplo de ello es el lenguaje ensamblador. Los lenguajes de alto nivel, como el LOGO, pueden estar muy cerca del lenguaje natural. La próxima generación de ordenadores (llamada quinta generación) probablemente utilizará uno de dichos lenguajes para aceptar instrucciones directamente del inglés.

El BASIC se sitúa en algún punto intermedio entre los dos extremos, y según la opinión de muchos programadores no se puede decir que sea un buen compromiso, ya que ni es

fácil de entender, ni es rápido para ser usado por el ordenador.

### LOS COMIENZOS DEL LOGO

En 1967, un grupo de investigación del **Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT)**, estableció unos planteamientos nuevos de acercamiento a los ordenadores. Se propusieron la creación de un lenguaje que resultara fácil para el programador aunque no fuera tan fácil para el ordenador. El resultado fue el LOGO.

El equipo estaba encabezado por **Seymour Papert**, un sudafricano expatriado. **Papert** había trabajado estrechamente con **Jean Piaget**, el famoso psicólogo infantil, según el cual los niños sólo pueden entender un concepto abstracto si se les presenta de una forma concreta. Pensa-

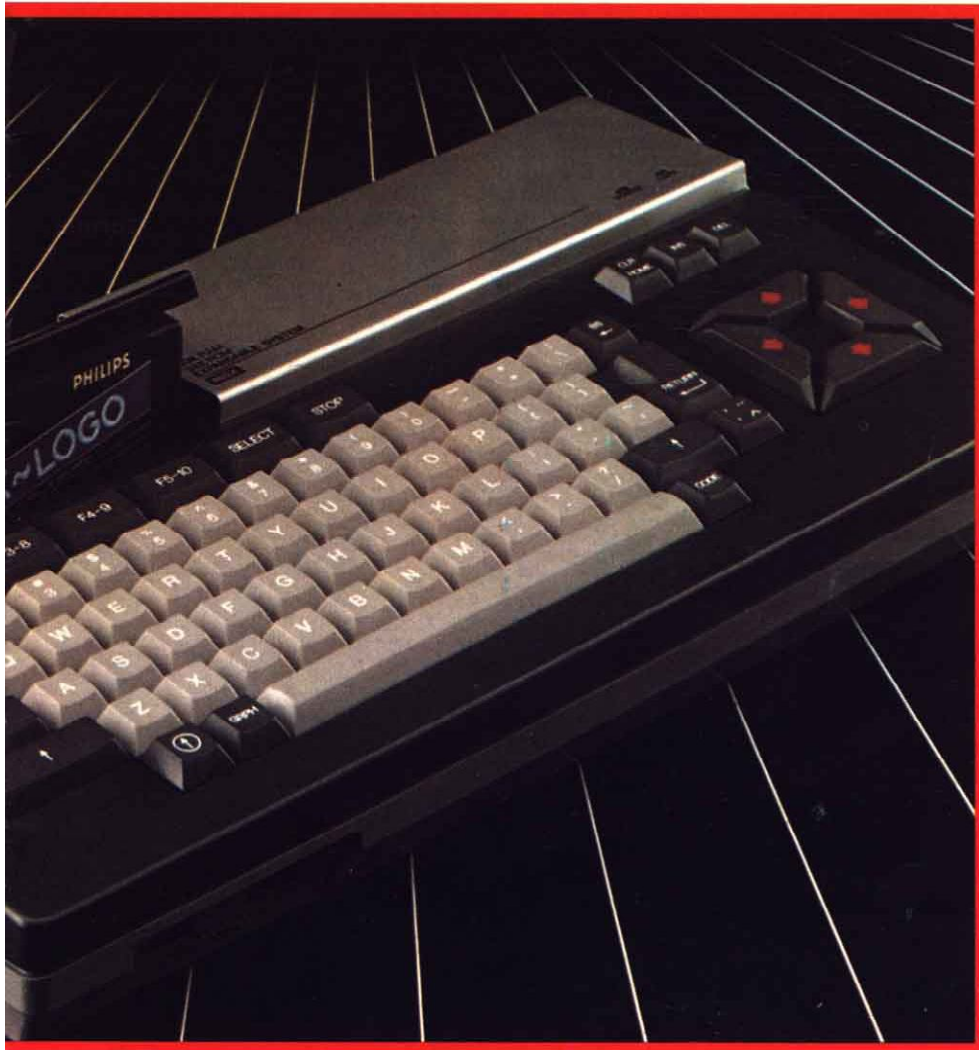
ba que el aprendizaje de un niño debería tener lugar a través de sus propios descubrimientos, en lugar de adoptar una actitud pasiva ante las cosas. Estas ideas tuvieron una gran influencia en el desarrollo del LOGO.

También ejerció influencia el trabajo de **Mary Minsky**, investigadora sobre inteligencia artificial en el mismo instituto durante los años 60. La inteligencia artificial es la ciencia que se ocupa de simular con máquinas los aspectos de la inteligencia humana. Los ordenadores no son inteligentes, sino que sólo obedecen instrucciones que se les han de dar de una forma muy detallada. Los factores que hay que considerar cuando se resuelve un problema son muchos y muy variados, de modo que la simulación de un proceso de este tipo en un programa de ordenador es una tarea gigantesca. El mundo de la inteligencia artificial necesita lenguajes de programación que permitan simular el aprendizaje humano y su capacidad de tomar decisiones. El LISP es un potente lenguaje de programación desarrollado con tal objeto, y del que se hablará más adelante en INPUT. El LOGO es esencialmente un dialecto del LISP, y aunque puede manejar palabras y números, está orientado principalmente a la programación de gráficos.

El nombre de LISP deriva de «List Processing». Su estructura de datos básica no es una matriz de números ni una cadena de caracteres, sino una lista, y dado que una lista puede estar formada por símbolos o por otras listas, es fácil procesar datos no numéricos. Sin embargo el LISP no es fácil de aprender.

### DEMOSTRACIONES CONCRETAS

**Seymour Papert** y sus colegas iban buscando una “puerta de acceso” por la que los niños pudieran entrar al mundo de la programación. Se identificaron así tres áreas de interés para los niños: gráficos, música y robótica. Los niños están interesados en realizar dibujos sobre el monitor



de su ordenador, en servirse de él para crear sonidos electrónicos, y en controlar máquinas desde el teclado. De las tres áreas, la robótica era la más excitante y sugestiva, lo que llevó a **Papert** a crear la tortuga robótica.

El desarrollo de la tortuga se vio estimulado porque en aquella época no había monitores baratos. La tortuga, un robot que se arrastra por el suelo llevando un lápiz, está controlada por el ordenador. El lápiz puede subirse o bajarse a medida que la tortuga se va moviendo, con lo que ésta puede realizar dibujos. Permite que los niños relacionen la geometría con sus propios movimientos al andar o pintar. Con frecuencia se veía a los niños que utilizaban la tortuga moviéndose y probando subrutinas antes de ordenar que lo hiciera la tortuga.

La tortuga se llamó así en honor de **Grey Walter**, un neurólogo y cibernético británico que construyó "tortugas cibernéticas" en los años 50. Se trataba de vehículos accionados eléctricamente que medían el nivel de carga de sus baterías, y cuando estaban bajas se dirigían hacia un dispositivo de carga al que se enchufaban ellas solas. La "tortuga" de **Grey Walter** fue uno de los primeros robots verdaderos.

La tortuga robótica original del MIT casi se extinguió con la aparición de los ordenadores personales y la facilidad de representar cosas en una pantalla de una forma sencilla y barata. Fue sucedida por una versión bidimensional: la tortuga de la pantalla. Se trata de un cursor, representado a veces como un *chevron* y otras veces como una pequeña tortuga. Obedece a las mismas instrucciones que la tortuga robótica, no se rompe y es mucho más barata.

Sin embargo la tortuga robótica ha hecho su reaparición en las escuelas, ya que permite que participen más niños en las actividades de programación, proporcionando un modelo para la «geometría de cuerpos», y una excitante introducción concreta a un mundo abstracto.

Estos robots se están haciendo muy populares en las escuelas ele-

mentales y están cubriendo su objetivo original de introducir a los niños en la programación de ordenadores de una forma divertida y comprensible.

## HABLANDO EL LENGUAJE

¿Qué tienen que ver los juguetes mecánicos con un lenguaje de ordenador? **Papert** considera el ordenador como un vehículo para la creatividad y la expresión de ideas. Piensa que la mejor manera de aprender cosas acerca de los ordenadores es crecer en una cultura del ordenador, de la misma forma que la mejor manera de aprender italiano es pasarse una temporada en Italia. En la conferencia anual correspondiente a 1983 de la principal asociación profesional de ordenadores de América, pidió que se buscara una fórmula para darle un ordenador a cada niño americano. Piensa que es el niño quien debe programar al ordenador y no el ordenador quien programe al niño. Los medios que propone para lograr esto pasan por el LOGO, que según su punto de vista da a los niños control sobre uno de sus más potentes recursos, proporciona una base de partida para resolver problemas fuera del cálculo, y permite que se presenten de una forma sencilla e inteligible las ideas matemáticas complejas.

**Papert** explicó su filosofía en su célebre libro "Frenesí mental, Niños, Ordenadores e Ideas Potentes". Desde la publicación de su libro en 1980, han aparecido versiones del LOGO para la mayoría de los ordenadores domésticos. Está disponible para diversos microordenadores y la mayor parte de las versiones se parecen estrechamente al LOGO original del MIT. También hay en el mercado varios programas con nombres tipo LOGO, como el «Logo Dart» y el «Logo Graphics».

Se trata de simulaciones de la tortuga gráfica, que sólo constituye una pequeña parte del LOGO. El lenguaje tiene utilidades completas para el proceso de listas y palabras, funciones matemáticas y de sonido y

muchas otras prestaciones que no aparecen en los programas "Pseudo-Logo".

El LOGO es el primer lenguaje "próximo al usuario". Como es sencillo de aprender y abunda en los colegios, se piensa con frecuencia que es "para chicos". Nada más lejos de la verdad. El profesor **Harold Abelson**, uno de los diseñadores del LOGO en el MIT, declara: "Al trabajar con el LOGO hemos descubierto algunas cosas importantes."

"Un lenguaje de ordenador puede ser sencillo y potente al mismo tiempo. De hecho no se trata de aspectos conflictivos sino complementarios, ya que es la falta de potencia expresiva en los lenguajes primitivos tales como el BASIC, lo que hace tan difícil para los principiantes el escribir programas simples que hagan algo interesante. Lo que es más importante, hemos visto que es posible dar a la gente control sobre potentes recursos informáticos, que pueden usar como herramientas aprendiendo, jugando y explorando."

El LOGO es también un lenguaje que crece. La universidad de Edimburgo está desarrollando una versión llamada Control-LOGO, que permita un control más sofisticado de los robots. **Papert** pretende que las futuras versiones incluyan "mundos" en los que los niños puedan jugar con las ideas de la Física, de la misma forma que juegan con la Geometría con la Tortuga Gráfica.

## PROGRAMANDO EN LOGO

Al cargar el LOGO desde un *cassette* o un *chip* de ROM, te enviará un mensaje de este tipo:

BIENVENIDO AL LOGO

?

La interrogación (?) es un anunciador o invitación a que introduzcas algo. El LOGO está esperando a que se le dé alguna orden. Si tecleas:

HOLA LOGO, TE HE ESTADO  
BUSCANDO

El LOGO responderá con:

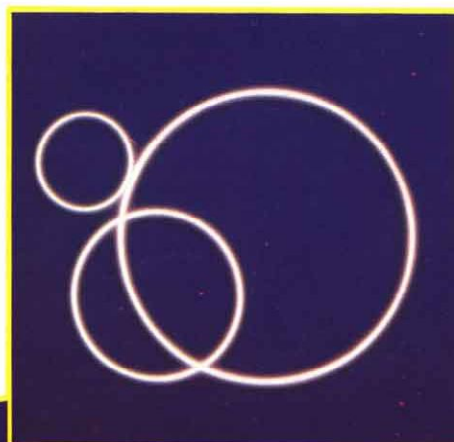
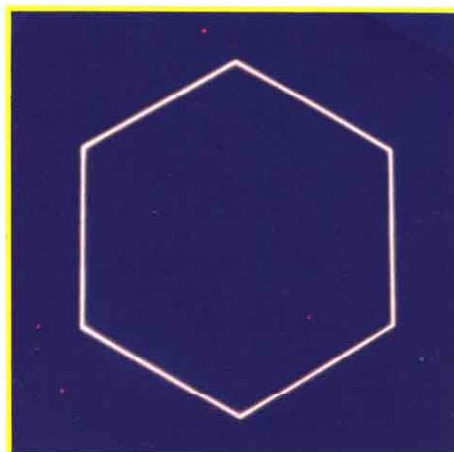
NO SE COMO HACER HOLA

?

Ha mirado la primera palabra sin identificarla como instrucción, y te ha informado de ello.

Un comando que sí reconocerá es ST, que quiere decir mostrar la tortuga (Show Turtle). Llamará a la tortuga desde las profundidades del ordenador hasta la pantalla. La forma de la tortuga aparecerá en una dirección particular. Este es su encabezamiento, aparecerá provista de un lápiz y listo para pintar.

La instrucción para mover la tortuga hacia adelante es FORWARD, que se puede abreviar a FD. FORWARD es una instrucción del LOGO que requiere una entrada. Hay que decirle a la tortuga cuánto tiene que moverse. Si se pulsa FORWARD 100, la tortuga se moverá 100 unidades hacia adelante. Dejará tras de sí una línea. Si está utilizando una tor-



tuga que se desplaza por el suelo, por ejemplo el Valiant, se moverá 100 centímetros en la dirección que tenga de frente.

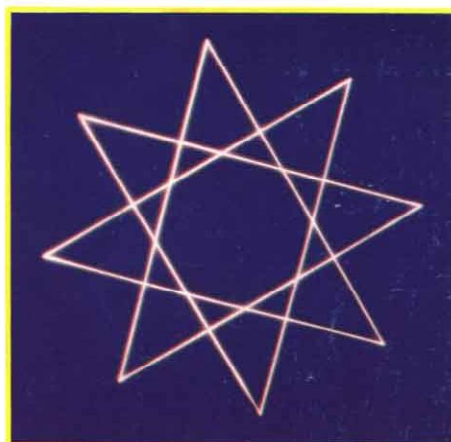
Si pulsas:

FORWAR100

El LOGO responderá

NO SE COMO HACER FORWAR100

Esto se debe a que, al no haber intercalado un espacio entre el comando y la cantidad numérica, el



LOGO considera FORWARD100 como una palabra diferente de FORWARD, y dado que FORWARD100 no forma parte de su vocabulario envía un mensaje de no reconocimiento. Lo mismo ocurriría si en vez de FORWARD hubieras introducido FERWARD.

Hay un sencillo editor de línea que permite corregir los errores antes de pulsar **[RETURN]**. Las teclas del cursor permiten trasladarse a lo largo de la línea hasta llegar a la falta. La tecla de borrado (delete) elimina el carácter situado a la izquierda del cursor. Para insertar nuevos caracteres no tienes más que teclearlos. El texto que hay más a la derecha se moverá automáticamente para dejar sitio al texto insertado. Algunas versiones de LOGO permiten recuperar y editar una línea después de haber pulsado **[RETURN]**.

La instrucción BACK trabaja de la misma forma que FORWARD. Su abreviatura es BK. Hace que la tor-

tuga se mueva hacia atrás, y, como antes, requiere una entrada numérica. Puedes dar cualquier número como entrada para FORWARD o BACK. Así cambiará la posición de la tortuga, pero no su orientación.

Para girar la tortuga, utiliza LEFT y RIGHT. Se pueden abreviar por LT y RT. Al igual que FORWARD y BACK, requieren una entrada numérica. Por ejemplo, RIGHT 39 hará girar la tortuga 39 grados a la derecha. Análogamente LEFT 123, hará que la tortuga gire 123 grados hacia la izquierda.

## ALGUNOS JUEGOS SENCILLOS

Si se utiliza el LOGO con niños, es mejor no decirles que RIGHT 96 hace girar la tortuga 96 grados hacia su derecha. Hay que dejar que experimenten con diferentes valores numéricos de entrada y descubran por sí mismos el efecto de los diferentes valores. Se pueden ensayar diversos juegos encaminados a que descubran los valores de diferentes ángulos.

Se puede marcar una posición en la pantalla y ver cuántas instrucciones necesita un niño para detener la tortuga debajo de la marca. O se puede dibujar una carretera en la pantalla y hacer que el niño haga avanzar la tortuga, perdiendo un punto por cada instrucción y un punto cada vez que la tortuga se salga de la carretera. Más adelante daremos en este artículo un procedimiento para dibujar una carretera.

El programa se puede almacenar en disco o cinta, y cargarse cada vez que los niños quieran jugar con él. Si quieres jugar inmediatamente, dibuja la ruta directamente sobre la pantalla del televisor, utilizando un lápiz de cera, o un rotulador de los usados para pintar sobre pizarra blanca. Se puede borrar con facilidad al terminar. De esta forma es más fácil dibujar rutas más complicadas.

Hay una variedad de juegos que se pueden practicar con una tortuga de suelo, basados en recorrer laberintos, tirar cosas, recoger objetos en diversos puntos, etc. Se puede jugar a la tortuga empujona, una variante del

juego de los bares, que utiliza una tortuga en vez de una moneda.

Es posible jugar a la tortuga empujona en la pantalla, escribiendo un procedimiento para dibujar la tortuga, y colocándola al principio.

## MAS COMANDOS

Para jugar con las instrucciones de traslación y giro se requieren algunas otras instrucciones de LOGO o primitivas. Si la pantalla no está en modo "enrollado", es decir, si la tortuga desaparece por la parte superior pero no reaparece por la inferior, necesitas hacer que vuelva a aparecer.

HOME hará que la tortuga regrese a su posición y orientación originales en el centro de la pantalla.

También necesitas poder borrar la pantalla para hacer nuevos dibujos.

La instrucción CLEARSCREEN, que se abrevia CS, borrará todos los dibujos y situará la tortuga en su posición HOME.

A veces desearás que la tortuga se mueva sin dibujar. La instrucción PENUP, abreviada PU, levanta el lápiz de la tortuga. Si utilizas una tortuga de suelo, se levanta el lápiz que lleva en la panza. La tortuga de la pantalla simplemente deja de dibujar.

La instrucción PENDOWN, abreviada PD, hace que baje el lápiz de la tortuga de suelo y que la tortuga de pantalla dibuje de nuevo.

Las instrucciones CLEARSCREEN, HOME, SHOWTURTLE, PENUP y PENDOWN son primitivas de LOGO que no requieren entradas.

He aquí un ejemplo ilustrativo sobre estas primitivas. Al final de cada línea has de pulsar la tecla **RETURN**.

```
SHOWTURTLE
LEFT 45
FORWARD 71
RIGHT 135
PENUP
FORWARD 50
PENDOWN
LEFT 45
BACK 71
```

```
PENUP
HOME
PENDOWN
```

Si quieres intentar alguna otra cosa, puedes borrar el dibujo de la pantalla utilizando la instrucción CLEARSCREEN.

## CONSTRUCCION DE UN PROCEDIMIENTO

Hasta aquí todas las actividades descritas han sido del modo "inmediato". Has estado hablando directamente a la tortuga, que ha ejecutado inmediatamente tus órdenes, igual que un pelotón de soldados obedeciendo a un sargento instructor en una plaza de armas. Hay otro modo de funcionamiento en LOGO, el modo de procedimiento.

En el modo de procedimiento se nombra una serie de comandos, los cuales se escriben después del nombre. De esta forma el nombre asignado al procedimiento pasa a formar parte del vocabulario del LOGO. La tortuga responderá a este nombre ejecutando los comandos que figuran en su definición. Para definir un procedimiento, utiliza TO seguido del nombre elegido. Se puede utilizar cualquier nombre excepto el de una primitiva de LOGO existente. Las cosas resultan más fáciles si asignas a los procedimientos nombres que definen su función.

Se entenderá mejor esto si ponemos un ejemplo. He aquí un procedimiento que enseña a la tortuga a dibujar un zig-zag:

```
TO ZIGZAG
FORWARD 20
LEFT 150
FORWARD 20
RIGHT 150
FORWARD 20
LEFT 150
FORWARD 20
RIGHT 150
FORWARD 20
LEFT 150
FORWARD 20
RIGHT 150
END
```



PRESENTA...



**SENSACIONALES PROGRAMAS EN CARTUCHO Y CASSETTE**

**FLIGHT PATH 737.**



Colócate a los mandos de un jet comercial. Disponemos de control total sobre los mandos del avión, y puedes escoger entre 6 niveles de dificultad.

P.V.P.: CART. 3.490 pts.  
CASS. 1.900 pts. 32K.

**FRUITY FRANK**



Tu jardín ha sido invadido por monstruos de fruta madura. La única forma de combatirlos es lanzarles fruta fresca del jardín.

P.V.P.: CASS. 1.900 pts. 32K.

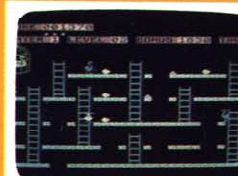
**SPARTAN X**



Son muchos los peligros que te acechan. Ten los reflejos bien despiertos, pon tus fuerzas en estado de alerta, y a luchar.

P.V.P.: CASS. 1.900 pts. 32K.

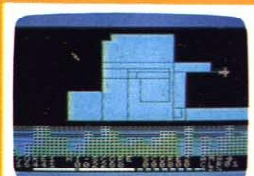
**CHUCKIE EGG**



Debes recoger los huevos antes de que nazcan los pollitos y se coman el maíz. Pero ojo con el Pato Loco.

P.V.P.: CASS. 1.900 pts. 32K.

**NIGHT FLIGHT**



Con tu pequeño avión, debes ir dando luz a la noche, hasta que el cielo esté de nuevo azul. Date prisa en realizar tu misión, de lo contrario...

P.V.P.: CART. 2.900 pts.  
CASS. 1.900 pts. 16K.

**STAR AVENGER**



Imagina el juego de batalla más rápido que jamás hayas visto. Piensa además, en los más excitantes gráficos y sus 5 niveles de dificultad. Todo ello es Star Avenger.

P.V.P.: CASS. 1.900 pts. 32K.

**GYRO ADVENTURE**



Ponte a los mandos de tu helicóptero y combate a los enemigos que se enfrentan a ti. Podrás mover el helicóptero en todas direcciones, mantenerlo en el aire y disparar.

P.V.P.: CART. 2.900 pts.  
CASS. 1.900 pts. 16K.

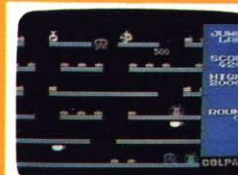
**SUPER CROSS FORCE**



Sólo queda una esperanza para la supervivencia ante el ataque de los malvados Morpul. Tú podrás atacarles, con tus naves dispuestas en paralelo o en diagonal.

P.V.P.: CART. 2.900 pts. 16K.

**JUMP LAND**



Tu mayor obsesión han sido siempre los pasteles, y por ello, fe has visto envuelto en situaciones complicadas que has salvado gracias a tus reflejos.

P.V.P. CASS. 1.900 pts. 16K.

**ROGER RUBBISH**



Los perversos contaminadores de planetas están llenando nuestra galaxia de residuos nucleares. Roger Rubbish es el más famoso recogedor de basuras espaciales.

P.V.P.: CART. 2.900 pts. 16K.

**FRUIT PANIC**



Un día, Walky, para divertirse se fué al país de los gatos. ¿Cuánta fruta podrá comerse Walky?

P.V.P.: CASS. 2.000 pts. 16K.

**DIZZY BALLOON**



En este mundo hay seres voladores y atacan cuerpo a cuerpo. Si los haces explotar, se irá abriendo el cielo y tendrás la oportunidad de escapar.

P.V.P.: CASS. 2.000 pts. 32K.

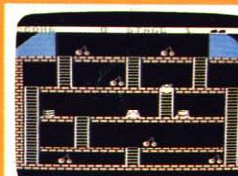
**CASTLE COMBAT**



El castillo galáctico, ha caído bajo la dominación de los Tyrones. Tu nave STAR DUSTER, está preparada para el combate. ¿Te atreves?

P.V.P.: CART. 2.900 pts. 16K.

**NICK NEAKER**



Cuando estás dormido, muchas cosas suceden a tu alrededor. Algunos objetos de tu casa toman vida, como en el caso de la zapatilla NICK.

P.V.P.: CART. 2.900 pts.  
CASS. 1.900 pts. 16K.

**CHAMP**



Champ es un completo Ensamblador/Monitor para tu MSX. Champ te permite escribir y trazar programas en código máquina con el mínimo esfuerzo.

P.V.P.: CART. 3.890 pts.  
CASS. 2.400 pts. 32K.

**KARATE**



Has conseguido entrar en la cueva de los piratas y ahora comienzan tus problemas. Los murciélagos gigantes, moradores de estas cuevas pueden chuparte la sangre. Cuando te encuentres con los piratas, deberás enfrentarte a ellos con tu depurado estilo de Karate. P.V.P.: CART. 3.490 pts. CASS. 1.900 pts. 32K.

**GRAND NATIONAL**



Si te gustan las carreras de caballos, no te quedes como un espectador, participa. Ahora puedes correr con tu caballo, en la más prestigiosa carrera del mundo, el GRAND NATIONAL. P.V.P.: CASS. 2.000 pts. 32K.

**ENVÍENOS A MICROBYTE**

P.º Castellana, 179, 1.º - 28046 Madrid

Nombre \_\_\_\_\_  
Apellidos \_\_\_\_\_  
Dirección \_\_\_\_\_  
Población \_\_\_\_\_  
D.P. \_\_\_\_\_ Teléfono \_\_\_\_\_

**ENVÍOS GRATIS**

JUEGO	Cart.	Cass.	Precio	TOTAL

**PRECIO TOTAL PESETAS**

Incluyo talón nominativo   
Contra-Reembolso

Pedidos por teléfono 91 - 442 54 33 / 44

Después de teclear TO ZIGZAG seguido de `RETURN` la invitación o *prompt* cambia de ? a >. Esto te indica que estás en modo procedimiento. Al terminar el procedimiento, pulsa END y el anunciador volverá a ser ?, lo que significa que nuevamente estás en modo inmediato.

ZIGZAG forma ahora parte del vocabulario del LOGO. Si lo teclas, la tortuga dibujará un zig-zag.

El LOGO tiene una instrucción de repetición que se puede utilizar para teclear varias veces la misma cosa. Se podría escribir de nuevo ZIGZAG como:

```
TO ZIGZAG
REPEAT 3 [FORWARD 20 LEFT 150
FORWARD 20 RIGHT 150]
END
```

La rutina que ha de repetirse aparece encerrada en paréntesis cuadrados, precedida por REPEAT y el número de veces que ha de ser repetida. Si piensas en un círculo como en una serie de traslaciones y giros cortos, REPEAT facilita el dibujo de curvas. Por ejemplo REPEAT 180 [FORWARD 1 RIGHT 1] dibujará un semicírculo.

## PONIENDOLO TODO JUNTO

Ya tienes todos los ingredientes para dibujar una pista de carreras. La manera de resolver un problema con el LOGO es dividirlo en lo que Seymour Papert llama "Bytes a medida de la mente". Así, para empezar con el borde interior, dibuja primero una curva:

```
REPEAT 180 [FORWARD 1
RIGHT 1]
```

Y ahora una línea recta:

```
FORWARD 100
```

Puedes combinar dos curvas y dos bordes rectos en un procedimiento para dibujar el interior de la pista:

```
TO INTERIOR
REPEAT 2 [FORWARD 100 REPEAT
```

```
180 [FORWARD 1 RIGHT 1]]
END
```

Es perfectamente legítimo tener en REPEAT dentro de otro REPEAT siempre que te acuerdes de cerrar todos los paréntesis al final.

Para el exterior de la pista, necesitas una curva más amplia, creada aumentando el tamaño de los pasos de la tortuga.

```
REPEAT 180 [FORWARD 2
RIGHT 1]
```

es demasiado grande, pero algo cercano a:

```
REPEAT 90 [FORWARD 3 RIGHT 2]
```

estará bastante bien.

Vayamos ahora al exterior de la pista.

```
TO EXTERIOR
REPEAT 2 [FORWARD 100 REPEAT
90 [FORWARD 3 RIGHT 2]]
END
```

Pero si teclas:

```
EXTERIOR
INTERIOR
```

no tendrás el resultado ideal.

Puedes escribir un procedimiento para empezar a dibujar en un sitio más adecuado, mediante un procedimiento llamado BEGIN:

```
TO COMENZAR
PENUP
LEFT 40
FORWARD 110
RIGHT 130
PENDOWN
END
```

Otro procedimiento moverá la tortuga a una posición adecuada para dibujar la parte interior de la pista, proporcionando además una línea de partida.

```
TO MOVER
RIGHT 90
FORWARD 30
```

```
LEFT 90
END
```

Para ver la pista debes llamar a todos los procedimientos a la vez, tecleando:

```
COMENZAR
EXTERIOR
MOVER
INTERIOR
```

Ahora puedes escribir un procedimiento que coloque a la tortuga en la línea de salida:

```
TO PRINCIPIO
LEFT 90
FORWARD 15
RIGHT 90
END
```

Una vez que un procedimiento está ya en la memoria de un ordenador, el LOGO te permite usarlo de la misma forma que cualquier primitiva de LOGO. Esto significa que puedes usar los procedimientos para ayudar a definir otros nuevos procedimientos. Así, puedes combinar los bloques constructivos que has llamado COMENZAR, EXTERIOR, MOVER, INTERIOR y PRINCIPIO, en un nuevo procedimiento que denominaremos JUGAR:

```
TO JUGAR
COMENZAR
EXTERIOR
MOVER
INTERIOR
PRINCIPIO
END
```

Cada vez que teclas JUGAR, aparecerá la pista con la tortuga en la línea de salida.

Todos los programas de LOGO se construyen de esta forma. La fragmentación de un programa en pequeños bloques constructivos hace más fácil su construcción y depuración.

En un próximo artículo veremos cómo realizar programas más complicados utilizando las técnicas aquí descritas.