

## UN PROGRAMA INFORMÁTICO DE HABILIDADES VISUO-ESPACIALES COMO RECURSO EDUCATIVO

Ramon Cladellas Pros  
ramon.cladellas@uab.es

*Universitat Autònoma de Barcelona (España)*

*Este trabajo pretende presentar un programa informático como estrategia de apoyo para el desarrollo de las habilidades de visión espacial en niños pre-adolescentes. El programa informático 'Laber.exe' consiste en solucionar laberintos en 3 dimensiones, después de haber sido presentados en 2 dimensiones. Una vez realizada la tarea, el programa reproduce de manera exacta todo lo realizado por el sujeto en la solución o intento de solución del laberinto. El programa tiene un doble valor educativo: la adquisición de habilidades visuo-espaciales y, la introducción de términos como: atención, percepción, memoria, etc.. y su posible optimización en situaciones parecidas del ámbito educativo (mapas, diagramas, esquemas, etc..).*

*Palabras clave: Programa informático, Laberinto, habilidad espacial, procesos cognitivos, educación.*

*This aim of this work is to present a computer program as a support strategy for the development of spatial awareness in pre-adolescent children. The computer program 'Laber.exe' consists of solving mazes in 3 dimensions after having first been presented in 2 dimensions. Once the task has been completed the program reproduces exactly what the subject produced in the solution or attempted solution to the maze. The program has a dual education value: The acquisition of visual-spatial abilities and, the introduction of terms such as attention, perception, memory etc. and their possible optimization in other such educational situations (maps, diagrams, sketches etc.)*

*Key words: program, computer, maze, space ability, cognitive processes, education*

### **Introducción**

Debido a la dificultad por encontrar una definición aceptada por todos del concepto habilidad espacial, se han desarrollado multitud de test (PMA-SR, CRT, DAT-SR, etc..) orientados a medir dicha habilidad o alguno de sus componentes. Al analizar la bibliografía se observan diferentes maneras de clasificar las

habilidades espaciales. Entre las clasificaciones más importantes se encuentra la realizada por Linn y Petersen (Sjonlinder, 1998) que entre 1974 y 1982 clasificaron los test en tres categorías:

- Percepción espacial: Habilidad para determinar relaciones espaciales a pesar de la existencia de otras informaciones que puedan dis-

traer al sujeto.

-°Visión espacial: Habilidad para manipular información visual compleja cuando para producir una solución correcta se necesitan varias etapas.

-°Rotación espacial: Habilidad para rotar mentalmente, rápida y acertadamente figuras de dos o tres dimensiones.

Una gran cantidad de autores simplifican esta clasificación usando sólo dos categorías para clasificar las habilidades espaciales (Alias, 2002; Leopold, 2001; Olkun, 2003 y Sorby, 2001).

-°Relaciones espaciales: Habilidad para realizar rotaciones y comparaciones en cubos bidimensionales y tridimensionales. (incluiría las rotaciones espaciales y la percepción espacial de la anterior clasificación)

-Visión espacial: Habilidad por reconocer piezas tridimensionales mediante plegado y desplegado de sus caras.

De una forma general y desde un punto de vista madurativo, se definirían las relaciones espaciales como las capacidades que desarrollan los niños para ubicarse en el espacio, los objetos y las personas con referencia así mismos y a los demás.

El programa 'Laber' (Castelló y Cladellas, 1998) se creó con el objetivo de ayudar a los niños pre-adolescentes en el aprendizaje y desarrollo de este tipo de habilidades. De forma opcional también se podría emplear para entrenar a aquellos sujetos, no tan niños, que presenten algún tipo de problema neurológico y consecuentemente no hayan conseguido desarrollar plenamente sus habilidades espaciales.

Algunas de las aplicaciones existentes suministran juegos o ejercicios que se supone

ayudan a mejorar las capacidades espaciales, como por ejemplo el TETRIS en dos o tres dimensiones, o ejercicios específicos que miden la capacidad de rotar una figura tridimensional en el espacio (como las inicialmente propuestas por Shepard y Metzler, 1971). Si bien estas aplicaciones son de uso general y no necesitan ningún conocimiento previo, no nos permite movernos dentro de un espacio simulando el efecto que nos encontraríamos en una situación 3D real.

El programa *laber* es un software de solución de laberintos en 3D, en concreto, el programa contiene un total de 5 laberintos presentados en formato 3D; Aunque estos laberintos como tendremos ocasión de ver tienen unas características especiales, que los distinguen de cualquier laberinto o situación laberíntica con que nos podamos encontrar en el mundo real, su entrenamiento puede ser sumamente útil y eficaz para desarrollar ciertas destrezas y habilidades espaciales que se puedan extrapolar a cualquier ámbito del mundo real. Además, el programa contempla una reproducción fidedigna de todo lo realizado por el alumno en su intento de solución del mismo, constituyendo éste último un aspecto relevante y decisivo en el auto-aprendizaje. Esta reproducción permite a los niños, en caso de no haber conseguido solucionar el laberinto, conocer los motivos por los cuales no han conseguido solucionar la tarea y así intentar resolver el laberinto empleando una estrategia diferente.

Ante problemas como el de la resolución de laberintos en 3D, no todos los sujetos emplean una misma estrategia, mientras unos emplean un tipo de estrategia secuencial o analítica (memorizar una cadena de cambios de dirección, ej: primera derecha, segunda izquierda, etc..), otros recurren a una estrategia más figurativa u holística (visualizar del labe-

rinto en su conjunto y memorizar aquellos puntos más relevantes), es decir efectuar una foto completa del mismo (Cladellas, 1999)

La confección de estos laberintos ha sido realizada pensando en poder emplear, tanto un tipo de estrategia analítica como figurativa u holística. De esta manera cada niño podrá solucionar los laberintos utilizando aquella estrategia que mejor se adapte a sus características o podrá aprender a resolverlos empleando otra estrategia, y así, en muchos casos, optimizar mejor sus recursos cognitivos (patrones perceptivos, atención, memoria, toma de decisiones, etc..)

### Descripción de los laberintos

El programa laber comprende un total de 5 laberintos, dos de ellos, con muy poca dificultad, se emplean únicamente para unas funciones muy concretas como son: el aprender a manipular las diferentes teclas y familiarizarse con la resolución de la tarea. Los otros 3 laberintos, que son los que el sujeto podrá intentar solucionar, tienen una serie de características comunes: una única entrada y salida, es decir un único punto de partida y de llegada o meta, y un sólo trayecto o camino de solución. Por tanto, la resolución de laberintos se enmarcaría dentro del tipo de problemas bien definidos, pues los 3 laberintos tienen un estado inicial y un estado final, y en el mismo se pueden llevar a cabo un conjunto de procesos (normalmente llamados operadores) que pueden transformar un estado en otro.

Otras características comunes que llevan de manera implícita todos y cada uno de los laberintos son las siguientes:

- Se trata de laberintos con elementos ortogonales, es decir no contienen ningún tipo de elemento circular o ángulo no recto. Presentan única y exclusivamente líneas vertica-

les y horizontales o "paredes" y "pasillos" conectados entre sí formando diferentes ángulos rectos de 90° de maneras diferentes.

- Alrededor del camino de solución del laberinto se encuentran diferentes "ramificaciones" o caminos anexos con la finalidad de aumentar la aparente complejidad del mismo. Todo ello le confiere al laberinto un aspecto visual complejo, pero necesario, para que el problema se pueda extrapolar a una situación real.

- El número de pasos entre el punto de partida y el de llegada, es decir lo que constituye el camino de solución, oscila entre 127 y 129.

- El número de segmentos en que está fragmentado el camino de solución, entendiéndose por segmento aquel trazo comprendido entre dos puntos en que deba efectuarse un cambio de sentido o giro, oscila entre 8 y 11.

- Con ello y como simple deducción del punto anterior, el número de nexos entre dos segmentos oscilará entre 8 (en los casos en que el total de segmentos es 9) y 10 (cuando el número de segmentos es 11) ya que el primer segmento parte de la salida y el último acaba en la llegada.

- En todos los laberintos, 5 de los nexos están formados por patrones en forma de cruz (+) o "T", si bien ésta puede encontrarse orientada hacia la derecha, izquierda o invertida, resultando el resto de nexos patrones sencillos con un sólo ángulo de 90°, es decir lo que a partir de este momento, denominaré como codo (ver figura 1.1)

- El número de ramificaciones, líneas o trazos horizontales y verticales perpendiculares al camino de solución y anexados al mismo es de 6, constituyendo lo que denominaré como rama (ver figura 1.1)

Para una mejor comprensión de las diferentes partes que configuran cada uno de los tres laberintos véase la siguiente figura

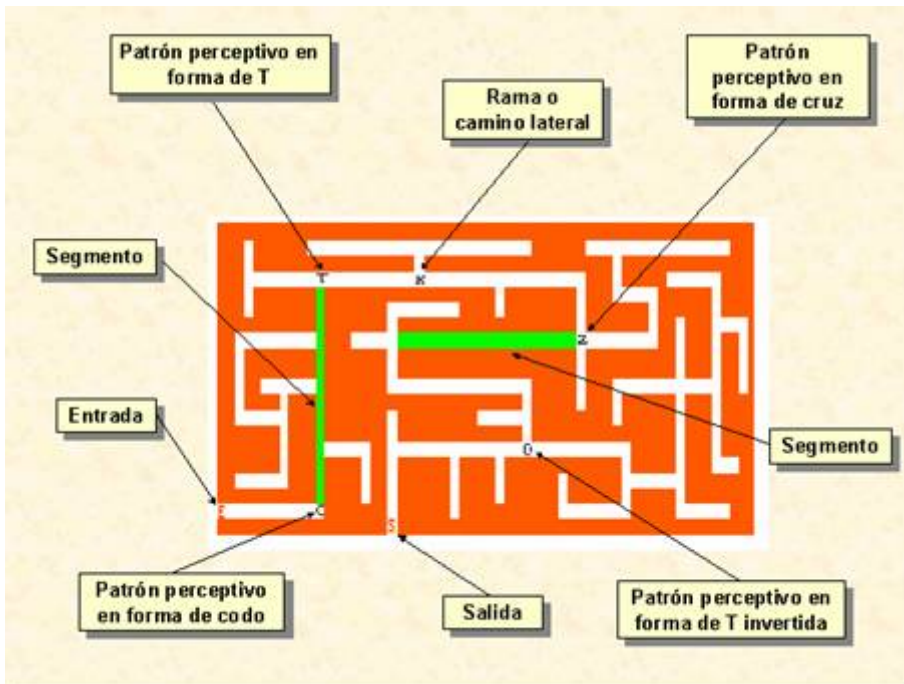


Figura 1.1. Diferentes partes de un laberinto

Los sujetos deberán solucionar el laberinto en un formato 3D (3 dimensiones), formato diferente del que se les presentará en una primera instancia, 2D (2 dimensiones). Por ello considero necesario explicar como se presentan los laberintos en un formato 3D y como se reflejan algunos aspectos vistos en la figura 1.1 en un formato 3D. Aún y siendo consciente de que no se trata de una situación 3D como tal, si se asemeja bastante a ella, pues intenta simular el efecto de ir avanzando por el interior de un laberinto.

El sujeto en todo momento tendrá en pantalla la información del lugar en que se encuentra ubicado, "rectángulo horizontal marcado en color marrón", y de los siguientes 5 pasos a realizar si avanza en línea recta. Cada uno de

ellos claramente diferenciados por un rectángulo horizontal que tiene su prolongación en dos rectángulos verticales. A medida que el sujeto se va desplazando por el laberinto, con la ayuda de las pertinentes teclas, los diferentes rectángulos verticales ubicados en cada lateral avanzarán un paso, simulando de esta manera, el efecto de ir andando por el interior de un laberinto.

Antes de seguir con la explicación me gustaría indicar que considero oportuno emplear la palabra "rectángulo" para referirme a los diferentes elementos que se observan desde una perspectiva del laberinto en formato 3D, por creer que se entendería mejor, aún y siendo consciente de que no se tratan de "rectángulos" como tales sino de "prismas".

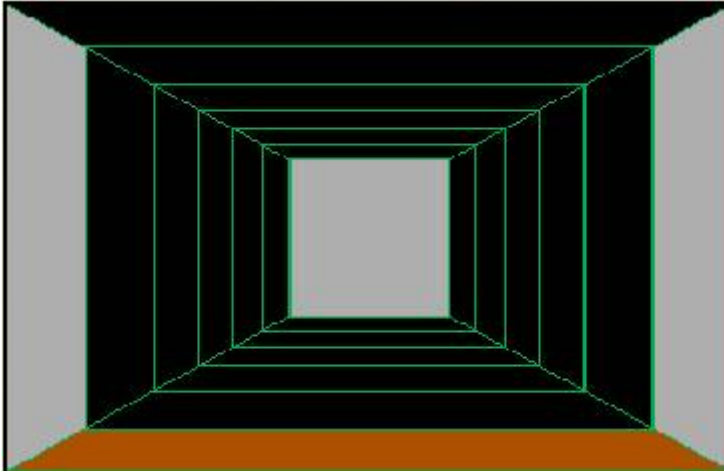


Figura 1.2. Representación de un laberinto en formato 3D

Los diferentes rectángulos verticales negros representan una "pared", los rectángulos blancos representan un "pasillo" o lugar por donde el sujeto podrá seguir desplazándose y, el cuadrado blanco del fondo de la imagen representa que, después de efectuar 6 pasos en línea recta, el sujeto podrá seguir avanzando en la misma dirección, es decir, que continúa teniendo camino libre o "pasillo".

La figura 1.2 se corresponde con el aspecto con que el sujeto se encontraría después de pasar de un formato 2D a un formato 3D. Analizando cada una de las diferentes partes de la figura, nos encontramos en primer término con un rectángulo horizontal marrón que destaca del resto de rectángulos que contiene la figura; este rectángulo indica el sitio en que se encuentra el sujeto en este momento. Conectados a este rectángulo horizontal marrón se encuentran dos rectángulos blancos verticales, uno situado en cada lateral y con el efecto de simbolizar dos puertas, es decir, espacio libre por donde el sujeto se podrá desplazar.

Si los rectángulos fueran de color negro, simbolizarían dos paredes, o espacio por donde el sujeto no se puede desplazar. En este caso, si el sujeto persistiera en su intento, se escucharía un ruido, emulando el efecto de que está tropezando con un objeto, en este caso con una pared.

Asimismo en la figura 1.2 se observan diferentes líneas verdes que delimitan cada uno de los diferentes espacios físicos por donde el sujeto puede moverse. Observando la figura se pueden divisar un total de 6 rectángulos horizontales con sus respectivas prolongaciones verticales. Este número de rectángulos simbolizan la información que dispone el sujeto en la realización de los próximos 5 pasos, es decir, su ubicación actual y la de otros cinco posibles pasos a efectuar.

Otro aspecto a tener en cuenta es el color del cuadrado del fondo de la figura, ya que este puede tener dos colores: blanco como corresponde a la figura 1.2, indicando que después de efectuar seis pasos, sigue habien-

do espacio abierto o "pasillo", o en caso contrario, negro con la consiguiente indicación de que después de efectuar los siguientes seis pasos, nos encontraremos con una "pared" o lugar cerrado por donde el sujeto no podrá continuar avanzando.

En la figura 1.2. también se puede observar como además de poder girar en un próximo paso hacia la derecha o izquierda, el sujeto puede continuar avanzando, pues dispone al menos de seis pasos de "pasillo".

A modo de resumen, intentando aunar la información que tiene el sujeto cuando está observando el laberinto en formato 2D con la que dispone cuando la representación del mismo es en 3D, se presenta la siguiente figura 1.3. En esta figura se intenta ilustrar las diferentes situaciones con que se puede encontrar el sujeto en los dos tipos de representación. (el rectángulo amarillo de la imagen del laberinto en 2D se correspondería con el lugar físico en que se encuentra el sujeto en este momento).

Observando las dos figuras se puede ver

como el sujeto al efectuar un paso hacia adelante se encontrará con una "puerta" en el lateral izquierdo, que en el dibujo en formato 2D se corresponde con una rama ubicada a la izquierda del camino de solución. Además de indicar que después de efectuar 6 pasos en línea recta nos encontraremos con camino libre o "pasillo".

### Reproducción de los laberintos

Una vez realizada la tarea, los niños podrán reproducir de dos maneras diferentes (paso a paso o automático) todo lo que acaban de realizar en la solución o intento de solución del laberinto. Se debe escoger la opción "automática" si se quiere simular una reproducción fidedigna de lo realizado por el sujeto. En concreto se reproduce cada uno de los pasos efectuados, el tiempo tardado entre paso y paso, el número de errores cometidos, el sitio donde se ha equivocado el sujeto, el número de veces que ha tropezado con la pared, el número de pasos que ha efectuado, el tiempo

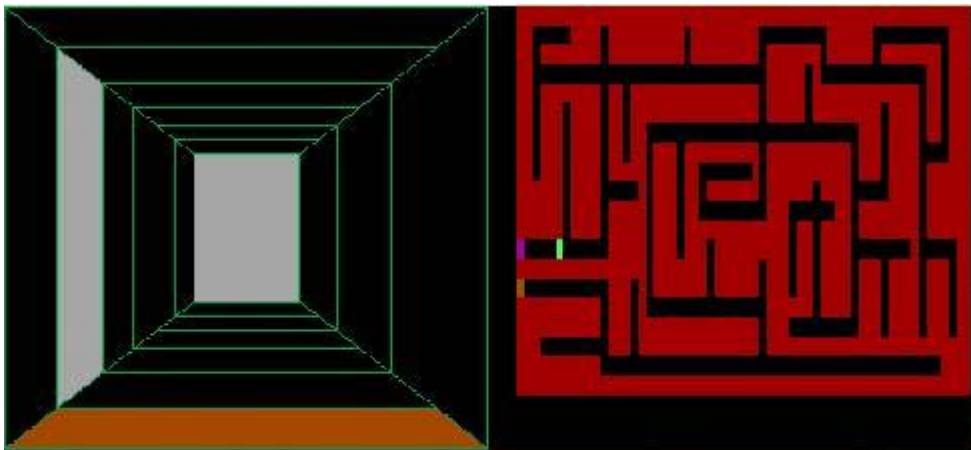


Figura 1.3. Presentación de un laberinto en formato 2D y 3D

total empleado en el intento de solución, etc.. El programa simula de forma fidedigna el comportamiento realizado por el alumno en la resolución del laberinto.

### **Conclusiones**

El programa *Laber* constituye una interesante herramienta de aprendizaje para aquellos niños que están en plena fase de desarrollo en la adquisición de las habilidades visuo-espaciales o entre aquellos que presentan algún tipo de problema en el manejo de estas habilidades. El aprendizaje se ve favorecido por el carácter de juego que representa la resolución de laberintos por ordenador en un formato 3D. Esto garantiza que los niños se encuentren motivados en la realización de la tarea y, de esta manera sacar el máximo provecho del mismo, cosa que no siempre es posible en según que tipo de aprendizajes. Más si tenemos en cuenta que la motivación ha sido un punto de especial interés en todos los trabajos relacionados con las nuevas tecnologías; sobre todo, en lo relativo al aprendizaje, tal y como se demuestra en diferentes trabajos clásicos llevados a cabo por Driskell y Dwyer (1984), Long y Long (1984) o Malone (1981).

De forma complementaria, la resolución de laberintos en 3D permite plantear a los niños una serie de preguntas, tales como que estrategia han seguido para solucionar el laberinto, en que puntos se han fijado, que aspectos no han tenido en cuenta, etc.. Ello, además de conocer que estrategia han seguido, también, aunque de forma indirecta, permite conocer los procesos cognitivos que han intervenido y como actúan. Dependiendo del tipo de estrategia que ha seguido el niño, se puede instruir a éste para que emplee otra estrategia en

que pueda optimizar mejor sus recursos cognitivos. Todo ello le puede ser de gran utilidad, tanto en situaciones de la vida real en que sea importante el aspecto visuo-espacial (lectura de mapas, moverse en grandes espacios, etc..) como en la resolución de cualquier otro tipo de problema en que se tenga que memorizar, focalizar la atención, buscar patrones perceptivos, etc.., elementos que juegan un papel decisivo en la solución de laberintos en 3D por ordenador.

También es de utilidad educativa la introducción de conceptos como atención, percepción, memoria, etc.. en el vocabulario de los niños, además de poder enseñarles como intervienen y como pueden optimizarlos para redundar en un menor coste cognitivo. A modo de ejemplo, se les enseña que para resolver laberintos en 3D, previamente presentados en 2D se requiere focalizar la atención en unos puntos relevantes (entrada, salida, intersecciones, etc..), como es necesario saber interpretar o codificar y decodificar unos patrones perceptivos ("E" de entrada y "S" de salida), como nuestra memoria a corto plazo o *working memory* tiene una capacidad limitada (7 elementos +/- 2), etc..

Este software, a lo largo de los últimos años, ya se ha implementado en diferentes escuelas con un alto grado de éxito, verificando que se trata de una valiosa herramienta de entrenamiento y aprendizaje de habilidades visuo-espaciales. Se ha podido comprobar que los niños que han pasado por el programa obtienen un mejor rendimiento en el manejo de diferentes representaciones espaciales que se emplean en el ámbito educativo (mapas, diagramas, esquemas, ilustraciones, etc..)

En un futuro cercano se quiere probar la efi-

encia del programa en adolescentes afectados con algún tipo de trastorno cráneo-encefálico y que, por consiguiente, presentan problemas de relaciones espaciales.

### **Bibliografía**

ALIAS, M.; BLACK, T.R. y GRAY, D.E. (2002) Effect of instructions on spatial visualization ability in civil engineering students. **International Education Journal**, **3**, (1) (Online)

CASTELLÓ, A y CLADELLAS, R (1998). **Programa Laber.exe**. Bellaterra, Universidad Autónoma de Barcelona

CLADELLAS, R. (1999). **Modelización de procesos cognitivos implicados en la solución de laberintos en 3D: una propuesta orientada a la simulación por ordenador**. Universidad Autónoma de Barcelona. Tesis Doctoral. UAB.

DRISKELL, J.E. y DWYER, D.J. (1984). Microcomputer Videogame Based Training. **Educational Technology**, **February**. 11-16.

LEOPOLD, C. GORSKA, R.A. y SORBY, S.A. (2001). International experiences in developing visualization abilities of engineering students. **Journal for Geometry and Graphics**, **5** (1). 81-91

LONG, S.M. y LONG, W.H. (1984). Rethinking Video Games. **The Futurist**, **December**. 35-37.

MALONE, T. W. (1981): Toward a Theory of Intrinsically Motivating Instruction. **Cognitive Science**, **4**. 333-369

OLKUN, S. (2003) Making connections: improving spatial abilities with engineering drawing activities. **International Journal for Mathematics Teaching and Learning**, <http://www.ex.ac.uk/cimt/ijmtl/sinanolkun.pdf>

SJÖLINDER, M. (1998). **Towards a framework for design and evaluation of navigation in electronic spaces**. <http://www.sics.se/humle/projects/persona/web/littsurvey/ch4.pdf>

SHEPARD, R.N. y METZLER, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. **Science**, **171**. 701-703.