

**DESARROLLO DE SOFTWARE
EDUCATIVO MEDIANTE
SÍNTESIS SISTÉMICA:
ESCRITURA ELECTRÓNICA**

Carlos Eduardo Solivéz

Presentado en el congreso Usuaría '88,
Buenos Aires (Argentina), 1988

Introducción

La experiencia internacional muestra que el principal factor limitante del éxito de las experiencias de uso pedagógico de la Informática es la escasez de software educativo adecuado. Resulta así de especial importancia proporcionar no sólo estímulos apropiados sino también estrategias y métodos facilitadores de su generación.

Describimos aquí un método para el desarrollo de software didáctico que usa el enfoque sistémico¹ y los conceptos de nivel y ambiente que se discuten más adelante. El objetivo del trabajo es proporcionar un marco orientador de las tareas de diseño para aquellos abocados al uso educativo de la Informática, no requiriéndose para su comprensión ni conocimientos previos de Teoría General de los Sistemas ni conocimientos avanzados de programación.

Con el fin de facilitar la comprensión del método, se usa como ejemplo el software de escritura electrónica habitualmente denominado procesador de textos. Hemos evitado, sin embargo, designarlos con ese nombre ya que el texto es sólo una parte de un tipo especial de escritos, los libros. Nuestra discusión es aplicable tanto a la escritura de prólogos e índices como a la de fórmulas matemáticas, ninguna de las cuales es un texto en el sentido literario.

Este trabajo está organizado del siguiente modo. Se discuten primero los conceptos esenciales a usar: sistemas mecánicos, subsistemas, sistemas dinámicos y sistemas abiertos, niveles y ambientes. No discutiremos aquí la noción general de sistema, para la que el lector interesado puede consultar el libro de von Bertalanffy, sino un concepto más restringido de aplicación directa a la programación: el de sistema mecánico. Se analizan luego los elementos y las relaciones, así como las operaciones básicas y los niveles de un procesador genérico de escritos. Se discuten a continuación las operaciones consideradas deseables en cada nivel y maneras de caracterizar los comandos para facilitar su memorización. Se hace después una discusión de ambientes de trabajo deseables en diferentes aplicaciones, elaborando finalmente algunas conclusiones sobre la utilidad del método propuesto.

Sistemas mecánicos

Un sistema mecánico está constituido por partes claramente diferenciables, los elementos, relacionadas entre sí de algún modo particular, combinación que constituye su estructura. La diferencia fundamental entre un sistema general y un sistema mecánico es que en los últimos los elementos pueden discernirse o definirse con cierta facilidad porque tienen atributos independientes de la existencia de los restantes elementos o de su vinculación con ellos. Además, en los sistemas mecánicos hay un conjunto bien definido de relaciones posibles entre las partes, conjunto que es conocido e independiente del caso particular bajo análisis. En un sistema mecánico, por lo tanto, sólo pueden ser reemplazados los elementos o modificados sus atributos mediante influencias exteriores al sistema. Las relaciones entre elementos, sin embargo, pueden ser modificadas desde el interior del sistema aunque no hayan influencias exteriores (caso de los sistemas cerrados o aislados).

¹ Ludwig von Bertalanffy, *Teoría general de los sistemas*, Fondo de Cultura Económica, México, 1976.

Un ejemplo típico de sistema mecánico es una bicicleta, que está formada por piezas (los elementos del sistema) sujetas entre sí o que pueden girar unas dentro de otras según relaciones bien determinadas. Además, la bicicleta puede desarmarse totalmente sin que las piezas pierdan sus características. En cambio, cuando un electrón se asocia a un protón para formar un átomo de hidrógeno el sistema así formado no es mecánico porque el electrón pierde atributos que tenía cuando era libre y adquiere otros nuevos (propiedades emergentes). Un átomo de hidrógeno no tiene ninguna propiedad en común con las de un electrón y un protón separados, por lo que no es un sistema mecánico, el sistema que forma es más que la suma de sus partes aunque se les agreguen nuevas relaciones.

Determinismo

Otra de las características importantes de un sistema mecánico es que cuando se le aplican influencias externas (estímulos) su comportamiento (respuesta) es totalmente determinista. Éste es el clásico esquema estímulo-respuesta de la psicología conductista de Skinner². Este determinismo no necesariamente existe en los sistemas no mecánicos donde un estímulo puede modificar no sólo relaciones (lo que también sucede en los sistemas mecánicos) sino también elementos (lo que es imposible en sistemas mecánicos de no mediar reemplazos). Como consecuencia de ésto un sistema no mecánico puede responder de manera diferente a dos estímulos idénticos sucesivos (caso del aprendizaje).

El comportamiento de los sistemas mecánicos depende solamente de los estímulos y no de la historia previa del sistema. Los sistemas no mecánicos, en cambio, exhiben en general lo que en Física se llama histéresis y que en el caso del comportamiento humanos podríamos llamar (de modo un poco laxo) aprendizaje: sus respuestas dependen de toda su historia previa. Los sistemas rigurosamente mecánicos no presentan histéresis. Si el ejemplo de una bicicleta rota parece contradecir lo recién afirmado es porque los sistemas mecánicos son idealizaciones donde es esencial la constancia de cada uno de los elementos (violada por la pieza rota).

Subsistemas

Un sistema mecánico puede siempre descomponerse en sistemas más pequeños relacionados entre sí, o subsistemas. Los elementos son los más pequeños subsistemas en que puede descomponerse un sistema mecánico. Esta característica de los sistemas mecánicos es la que los hace pasible de ser estudiados por métodos analíticos, reduccionistas³. Esta misma característica es la que permite el proceso inverso de síntesis sistémica: la construcción del sistema mediante el agregado sucesivo de partes apropiadamente relacionadas (el armado de la bicicleta).

La síntesis sistémica es también posible en los sistemas no mecánicos, sólo que en este caso es mucho más difícil prever cual será el resultado de la vinculación de dos elementos. Esto es algo así como cultivar una semilla y saber si crecerá una zanahoria o un algarrobo, de aquí la importancia práctica de los sistemas mecánicos.

² B. F. Skinner, *Sobre el conductismo*, Edit. Planeta-Agostini, Barcelona (España), 1986.

³ El reduccionismo es un método de análisis de sistemas complejos en el que las propiedades de un nivel (véase más adelante) se explican mediante las de los niveles inferiores.

En la Electrónica, donde los circuitos son sistemas no mecánicos que dependen de la configuración final de todos sus componentes, la introducción de componentes discretos como los circuitos integrados mecaniza sustancialmente la tarea de diseño (la síntesis sistémica), aunque con limitaciones a veces severas.

Sistemas dinámicos

Los sistemas mecánicos que nos interesan no son estáticos sino dinámicos: varían a través del tiempo debido tanto al reemplazo de elementos como a la modificación de las relaciones entre ellos. En el caso del mundo físico las transformaciones se producen naturalmente y sólo en algunos casos pueden ser controladas o simuladas en el laboratorio. En el caso del procesamiento electrónico de datos la evolución se origina en las transformaciones que se producen por la aplicación de operaciones a los elementos y sus relaciones.

Los ingredientes básicos de un sistema mecánico dinámico son, por lo tanto, conjuntos de:

1. elementos independientes con atributos bien definidos;
2. relaciones permisibles entre elementos;
3. operaciones de transformación de elementos;
4. operaciones de transformación de relaciones.

Sistemas abiertos

Los sistemas abiertos son aquellos cuyo funcionamiento depende o está fuertemente condicionado por la interacción con otros sistemas y, por ellos, son subsistemas de un sistema mayor. Tal es el caso del desplazamiento del sistema

bicicleta + ciclista

que requiere de la presencia del suelo; o el de un programa de computación que requiere, para poder efectuar sus cálculos, de datos proporcionados por el usuario.

Procesamiento electrónico de datos

Llegamos así a un concepto crucial: un equipo de procesamiento electrónico de datos (computadora) es un sistema mecánico abierto a la influencia de los estímulos externos del usuario, las operaciones que éste hace sobre los datos preexistentes y el ingreso de nuevos datos, sistema totalmente determinista. Aquí pareciera haber una contradicción pues dijimos que los circuitos electrónicos son típicos sistemas no mecánicos. Lo que sucede en este caso es que en los circuitos usados en las computadoras se "congelan" los elementos y sus relaciones y se normalizan los estímulos admisibles de modo que en condiciones normales de funcionamiento (si se recalientan se "vuelven locos" o se "quemán") tienen características rigurosamente mecánicas.

Del mismo modo, tanto la secuencia de instrucciones (software) que gobierna el comportamiento del equipo como su representación simbólica en un programa escrito (secuencia de operaciones a efectuar) son sistemas mecánicos. Se ve aquí claramente cómo el concepto abstracto de sistema mecánico es aplicable tanto a un sistema físico concreto (la máquina computadora) como a un sistema lógico abstracto (el software).

Como no todos los programas implican cálculos, no usaremos el término **programa de computación** sino **programa de operaciones** o **programa**, a secas. Por la misma razón no hablaremos de computadoras sino de procesadores electrónicos de datos o, para simplificar, procesadores, a secas.

Durante la ejecución de un programa hay un proceso de transformación de los datos suministrados por el usuario. Estos datos, que en el caso de un procesador de escritos forman un documento, también están organizados como un sistema dinámico diferente del programa que los genera y del cual el documento es un producto. Un escritor habituado a usar un procesador de escritos se sentirá seguramente tentado a protestar ante la calificación de "mecánico" dada al proceso de elaboración del texto. Aclaremos por ellos que se producen dos procesos superpuestos: uno intelectual y no mecánico que determina los datos a alimentar y operaciones a hacer sobre el escrito por el procesador; otro mecánico, el procesamiento electrónico de los caracteres introducidos como datos.

Niveles

Otro concepto de especial importancia para el proceso de síntesis sistémica es el de nivel. Previo a su discusión es necesario señalar que es conveniente redefinir los elementos según las características de las tareas (operaciones) que se harán sobre el sistema. En el caso de la bicicleta, por ejemplo, podemos tomar como elementos, en vez de las piezas individuales, subsistemas formados por varias piezas. Así hablamos de las ruedas, del bastidor, del manubrio, del asiento, aunque cada uno de estos elementos de nivel superior esté formado por varias piezas o elementos de nivel inferior. Para diferenciar entre los elementos mínimos y los formados por agrupaciones más complejas, llamaremos elementos básicos a los primeros.

La elección de los elementos más apropiados para el análisis de un sistema es parte esencial del proceso de modelización (simulación de la realidad) constantemente usado en las ciencias. Así, al estudiar los seres humanos (el sistema), un psicólogo considerará como elementos a áreas de la personalidad tales como la afectiva, la cognoscitiva, la inconsciente, la sensorial, dejando de lado aspectos físicos como el color de ojos. Un médico clínico considerará como elementos a los órganos y los estudiará desde el punto de vista de sus funciones (énfasis funcional que es característico de las tecnologías). Un biólogo, en cambio, tomará a los órganos como conjuntos de células especializadas, mientras que al biólogo molecular le interesarán las estructuras de las sustancias constituyentes de esas células y sus propiedades reproductivas y físicoquímicas.

El anterior es un ejemplo del diferente análisis que se puede hacer del mismo sistema según la elección del nivel, de los elementos (conjuntos de elementos básicos) y de las relaciones elegidas para la descripción de su comportamiento, elección que es una modelización. No debe cometerse el error de creer que la estructura de niveles forma el esquema de árbol rigurosamente jerarquizado característico de las taxonomías, ya que puede suceder que lo que es un elemento en un nivel superior tome sólo partes o no tenga ninguna relación con elementos de niveles inferiores.

Un nivel es, por lo dicho, un modo particular y no necesariamente único de elegir los elementos y relaciones (estructura) y transformaciones (operaciones) del sistema de interés en una escala o punto de vista particular. Diferentes niveles no son en

general excluyentes entre sí y puede ser conveniente (como sucede en los procesadores de escritos) usar varios de ellos simultáneamente. El uso de niveles apropiados permite procesar más eficientemente un sistema o representarlo con más facilidad para facilitar su comprensión/explicación.

Ambiente

El último concepto a introducir es el de ambiente, previamente usado en el ámbito educativo⁴. En un ámbito dado hay un conjunto bien definido de elementos, relaciones, operaciones e instrumentos de trabajo, instrumentos que incluyen maneras de representar las estructuras de interés y criterios para su elección. El ambiente contiene lo que en teoría literaria se denomina el contexto, el conjunto de supuestos tácitos o sobreentendidos, habitualmente inconscientes. El contexto es lo que permite comprender una frase como "que cada uno se ubique en su sector", muy diferente cuando se dice en un estadio de fútbol o en un congreso sobre ideologías políticas.

Elementos de un escrito

Los elementos básicos de un escrito con los caracteres: letras, números, signos de puntuación y ortográficos y aritméticos, así como cualquier otro signo usado en la escritura y composición de documentos de cualquier especie, incluidos los explícitamente especificados por el redactor. En los procesadores comunes el número máximo de caracteres es 256, habiendo acuerdo generalizado sólo sobre la definición de los primeros 128 según la norma ASCII (American Standard Codes por Information Interchange). Generalmente todos los caracteres son redefinibles con la excepción de los 32 primeros que están reservados para operaciones de control⁵.

Hay que tener especialmente en cuenta que el espacio en blanco de la máquina de escribir es también un carácter cuyo uso es a veces optativo, a veces obligatorio. Conviene por ello darle un nombre especial en el segundo caso, carácter blanco. Asimismo, el punto y aparte (punto seguido de un retorno del carro de la máquina de escribir) es diferente del punto común o punto seguido con que termina esta oración. En ambos casos es necesario asignarles signos especiales y diferentes.

La relación básica entre dos caracteres de un escrito es la de contigüidad. Dos caracteres se dicen contiguos cuando están colocados lado a lado sin caracteres intermedios. Del carácter que está a la izquierda de otro se dice que lo precede o es anterior (fue escrito antes; del que está a la derecha de otro se dice que lo sigue o es posterior (fue escrito después). Podemos así numerar los caracteres de acuerdo con su orden de precedencia.

Al igual que en una hoja manuscrita, en las pantallas de los procesadores los elementos (caracteres) se agrupan en subsistemas de caracteres contiguos: las líneas horizontales (renglones del manuscrito) cuyo orden de sucesión es de arriba a abajo. Esto nos obliga a ampliar las relaciones de contigüidad de la siguiente manera: el carácter anterior al primer carácter de una línea es el último carácter de la línea anterior; el carácter posterior al último carácter de una línea es el primer carácter de la línea

⁴ J. Alegret, E. Chena, R. Santinelli y C. E. Solivérez, *Red conceptual en Informática Educativa*, congreso Usuaría, 1987.

⁵ Ésta era la norma DOS en el momento de escritura de este texto, hoy largamente superada.

siguiente. Nótese que usamos para las líneas (elementos de nivel superior) las mismas relaciones de contigüidad que para los caracteres (elementos básicos) salvo que el orden es ahora de arriba hacia abajo en vez de izquierda a derecha. La única precaución que debe tenerse es la de no confundir la línea visualizada en la pantalla (línea de pantalla) con la línea que se escribe con una impresora (línea de impresión), ya que las dos son en general diferentes.

Los subsistemas naturalmente formados por las líneas de escritura, de pantalla y de impresión son respectivamente el escrito, la página de pantalla y la página de impresión. Nótese que la página de pantalla es sólo el conjunto de líneas que se visualiza simultáneamente, el que puede variar con la resolución del monitor⁶.

Operaciones sobre escritos

Hay dos tipos de operaciones básicas: las que modifican caracteres (operaciones sobre elementos) y las que modifican la ubicación de caracteres (operaciones sobre las relaciones de contigüidad). Para hacer las operaciones se usa un señalador, el cursor, que identifica el elemento o lugar al que se aplicará la operación.

La operación más simple de modificación de caracteres es el reemplazo del carácter donde está el cursor por otro. La operación se realiza pulsando la tecla correspondiente al nuevo carácter, luego de lo cual el cursor se desplaza automáticamente a la siguiente posición de pantalla. A diferencia de la máquina de escribir, el procesador puede reemplazar caracteres pero no superponerlos. Recordemos que cuando se inicia la escritura la pantalla no está vacía sino llena del carácter blanco, de modo que el proceso normal de escritura en pantalla es una operación de reemplazo de caracteres.

Una operación menos trivial es la redefinición o creación de nuevos caracteres, vital, por ejemplo, para los usuarios de países que tienen la costumbre de cambiar periódicamente el signo monetario. Estos caracteres deberían poder ser archivados y estar disponibles para su uso inmediato al iniciar el procesamiento de textos. Esto permitiría disponer de procesadores adaptados a las necesidades especiales de cada usuario. Como hay 128 caracteres disponibles además de los de uso corriente, es viable pensar en archivos de signos especiales para Matemática, Física, Química, Fonética...

Señalamos aquí que es recomendable la identificación del cursor mediante un señalador titilante, ya que de esa manera se lo ubicará fácilmente cualquiera sea su posición en la pantalla. Esto se debe a la propiedad del campo visual periférico de ser especialmente sensible a las variaciones luminosas, hecho que puede verificarse mirando una pantalla de televisión con el rabillo del ojo. Este es un ejemplo simple de adaptación de las características de los procesadores a las humanas que debería multiplicarse para todos los sentidos.

Enumeramos a continuación las operaciones básicas sobre grupos de caracteres.

⁶ Los procesadores de escritos actuales han eliminado la distinción entre líneas de escritura y líneas de pantalla.

- **Eliminación:** reemplazo del carácter bajo el cursor por el carácter contiguo por derecha y consiguiente desplazamiento de todos los que le siguen que son anteriores al primer punto aparte.
- **Inserción:** escritura de un carácter bajo el cursor y consiguiente reemplazo de cada carácter a la derecha del cursor por su primitivo contiguo por izquierda, proceso que se continúa hasta el primer punto aparte.
- **Retroborrado:** eliminación del carácter a la izquierda del curso y retroceso de este último. Como uno de los errores mecanográficos más comunes es la trasposición de letras, tal como escribir *praa* en vez de *para*, sería de pespecial utilidad la inclusión de la operación que sigue.
- **Permutación:** intercambia el carácter bajo el cursor con el que está a su izquierda.

Es un buen ejercicio para el lector el análisis de los procesos resultantes cuando en las operaciones antes descritas se reemplazan los caracteres por palabras y párrafos. La generación de nbuevas ideas mediante este tipo de ejercicio es parte importante del enfoque aquí propuesto.

Organización en niveles de un procesador de escritos

Discutimos en esta sección los niveles que consideramos conveniente introducir y los elementos y operaciones correspondientes.

Si bien los caracteres son los elementos básicos de un escrito, desde el punto de vista semántico las unidades naturales son las palabras. No todos los grupos de caracteres que escribimos son palabras, sea porque cometemos errores tipográficos u ortográficos o porque escribimos fórmulas u otras expresiones simbólicas. Para operaciones como la justificación de márgenes un procesador de textos no necesita diferenciar entre grupos de caracteres con o sin sentido; ésto es necesario, en cambio, para separar las palabras, corregir acentos y errores de ortografía. Es, por lo tanto, conveniente introducir un elemento de nivel superior que llamaremos blabla.

Un blabla es el conjunto de caracteres contiguos comprendidos entre dos espacios y/o signos orrográficos sucesivos. Son blablas *qwerty* y *perro*, pero el segundo es también una palabra. *xyz, %+3* está compuesta por las blablas *xyz* y *%+3*, separados por una coma y un espacio. Es útil definir a las blablas como elementos de segundo nivel de un procesador de textos.

Es inmediato ahora extender al segundo nivel las relaciones, subsistemas y operaciones del primer nivel. Las relaciones de contigüidad de las blablas son las mismas que las de los caracteres, y también forman los subsistemas de líneas y páginas (de escritura, pantalla e impresión).

Las blablas que no son palabras, como *134125*, *\$100* y *10 km* son en general inseparables (nótese que la última contiene un espacio en blanco obligatorio). Las palabras, en cambio, pueden ser separadas de modo que una parte (seguida de un guión o con su último carácter subrayado) esté al final de una línea y el resto al comienzo de la siguiente. A diferencia del idioma inglés donde la separación de palabras involucra consideraciones semánticas, en el idioma castellano las reglas de separación son fijas e inequívocos y se las puede expresar como algoritmos para procesadores, aunque requieren la especificación previa de los acentos gráficos.

Para que las blablas sean útiles es necesario poder escribir las más frecuentes usando comando simples, tales como pulsar una sola tecla. Las teclas definibles son particularmente apropiadas para este fin, ya que no es dable esperar que hayan en un texto muchas palabras muy frecuentes. Decimos que una tecla es una tecla macro cuando al pulsarla se escribe más de un carácter.

La operación de reemplazo de un carácter por otro se transforma en este nivel en la búsqueda de una blabla prefijada y su consecuente reemplazo. Esta operación es útil para fines tan disímiles como hacer correcciones ortográficos o análisis estilístico de textos.

Las operaciones sobre el cursor son ahora las siguientes traslaciones: al blabla precedente, al blabla siguiente, al blabla superior, al blabla inferior, al primer blabla de la línea, al último blabla de la línea, al primer blabla de pantalla, al último blabla de pantalla, al primer blabla del escrito, al último blabla del escrito, a un blabla prefijado.

Son de interés todas las operaciones sobre grupos de blablas análogas a las hechas sobre caracteres: eliminación, inserción, retroborrado y permutación (por ejemplo, transformación de *la buena gente* en *la gente buena*).

Desde el punto de vista semántico, es en este nivel donde debe facilitarse la consulta de un diccionario.

En el mismo espíritu, conviene definir como elementos de tercer nivel a las oraciones. Una oración es el conjunto de blablas comprendidos entre dos puntos sucesivos, no importando si cada punto es seguido o aparte.

No parece de interés asignar oraciones a teclas macro. En todo caso, ello podría hacerse definiendo conjuntos de blablas unidas por blancos. Estas mismas consideraciones con válidas para las búsquedas de oraciones prefijadas.

Las operaciones de interés sobre el curso son ahora solamente las traslaciones siguientes: a la oración anterior, a la oración posterior, a la primera oración de la pantalla, a la última oración de la pantalla, a la primera oración del escrito, a la última oración del escrito, a una oración prefijada.

Resultan de interés todas las operaciones sobre oraciones análogas a las hechas sobre caracteres, como la permutación. Desde el punto de vista morfosintáctico es en este nivel donde debe facilitarse la consulta de una gramática.

Puede definirse un cuarto nivel, el de fragmento. Los elementos de este nivel pueden ser párrafos (unidades temáticas), secciones o párrafos, capítulos u otras partes del escrito. También, cualquier fragmento del escrito comprendido entre delimitadores adecuados. Los elementos de este nivel son, por ello, variables, y semánticamente es conveniente que contengan a los niveles inferiores: los párrafos están formados por oraciones, las secciones por párrafos, los capítulos por secciones.

Dejamos al lector el análisis de las operaciones de interés en este nivel. Destacaremos solamente que la asociación de una tecla macro a un fragmento, junto con las operaciones de inserción y eliminación de fragmentos, facilita su copiado y traslación desde y a cualquier parte del escrito.

Los cuatro niveles discutidos hasta el momento corresponden a las tareas de redacción de textos, de las que la corrección es parte inseparable. Es incorrecto llamarlas tareas de edición, como habitualmente se traduce el término *edit*. Esta palabra inglesa tiene dos acepciones diferentes: a) redactar; b) hacer la composición tipográfica, preparar para imprimir. La palabra castellana *editar* corresponde exclusivamente a la segunda acepción. Como en el ámbito escolar *composición* se usa como sinónimo de *redacción*, acepción claramente diferente de la usada en tipografía, usaremos la nomenclatura que no induce a errores que damos a continuación:

- Redacción: engloba todas las tareas de escritura y corrección de caracteres y su agrupamiento en párrafos, palabras, líneas y páginas de pantalla.
- Edición: composición de las líneas y páginas de impresión, elección de tipos de letras, encabezados, colocación de gráficos y determinación de todas aquellas características, como los tamaños de página y sus márgenes, que tendrán los impresos.
- Impresión: el proceso final de transformación en un impreso de los caracteres almacenados por el procesador, a través de un dispositivo apropiado de impresión.

El quinto y último nivel que proponemos es el de las tareas de edición e impresión del escrito. Conviene aquí usar la jerga tipográfica de modo de crear un ambiente de verdadera imprenta, donde se proporcionarán útiles que permitirán hacer, aunque sea a nivel elemental, la revista o el periódico escolar.

Las operaciones básicas de edición son la determinación de los tipos y tamaños de letra (lo que denota el término inglés *font*, cuya traducción por *fuerza* más que un barbarismo es una barbaridad,) superposición de caracteres, generación de gráficos, palabras en negrita y subrayadas, longitud de la línea de impresión, sangrías (el término castellano de la operación de colocar sangrías es *sangrar*, no *indentar*), justificación del margen derecho, separación de palabras, fijación del número de líneas por página y su separación, cambios de página, numeración de las páginas, centrado de títulos y todos los comandos que gobiernan el dispositivo de impresión, en especial el correspondiente a la resolución.

Señalaremos finalmente que un grupo de operaciones común a todos los niveles es el de archivado de los escritos. Llamamos **archivo** a cualquier escrito almacenado en un dispositivo auxiliar apropiado, sea éste una memoria auxiliar permanente, cinta, disco magnético u óptico, página impresa, etcétera. **Archivador** o **ficher** es el mueble o recipiente donde se colocan los archivos y **archivado** es el proceso de guardar archivos.

Consideraciones pedagógicas

A lo largo de las secciones anteriores hemos tratado de demostrar cómo, mediante un enfoque sistémico, se puede hacer la síntesis de un tipo particular de software, el procesador de escritos. Se parte para ello de la identificación de los componentes básicos de la tarea que se quiere hacer con el software (elementos, relaciones, transformaciones, operaciones) y de las representaciones con que se cuenta para ello.

En esta primera etapa es particularmente importante explicitar los presupuestos (ambiente) implícitos en la tarea. En el caso de un ambiente de escritura, lo que no se da en un ambiente de dibujo, es que el carácter siguiente siempre se escribe a la dere-

cha del que se terminó de escribir. Esto fija el desplazamiento del curso para prepararse para la siguiente operación más probable de hacerse, la escritura de un nuevo carácter, y no (por ejemplo) el borrado del anterior. En el caso de la escritura de fórmulas matemáticas, donde hay numeradores y denominadores, puede ser útil anular o modificar este desplazamiento automático.

Parte de un buen aprendizaje, aunque no la más importante, es automatizar ciertos comportamientos facilitadores de la tarea a hacer. En el caso del software didáctico, esta facilitación se logra presuponiendo ciertos valores u operaciones (lo que en inglés se denomina elegirlos *by default*). Cada conjunto particular de presupuestos crea un ambiente diferente.

El objeto de introducir una secuencia apropiada de ambientes es doble. En primer lugar hacer al software más amigable mediante la posibilidad de que el usuario seleccione uno apropiado a sus intereses y nivel de destrezas y saberes. En segundo lugar, permitir una adecuada gradación de las dificultades (contenidos y destrezas previas requeridos) de modo de facilitar el proceso de aprendizaje. Esto permite un proceso de enseñanza-aprendizaje personalizado en el que cada uno puede elegir el ambiente en el que se siente más cómodo y cambiarlo libremente cuando lo considere necesario. Debería ser obvio que no requieren o aceptan el mismo ambiente de escritura un alumno de primaria, una secretaria y el editor de un periódico escolar.

A lo largo de todo este trabajo he tenido particular cuidado en seleccionar un vocabulario apropiado para una discusión rigurosa del tema. Considero que ésto es de particular importancia porque el lenguaje es el instrumento que usamos para reflexionar y operar sobre nuestras ideas, pero también es nuestro medio de comunicación con los demás. Es por eso necesario respetar los códigos que convierten los datos (blabas) en información (palabras y oraciones); es decir, respetar el idioma castellano. Si las palabras necesarias no existen, vale usar las extranjeras como *byte* o inventar otras nuevas como *octeto*, y será el tiempo el que convalidará o no su uso. Lo que no debería ser válido es inventar palabras nuevas cuando la adecuada ya existe, o cambiar el significado de palabras preexistentes, hecho muy frecuente en la literatura informática.

Estas consideraciones no implican que el lenguaje riguroso deba ser usado en todas las etapas del proceso de enseñanza-aprendizaje. Las palabras son instrumentos que no sólo facilitar sino también moldean nuestra manera de pensar, como tan bien señalara Mac Luhan en su aforismo *el lenguaje es el medio*⁷. El lenguaje, uno de los principales determinantes de un ambiente, debe ser el apropiado a cada etapa del aprendizaje, usando los ejemplos concretos o las metáforas apropiadas⁸. La guía pedagógica en este caso es que la mente avanza de lo particular a lo general, de lo concreto a lo abstracto, de lo familiar a lo desconocido.

Parte importante de la creación de un ambiente apropiado en un programa de computación es la posibilidad de tener una variedad de vocabularios prefijados y otros definibles a voluntad. Así, podríamos usar el más específico *cuaderno*, en lugar

⁷ Marshall Mac Luhan, *La galaxia de Gutenberg*, Planeta-Agostini, Barcelona (España), 1986.

⁸ Carlos E. Solivérez, *Uso de metáforas en la enseñanza: aplicación a la computación*, Primer Congreso Iberoamericano de Medios y Estrategias no Convencionales en Educación, Universidad de Belgrano, Buenos Aires (Argentina), 1984.

del más genérico *archivo* al trabajar con alumnos primarios, y *mecanografiar* en vez de *escribir* cuando estemos en un ambiente de oficina.

El concepto de nivel permite reducir al mínimo los requerimientos de memorización y promover el proceso de abstracción que significa transferir las operaciones de un nivel a otro superior. Así, las operaciones de reemplazo, eliminación, inserción, retroborrado y permutación se usan en casi todos los niveles, pero pueden ser aprehendidas practicándolas en todos los niveles desde el inferior. Los comandos pueden entonces consistir en dos letras (como de manera frustrada se intenta hacer en el procesador de escritos Wordstar), la primera caracterizando el nivel y la segunda la operación, o viceversa. Si hay, por ejemplo, 5 operaciones idénticas en 4 niveles diferentes, se tendrían $4 \cdot 5 = 20$ operaciones diferentes a memorizar. De la manera sugerida, se tendrían solamente 9, 4 de nivel y 5 de operación. Cuando el número de operaciones y niveles aumenta, se obtienen diferencias muy significativas en la carga que se impone a la memoria (que a corto plazo no puede memorizar mucho más de 5 objetos nuevos, como establece la regla experimental de Miller).

El uso apropiado de ambientes y niveles, unidos a la posibilidad de hacer consultas, permiten que un software pueda ser usado con la máxima facilidad, aunque no se haga uso frecuente de él. Es decir, lo hace amigable.

Conclusiones

A lo largo del escrito se desarrolla una metodología sistemática para la creación de software educativo, que he designado con el nombre de síntesis sistémica. Esta metodología está compenetrada de una visión constructivista del proceso de enseñanza-aprendizaje, similar a la sustentada por Piaget en sus estudios sobre el desarrollo de la inteligencia⁹, que incorpora también los aspectos sociales del ambiente y la comunicación.

San Carlos de Bariloche, 17 de marzo de 1988.

⁹ Jean Piaget, *Psicología de la inteligencia*, Psique, Buenos Aires (Argentina), 1979.