

Proceso de generación y uso de imágenes informatizadas para la docencia: nuevos recursos que facilitan el aprendizaje

Juan Antonio Juanes

José Luis Espinel

Departamento de Anatomía Humana

Facultad de Medicina

Universidad de Salamanca

Resumen

Se describe un procedimiento para la creación y uso de imágenes informatizadas, capturadas mediante escáner y modificadas con programas gráficos comerciales, para su posterior aplicación a la esfera didáctica; de forma que permita el dinamismo y dirijan la atención del usuario, con el objeto de facilitar e incrementar el aprendizaje. Estos medios tecnológicos, empleados en el campo de la enseñanza, invitan a los estudiantes a diferenciar lo importante de lo superfluo, obteniendo un mejor rendimiento en su proceso pedagógico de enseñanza-aprendizaje.

Palabras clave: Digitalización de imágenes, escáner, grafismo, enseñanza-aprendizaje, computador.

Introducción

Toda innovación en el terreno educativo siempre conlleva aspectos relacionados con el proceso práctico de enseñanza.

La aparición en nuestra sociedad de nuevos medios tecnológicos para la enseñanza, ofrecen nuevas perspectivas a los profesores y abren vías nuevas para el aprendizaje de los estudiantes (LUEHRMANN, 1980; JUANES y col., 1991). Por ello, cada vez es mayor el número de profesionales de la enseñanza que utilizan, en sus actividades docentes, los ordenadores, configurándose como una tendencia predominante en su actividad profesional (DWYER, 1971; BRAUN, 1978; JONES, 1987; CONSTANTIN y col., 1989; NIEMEYER y col., 1993).

Actualmente muchos profesores es-

tán de acuerdo con que la presencia del ordenador en los centros de enseñanza ofrece una nueva oportunidad de estimular a los estudiantes y de mejorar la calidad, contenido y prestación de la educación (DWYER, 1977; JUANES y col., 1992). El ordenador se constituye como una herramienta intelectual tanto para el profesor como para los alumnos; siendo una ayuda auxiliar y un instrumento individual de aprendizaje (ZUCKER, 1984; LEPPER, 1985; DONALD, 1990).

Hasta la fecha, la utilización de la imagen estática como medio didáctico, ha constituido un material asequible y abundante a disposición del profesor; siendo el proyector de diapositivas y el retroproyector los medios más extendidos en el ámbito educativo. Sin embargo, la pasividad y falta de interacción de los alumnos, ante estos medios, hace que se empiece a introducir otros instrumentos, de utilidad didáctica, capaces de dinamizar las imágenes, como es el caso del ordenador y del video.

La mayoría de los educadores consideran el ordenador como un medio auxiliar de aprendizaje, capaz de proporcionar información acerca de una amplia temática, con diversos estilos de aprendizaje en los que podemos influir directamente mediante nuevas interacciones (LEPPER, 1985).

En este sentido, la creación y manipulación de imágenes con el ordenador constituye una de las áreas más interesantes, espectaculares, y didácticas de la informática aplicada al terreno docente (JUANES y VAZQUEZ, 1991). Ante estas observaciones pre-

vias, nuestro trabajo pretende dar a conocer el proceso que llevamos a cabo para generar imágenes digitalizadas y animadas mediante programación, para su posterior utilización en la enseñanza como programas docentes informatizados, facilitando de esta forma una mejora significativa del aprendizaje.

El escáner: periférico eficaz para la captura de imágenes

El empleo del escáner, en el entorno docente, se ha extendido en los últimos años, debido a que los ordenadores personales compatibles se han convertido en una herramienta gráfica y con gran potencia de cálculo. Por otra parte, el número de aplicaciones también ha crecido y ofrece una mayor calidad.

El escáner ha empezado a ser un periférico de minorías y sus aplicaciones son cada vez mayores en un mercado gráfico que está en continuo crecimiento.

La introducción en el mercado de magníficos programas de edición y retoque fotográfico, ha hecho que trabajar con un escáner ya no suponga estar atado al software del fabricante, sino que se pueda elegir y trabajar con comodidad.

La posibilidad de los ordenadores actuales de recibir la información del escáner y procesarla, mediante sistemas gráficos y software especial, es la que ha hecho que los escáneres tengan más aplicación que la simple copia o transmisión de imágenes.

La imagen como fuente de información didáctica

Generalmente, entendemos por recursos didácticos aquellos que favorecen el proceso de enseñanza-aprendizaje, por tanto, la imagen, adquiere un sentido instrumental y forma parte, como una variable más, del proceso, afectando a la eficacia del programa educativo (METZ, 1972; RODRIGUEZ DIEGUEZ, 1977; TADDEI, 1979). Por otra parte, el uso creativo de los mismos hace que aumenten las probabilidades de que los alumnos aprendan más o que retengan mejor (GIACOMANTONIO, 1979).

Los recursos didácticos son, entonces, concebidos como elementos al servicio tanto de los contenidos y métodos seleccionados, como del profesor y los alumnos, auténticos protagonistas, junto con los objetivos, de todo proceso docente.

La comunicación por medio de la imagen existe con anterioridad a la invención de la escritura, y la utilización de ayudas visuales en la enseñanza data de antiguo, en la historia de la educación (AGUILERA GAMONEDA, 1980).

No debería ocurrir que, mientras la sociedad se mueve en un flujo constante de imágenes, la enseñanza permaneciera en un mundo sólo de ideas lógicamente estructuradas, volviendo la espalda a algo que debiera ser un aspecto fundamental de su sistema.

La imagen, en el campo de la enseñanza, juega un papel importante como medio de comunicación, facilitando

la transmisión de ideas y conceptos de una manera rápida y eficaz (THE-NON, 1971; THIBAUT-LAULAN, 1973; MOLES, 1981).

El ordenador, constituye un instrumento generador de imágenes con el cual podemos construir diseños gráficos de fantástica complejidad (MORVAN y LUCAS, 1972; LOPEZ, 1992). Desde hace algunos años, es factible aprovechar mucho más estas capacidades del ordenador debido al mayor poder de resolución que están alcanzando los monitores así como por las creaciones de software, de tipo gráfico, que actualmente existen en el mercado.

Sin embargo, la introducción de estos medios en la docencia universitaria se está realizando de forma muy lenta. Este hecho parece estar motivado, en gran parte, por el elevado costo de alguno de estos medios audiovisuales, unido a una concepción infravalorativa de los mismos, debida, en muchos casos, a un desconocimiento de las ventajas derivadas de su empleo, como pueden ser la renovación de la capacidad de atención y la resolución de problemas organizativos debidos al alto número de alumnos por profesor.

En nuestras manos tenemos la posibilidad de utilizar esta nueva tecnología que, cada día mas, esta a nuestro alcance, pero debemos considerar el hecho de que su uso, no va reducir nuestro trabajo como pedagogos (por el contrario, en la mayor parte de los casos genera mucho más), si no que, va a incrementar la calidad de nuestra enseñanza, posibilitando op-

ciones docentes hasta ahora fuera de nuestro alcance.

El desarrollo de un programa docente, debe ser independiente de los medios a utilizar, los cuales deberán ser obtenidos a posteriori, para poder llevar a cabo dicho programa. En algunos casos se verá necesario o conveniente la introducción de los entornos informáticos en el mismo, pero es muy posible que en otros casos la introducción de dichos entornos entorpezca enormemente la acción formativa. Queda a cargo del formador el decidir cuándo, cómo y dónde introducir cada una de las tecnologías de que disponga, incluida la informática.

Como proceso docente, la enseñanza informatizada debe partir de un diseño previo del programa docente, el cual debe definir claramente los objetivos a alcanzar con la acción formativa, el colectivo destinatario de dicha acción, los contenidos de cada uno de los módulos de enseñanza, el tiempo

previsto para desarrollar cada uno de ellos y los medios necesarios para su implantación. Una vez dispongamos del diseño curricular de la acción formativa, podremos comenzar a trabajar en el diseño de los procesos informáticos necesarios para cada uno de los módulos, que deberán ajustarse, en todo, al esquema docente de los mismos (Fig. 1).

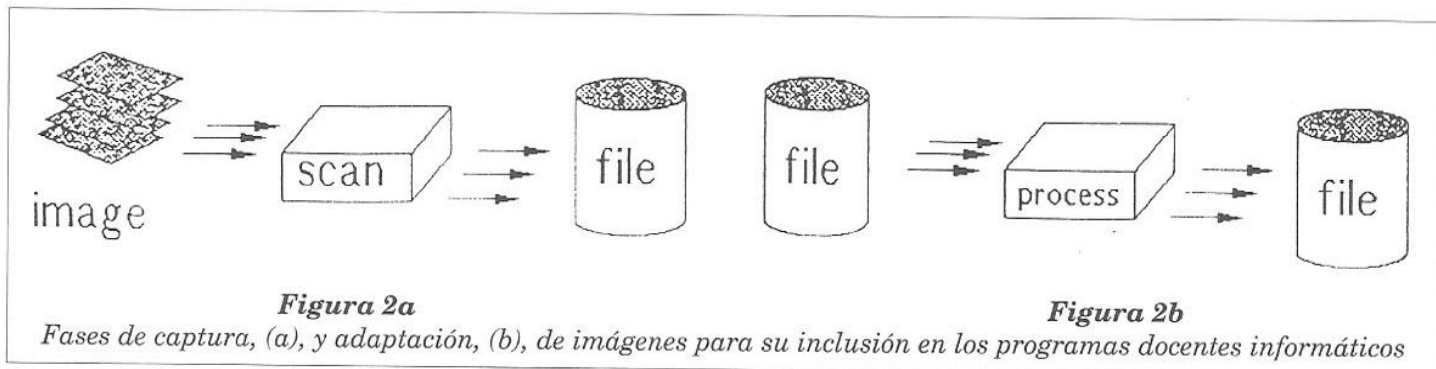
Fases para el desarrollo de un documento gráfico

Una imagen vale más que mil palabras, a partir de esta premisa podemos deducir la gran importancia que los sistemas gráficos informáticos pueden tener en el entorno docente. No sólo por su capacidad de representar imágenes pueden ser de gran ayuda en el proceso de aprendizaje, sino, también, por la posibilidad de dotarlas de movimiento e incluso por su flexibilidad a la hora de sintetizarlas y esquematizarlas, lo cual, nos permite seguir con mayor claridad muchos procesos y descender a los niveles de detalle que fueran necesarios, tarea ardua y engorrosa en ocasiones para desarrollar solo con el lenguaje oral o escrito.

Todo tipo de documento gráfico, utilizado en los sistemas informáticos, bien sea como documento de referencia, divulgativo, docente o ilustrativo, debe pasar por una serie de fases que podemos definir como:

- a) Fase inicial, que comprende la captura o generación del docu-





mento gráfico (Fig. 2a).

- b) Fase de adaptación (Fig. 2b), que consta de los pasos necesarios para transformar la imagen inicial con el fin de adaptarla a nuestras necesidades y a las capacidades del sistema.
- c) Fase de presentación, en la cual la imagen archivada en los sistemas informáticos es presentada al usuario.

En función de los fines perseguidos, cada una de las fases anteriores puede presentar mayor o menor complejidad, llegando incluso a desaparecer, variando también, la importancia de cada una de ellas.

En nuestro caso concreto, existen las tres fases claramente definidas, siendo la última la de mayor importancia.

Primera fase

En esta primera fase es vital la elección de las imágenes, ya que el fin primordial de nuestro trabajo es la divulgación científica con fines docentes.

Las imágenes deben ser claras y concisas, lo cual significa que, la cantidad de información obtenida por el

usuario de cada una de ellas, no debe ser excesiva, y debe estar claramente representada, pudiendo permanecer el entorno de referencia en un segundo plano, o incluso, difuminado.

Utilizamos habitualmente la captura de imágenes con escáner a partir de documentos utilizados en el entorno docente destinatario. Mediante el software de apoyo que acompaña a estos aparatos, podemos seleccionar la resolución de la imagen (Cantidad de puntos que aparecen por unidad de área), los colores a utilizar, el tamaño de la misma, etc.

En otros casos, nos es necesario generar imágenes tridimensionales, a partir de datos obtenidos en laboratorio, para mostrar, por ejemplo, la interacción mecánica del objeto con su entorno, o detalles de su estructura física. En estas circunstancias, es interesante intentar que los objetos así modelados representen claramente las características deseadas, incluso aunque pierdan calidad pictórica (Fig. 3).

Segunda fase

En esta fase debemos adaptar las imágenes para que cumplan los fines perseguidos, añadiendo los detalles

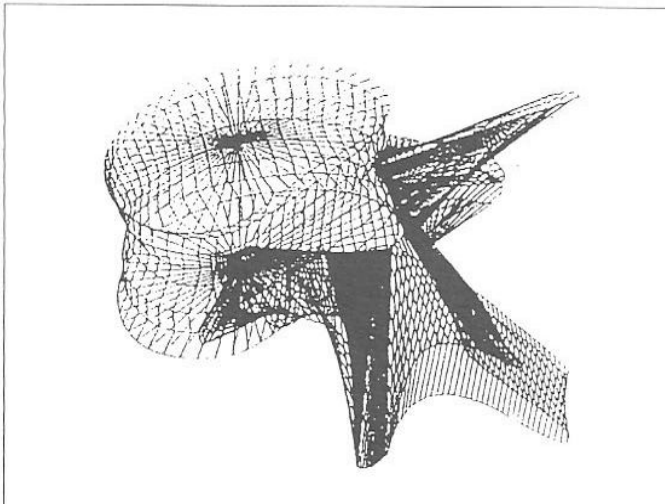


Figura 3

Generación de una imagen tridimensional para mostrar la estructura física, espacial, de una vértebra lumbar. El modelado en alambre nos permite visualizar las características morfológicas deseadas

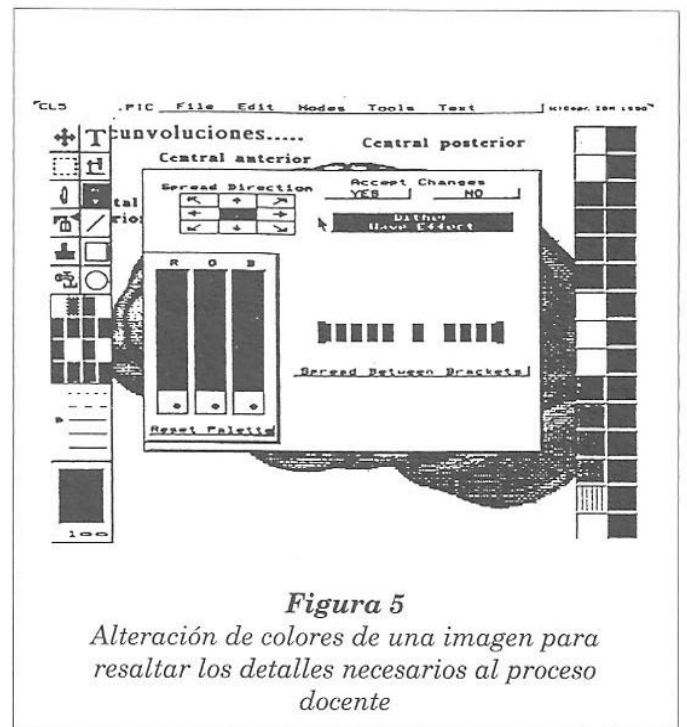


Figura 5

Alteración de colores de una imagen para resaltar los detalles necesarios al proceso docente

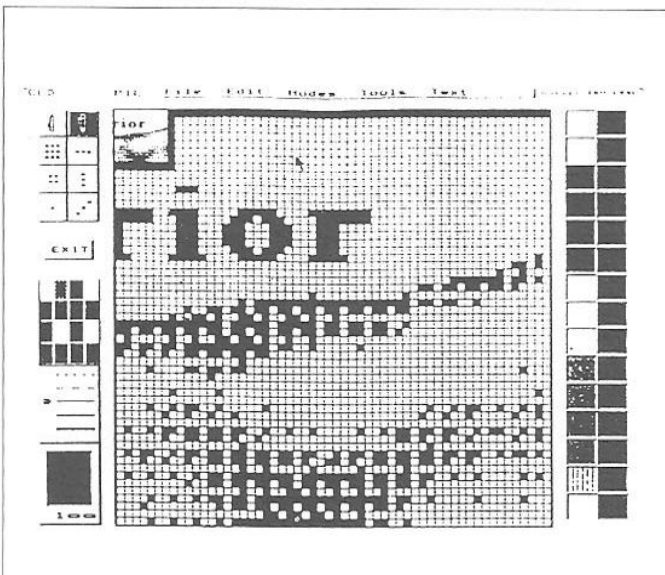


Figura 4

Zoom de una imagen, capturada con el escáner, para su modificación y adaptación a nuestras necesidades didácticas. Realizado mediante el programa comercial Storyboard Live

que necesiten y eliminando la información sobrante (Figs. 4 y 5).

En la actualidad, el mercado pone a nuestra disposición múltiples productos para poder llevar a cabo esta labor. En nuestro caso, considerando que nuestro producto esta destinado al

uso de equipos compatibles P.C. bajo sistema operativo MS-DOS, utilizamos habitualmente el siguiente software: "Corel Draw", "Story Board live", "PaintBrush" y "Autodesk" para el tratamiento de las imágenes planas y "Autocad 3D" para los objetos en tres dimensiones.

El trabajo requerido en esta fase, consiste en lo siguiente :

- a) Modificación de detalles de la imagen, bien sea para corregir errores en la captura, bien para resaltar u omitir detalles de la misma (Fig. 4).
- b) Alteración de los colores utilizados, con el mismo propósito que el anterior (Fig. 5).
- c) Inserción de textos explicativos, para generar, en cada imagen, un conjunto de información coherente y completo en si mismo.
- d) Modificación o transformación de los formatos de archivado, en

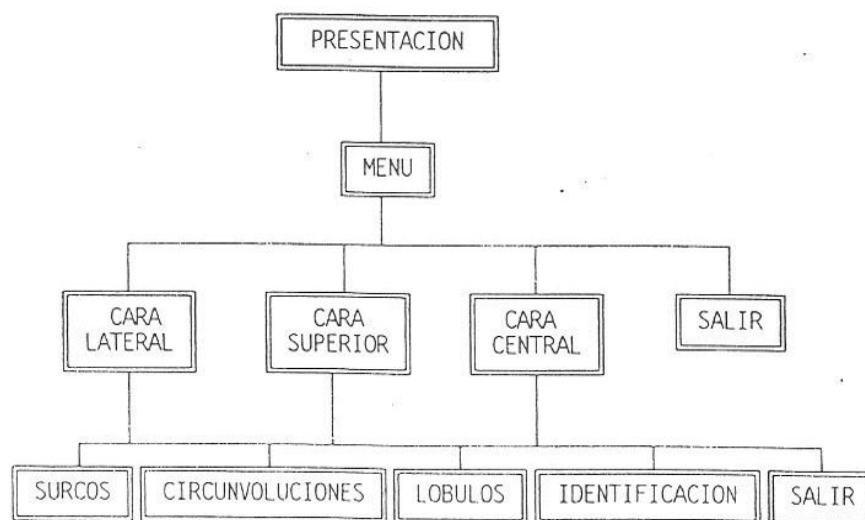


Figura 6

Esquema del flujo general de información de un programa docente informatizado sobre los hemisferios cerebrales

función de las necesidades de la fase tercera.

Al finalizar esta fase, cada una de las imágenes debe estar, en la mayor parte de los casos, completamente definida, formando un conjunto independiente del resto y con entidad propia.

Tercera fase

La presentación de la información y el flujo de la misma (Fig. 6), determinan en gran medida el rendimiento del proceso de aprendizaje, por ello, esta tercera fase debe ser estudiada a fondo para conseguir la máxima fluidez de información y un rápido acceso a la misma. Debemos tener definidos, a priori, los objetivos a alcanzar con la acción propuesta, realizando los correspondientes diagramas de flujo de información con sus correspondientes tiempos, tanto estáticos como dinámicos.

Es de gran ayuda seleccionar previamente las partes de información que deben ser fijas, cuales deben ir incorporándose de forma paulatina y cuales deben ser eliminadas para dar entrada a nueva información.

Los medios utilizados dependen, evidentemente, del entorno de destino, el cual nos define los dispositivos físicos (Hardware) y lógicos (Software) disponibles, siendo muy frecuentes los ordenadores personales compatibles IBM P.C. con sistema operativo MS-DOS.

Bajo las premisas anteriores, utilizamos básicamente dos sistemas :

- Cuando las imágenes a utilizar son planas, es decir, tipo fotografía, o con movimientos mono o bidimensionales, nuestra elección recae sobre un producto comercial denominado "Storyboard Live" de IBM (Fig. 7), existiendo otros muchos de semejante calidad y prestaciones.

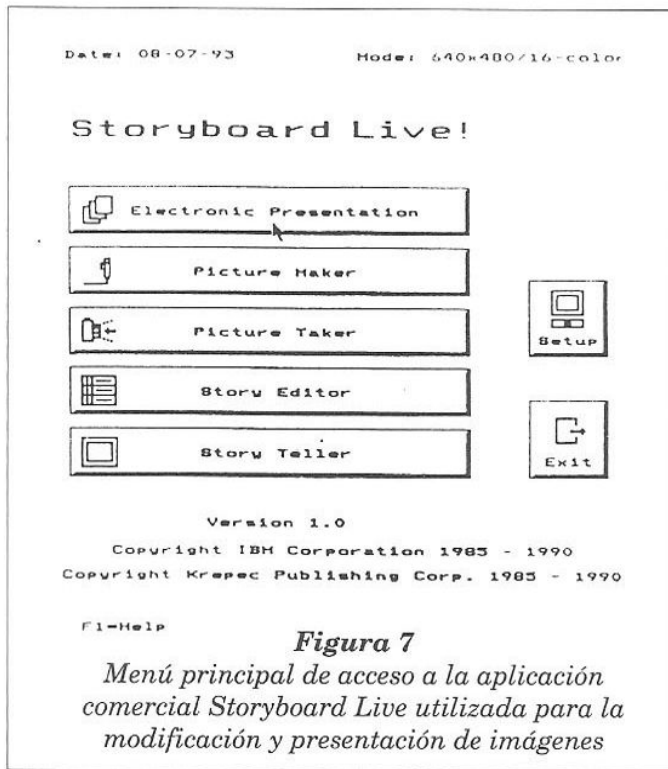


Figura 7

Menú principal de acceso a la aplicación comercial Storyboard Live utilizada para la modificación y presentación de imágenes

—Cuando las imágenes son tridimensionales y necesitan movimientos en el espacio, pueden utilizarse productos comerciales diversos de representación, e incluso acudir a la propia programación en lenguajes de gran potencia como el “C”, dependiendo de su disponibilidad y de las capacidades del equipo de trabajo.

En esta fase, el movimiento de los elementos de información es de gran ayuda para conseguir centrar la atención de alumno, pero debe ser utilizado con discreción, no se trata de ningún ballet.

Podemos comenzar por mostrar el entorno del objeto de forma estática, utilizándolo como referencia conjunta de todos los demás elementos, y, sobre él, ir construyendo el conjunto global.

Cada uno de los elementos puede aparecer independientemente, de tal forma que la atención se centre sobre

él, y permanecerá aislado el tiempo necesario estimado para que el alumno absorba la información asociada. La forma de resaltar o aislar un elemento depende del resto del conjunto, y puede ser mediante movimiento, alteración del color, encuadre, etc.

Al finalizar la formación del elemento completo (pantalla individual), este, no debe tener mas información de la que pueda captarse con comodidad, siendo un máximo habitual el de 10 ó 15 elementos independientes, y la información, debe estar estructurada en niveles visuales en función de la importancia relativa de cada detalle.

Deberemos tener cuidado con la elección de los colores y tonos que componen la imagen, ya que, estos nos ayudan a establecer los anteriores niveles, utilizando el menor número de colores posible, escogiendo los tonos para evitar el cansancio visual y el abarrotamiento de la pantalla.

Es un truco de muy buen resultado considerar una imagen final como si fuera una transparencia, y utilizar para su composición las mismas normas que existen para estas.

Material y métodos

I. Soporte Informático Utilizado.

Hardware.

Ordenadores Compatibles P.C. 286 y 386.

Dispositivos de Visualización:
Tarjetas gráficas V.G.A. 1Mb
640X400.

Dispositivos de almacenamiento: HD Seagate 240 Mb, TD Jumbo 120 MB.

Dispositivos de Captura: Scanners Artec AZ-2000 y Andy Scan Genius.

Software.

Sistema operativo: MS-DOS V. 5 y 6.

Captura de Imágenes: Fascinator y EscanEdit.

Edición y tratamiento de Imágenes : Corel Draw V.2, Paintbrush IV V.1, Storyboard live V.1 y Autocad V.10.

Creación y edición de guiones de presentación : Story Editor y lenguaje 'C'.

Presentación Final : Story Teller y lenguaje 'C' compilado con Microsoft C V.6.00.

II. Descripción de Herramientas

StoryBoard live.

Esta, es la segunda Generación de una herramienta desarrollada por I.B.M. para la realización de presentaciones visuales que, por su flexibilidad, se adaptaba a nuestros fines (Fig. 7).

El conjunto se compone de varias utilidades distribuidas como sigue en base a su función.

Picture Maker. Es el editor de imágenes (Figs. 4 y 5). Organizado en menús agrupados por semejanza de funciones permite la creación o modificación de imágenes de pantalla completa o parciales. Sus funciones básicas pueden describirse de la siguiente manera:

Dibujo: Trazado libre a mano alzada o con plantilla para rectas, rectángulos o círculos, con límites libres o regulados. Trabajo con bloques rectangulares para importar y exportar, mover, copiar, girar, rotar, ampliar y reducir, etc. Gestión de Zoom para modificaciones a tamaño Pixel (Fig. 4).

Color: Alteración de colores individuales o por paletas, relleno de figuras, modificación de colores en imagen por bloques, pantalla completa o en flujo por contacto, Utilización de colores puros (en paleta) o mezclas definidas por el usuario con progresión de color paralela o concéntrica.

Textos: Introducción de textos con diferentes fuentes, tamaños y efectos gráficos. Generación y modificación de nuevas fuentes de letras. Textos centrados o alineados, etc.

El resto del software utilizado en la modificación de imágenes, Paintbrush IV, Corel Draw, etc., presenta características parecidas, por lo cual no lo describiremos en detalle.

Story Editor. Es el editor de guiones de presentación (Fig. 8). Un Guión es una secuencia de operaciones a realizar a la hora de presentar las imágenes en pantalla. El guión se divide en varias columnas:

Acción: Indica la operación a realizar, la cual puede ser: Borrar pantalla, Cambiar colores, Mostrar imagen, Leer teclado, Etc (Fig. 8).

Parámetros: Contiene datos complementarios a la acción anterior. Por ejemplo en caso de Mostrar Imagen, llevará el nombre del fichero de la imagen, si es borrar pantalla, puede

Lenguaje "C"

Es un lenguaje de programación muy difundido en la actualidad debido a su potencia y flexibilidad. Siendo un lenguaje de bajo nivel, dispone de acceso a las funciones más elementales de la máquina, lo cual lo define como uno de los más óptimos para trabajar en modo gráfico. Por otra parte, la gran disponibilidad de librerías de funciones, y la facilidad de creación de otras nuevas, hacen de él un lenguaje cómodo y potente.

Fascinator y Scandit.

Similares en cuanto a fines y posibilidades, son los programas utilizados en la captura de imágenes mediante escáner. Podemos desglosar sus funciones en dos grandes grupos.

Control del Hardware: Son funciones para gestionar el dispositivo físico de captura (escáner), permiten especificar el puerto de conexión, la interrupción a utilizar (IRQ), el tipo de escáner, la resolución de la captura de imagen, el modo de la misma (color, blanco y negro o tonos de gris), la intensidad de los colores o tonos y el tamaño de la imagen entre otros.

Modificaciones de la imagen: Permiten realizar muchas de las funciones de otros editores gráficos, así como convertir unos tipos de imágenes en otros, ampliar o reducir el número de colores a utilizar, modificar los contrastes o la distribución gráfica en función de diferentes tipos de conversión que consideran, por ejemplo, el porcentaje de los colores básicos, su

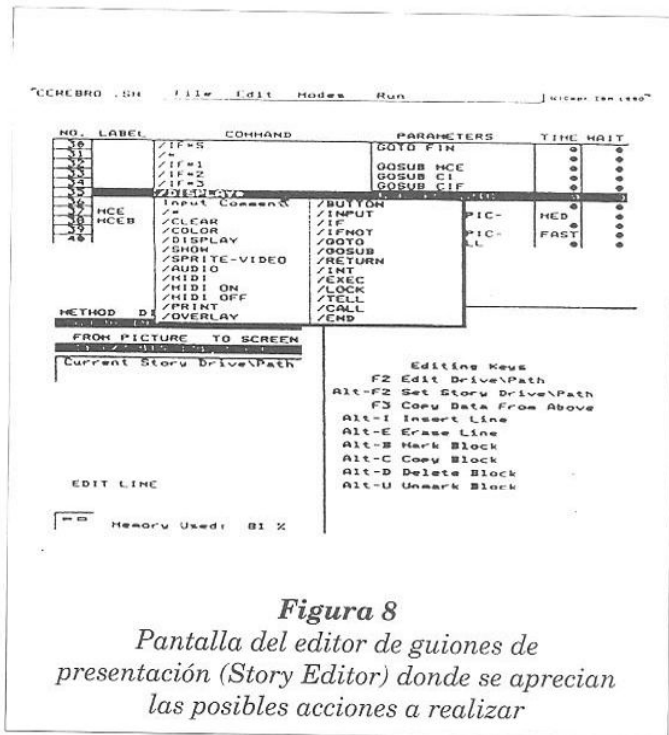


Figura 8

Pantalla del editor de guiones de presentación (Story Editor) donde se aprecian las posibles acciones a realizar

contener el código del color a utilizar, etc.

Duración: Indica el tiempo que tardará en ejecutarse la acción. Permite cuatro valores, rápido, medio, lento o un número de períodos de máquina.

Espera: Indica el tiempo de espera antes de pasar a la acción siguiente.

En función de la acción descrita en la primera columna, existen otras columnas de parámetros, con el modo de presentación, los límites de la imagen a utilizar, etc., que quedarán vacías si no son necesarias.

Picture Taker. Permite capturar una imagen de la pantalla en modo gráfico.

Story Teller. Es el encargado de presentar en pantalla las imágenes según el guión creado en el Story Editor. El producto final consta de esta herramienta, el guión de la presentación y el conjunto de imágenes.

distribución espacial, o bien mediante diferentes algoritmos de seguimiento de la forma, obteniendo resultados muy dispares unos de otros.

Comentarios sobre la experimentación con programas docentes informatizados en los centros de enseñanza

Hasta la última década, la mayoría de los profesionales de la enseñanza no habían concedido atención alguna al ordenador, sin embargo, en los últimos años, debido al avance de las tecnologías de la información, está empezando a surgir un nuevo tipo de profesor con amplios conocimientos sobre ordenadores y su lenguaje, utilizándolos en sus tareas docentes como una herramienta eficaz para la enseñanza y el aprendizaje de los alumnos.

Los profesores, parecen haberse concienciado que educar para el futuro, también incluye introducir a los alumnos en el uso de los recursos informáticos, de no ser así, reforzarían un modelo de enseñanza desconectado de la realidad social.

La utilización de este tipo de material didáctico ha contribuido, en numerosos centros de enseñanza europeos, a mejorar significativamente el rendimiento académico de los alumnos, convirtiéndose el ordenador, en un instrumento verdaderamente atractivo para los estudiantes (JUANES y col., 1992; NIEMEYER y col., 1993).

Estos medios presentan una gama extensa de opciones, tales como: memorizar, analizar, simular situaciones, crear, etc..

Debido a que este sistema permite una enseñanza más individualizada, el profesor puede llevar a cabo un seguimiento más directo del alumno, dando pie a comentarios, información e intercambio de ideas, que al mismo tiempo será enriquecedor para el alumno y para el profesor; permitiendo que cada alumno pueda avanzar al ritmo que requieren sus características personales, sin interferir en el de los demás compañeros.

La utilización de programas docentes informáticos tiene como objetivo conseguir que el alumno adquiera determinadas destrezas y conocimientos, presentándole una información y requiriendo de él distintos tipos de respuestas.

Estos métodos llevan a verificar los conocimientos adquiridos, permitiendo la rectificación inmediata, en caso de error, sin dejar lagunas en el aprendizaje.

Con nuestro trabajo, pretendemos estimular a los profesionales de la enseñanza a introducirse en los nuevos métodos pedagógicos con beneficios evidentes para la calidad de su enseñanza y, por tanto, para el aprendizaje de sus alumnos.

Bibliografía

- AGUILERA GAMONEDA, J. 1980. Principios de historia de los medios audiovisuales. Ed. Tecnos. Madrid.

- BRAUN, L. 1978. Microcomputers-Magic for educators. *Personal Computing.*, 2: 30-40.
- CONSTANTIN, B.; VANNEUVILLE, G.; VAZQUEZ, R.; RIESCO, J.M. y JUANES, J.A. 1989. Infographisme et enseignement médical. Enseignement assisté par ordinateur. Application à l'enseignement de l'os sphénoïde en anatomie. *Bull. de l'Assoc. des Anatomistes.* N° 73:15-17.
- DONALD, J. 1990. University Professors. View of knowledge and validation processes. *J. Educational Psychology*, 82: 242-249.
- DWYER, T. 1971. Some principles for the human use of computers in education. *International Journal of Man-Machine Studies*, 3: 3-15.
- DWYER, T. 1977. Personal computers and education: A time for pioneers. *Proc. of West Coast Computer Conference*, Palo Alto, Calif., Abril.
- GIACOMANTONIO, M. 1979. La enseñanza audiovisual. Ed. Gustavo Gili. Barcelona.
- JONES, A. 1987. *The Computer revolution in Education: New Technologies for Distance Teaching.* Sussex: The Harvester Press Limited.
- JUANES, J.A. y VAZQUEZ, R. 1991. Tratamiento de imágenes por ordenador. *Apuntes de Educación: Nuevas Tecnologías.* N° 42: 9-12. Ed. Anaya. Madrid.
- JUANES, J.A.; SANCHEZ, F. y CARRETERO, J. 1991. Periféricos adecuados para la E.A.O. *Apuntes de Educación: Nuevas Tecnologías.* N° 42:6-8. Ed. Anaya. Madrid.
- JUANES, J.A.; RIESCO, J.M.; SANCHEZ, F.; CARRETERO, J.; VAZQUEZ, R. y VACAS, J.M. 1992. Simulación de movimientos articulares de la columna vertebral mediante ordenador. *Didáctica de las Ciencias experimentales y sociales.* N° 6: 3-11.
- LEPPER, M.R. 1985. Microcomputers in education: Motivational and social issues. *American Psychologist*, 40: 1-18.
- LOPEZ, F.J. 1992. Ilustración y diseño con ordenador. Ed. RA-MA. Madrid.
- LUEHRMANN, A. 1980. Technology in science education, En: *The Computer in the School: Tutor, Tool, Tutee*, R.P. Taylor (comp). Nueva York: Teachers College Press, 149-157.
- METZ, Ch. 1972. Imágenes y pedagogía. Tiempo contemporáneo. Buenos Aires.
- MOLES, A.A. 1981. L'image, communication fonctionnelle. *Tournal.* Belgica. Casterman.
- MORVAN, P. y LUCAS, M. 1976. Images et ordinateur. Introduction a l'infographie interactive. Paris. Larousse. Serie Sciences humaines et sociales.
- NIEMEYER, M.; MÜLLER, S.; RAIKHMANN, P.; SCHWENK, H.; EBAUER, A.; LUFT, A.; DAUBER, W. y DREWES, U. 1993. AnaTü-Tutor: an interactive tutorial for histology and macroscopical anatomy. XIth. International Symposium on Morphological Sciences. July '93. Barcelona. Spain.
- RODRIGUEZ DIEGUEZ, J.L. 1977. Las funciones de la imagen en la

- enseñanza. Ed. Gustavo Gili. Barcelona.
- TADDEI, N. 1979. Educación con la imagen. Ed. Marova. Madrid.
- THENON, J. 1971. La imagen y el lenguaje. Ed. La Pléyade. Buenos Aires.
- THIBAUT-LAULAN, A.M. 1973. El lenguaje de la imagen. Ed. Marova. Madrid.
- ZUCKER, A.A. 1984. Computers in education in the U.S.A. En: Intelligent Schoolhouse: Readings on Computers and Learning, D.Peter-son (comp.). Reston, Va.: Reston Publishing, 289-313.