

Los microordenadores ¿profesores del mañana?

Por Jesús GARANTO ALOS

Desde aquellos tiempos, desgraciadamente no muy lejanos, en que uno de los axiomas en el aula era «la letra con sangre entra» (axioma que se explicitaba en una variopinta gama de recursos punitivos que eran aplicados, en muchas ocasiones, de forma indiscriminada y arbitraria y que no conducían a una incentivación del aprendizaje); desde aquellos tiempos, decimos, los investigadores pedagógicos —los teóricos del laboratorio y los prácticos del aula— no han escamoteado esfuerzos para, profundizando en el conocimiento del ser humano, en los mecanismos rectores de su conducta y la utilización de los avances tecnológicos, incidir de una forma más **efectiva, personalizada y racional** en la construcción del ser humano aumentando la eficacia del acto pedagógico.

Aunque todavía existen los «**artesanos de la enseñanza**», en el sentido de que o bien porque no disponen de medios o porque no son partidarios de incorporar a su bagaje psicopedagógico los cambios e instrumentos que la evolución cultural y tecnológica aportan, es esperanzador el panorama global que presentan varias generaciones de maestros y educadores que viven con inquietud y compromiso creador la aventura de la construcción del ser humano. Abiertos, por lo tanto, a todo cambio e innovación de medios y contenidos que redunden en pro de un desarrollo más integral del ser humano. Abiertos, por lo tanto, a todo cambio e innovación de medios y contenidos que redunden en pro de un desarrollo más integral del ser humano.

El siglo XX pasará a la historia como la fase histórica en la que la **tecnología** ha aportado contribuciones decisivas a través de su incursión en distintos ámbitos del saber y de la vida. Y uno de esos ámbitos es, precisamente, el de la enseñanza. Si bien hay que anotar que dicha incursión se está realizando con timidez, ya sea por lo novedoso de los cambios, por los recelos que suscita la presencia de la «máquina» en la transformación de la enseñanza o bien por la precariedad económica de los presupuestos tanto para la investigación como para la aplicación de todo aquello que en otros países (Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Bélgica, Francia,... etc.), tiene solera y eficacia comprobadas. (Una clara verificación de esta última información podemos comprobarla revisando los numerosos trabajos publicados en la revista «Educational Technology» con veinte años de existencia boyante).

Y decimos que suscita recelos en los profesionales de la enseñanza porque, entre estos, hay quienes temen que la «máquina» vaya a suplantarles en su tarea y si el paro en este sector societario es ya alarmante, la amenaza sería mayor si los medios tecnológicos irrumpieran masivamente en el aula; hay quienes también piensan que dicho fenómeno llevaría al hombre a vivir dependiente de la máquina y en definitiva a convertirle en máquina, a deshumanizarle, al impedir ésta una relación pedagógica personalizada.

Pensamos que no tiene ningún sentido en la actualidad mantener la filosofía que subyace en el dicho «más vale malo conocido que bueno por conocer», en primer lugar

porque ello denota una concepción empobrecedora del ser humano y sus posibilidades que, en lugar de fomentar la creatividad y el óptimo desarrollo del mismo ser humano, fomenta la pasividad y el empobrecimiento del mismo y de la tarea educativa, no admisibles en una pedagogía que quiere ser dinámica y abierta al futuro. En segundo lugar no tiene sentido tal filosofía porque es un hecho imparable el de la incursión progresiva de la tecnología en la tarea educativa.

La **presencia de calculadoras y microordenadores** en manos de alumnos de EGB, BUP y estudiantes universitarios es cada vez más abundante. Ante este hecho, cada día más acentuado, no cabe cerrar los ojos para ignorarlo y menos aún reprimirlo. Es preciso afrontarlo, analizando sus pros y contras y encauzar constructivamente lo que un día puede desbordarse caóticamente.

Pero antes de abordar más específicamente el tema que nos ocupa recuperemos, aunque sea a grandes rasgos, algunos trazos de la reciente historia.

LA ENSEÑANZA PROGRAMADA Y LAS MAQUINAS DE ENSEÑAR

Según Montmollin (1966, 19) se entiende por enseñanza programada «un método pedagógico que permite transmitir conocimientos sin la mediación directa de un profesor o un monitor, respetando las características de cada alumno considerado individualmente» o como nos refiere Pocztar (1973, 8) «Para el profesor Gange, de la Universidad de Berkeley, la enseñanza programada consiste en la creación de modelos didácticos en que se toman en cuenta los comportamientos iniciales y finales del alumno, cuyo progreso está planificado y detallado, y estos modelos son tales que las estrategias se calculan durante su aplicación».

Es en la década de los cincuenta cuando se produce el mayor auge de la investigación y desarrollo de la enseñanza programada. El resorte motivador es la imperante necesidad de adaptar la enseñanza a cada ambiente y persona concreta para, a través de una **reorganización del material temático y una presentación secuencial adecuada y controlada, potenciar un aprendizaje más eficaz que exija la participación activa del alumno, al tener que responder a los materiales que le son presentados en las distintas secuencias controladas.**

Puede señalarse que ya Thorndike y Gates (1912) fueron los adelantados de la enseñanza programada, no porque la iniciaran sino por preveer su necesidad desde sus aportaciones de la «ley del efecto».

Pressey (1926) es quien, en medio de un mundo no preparado para ocojer sus métodos y técnicas, describe y presenta una máquina para aplicar, corregir y puntuar los tests. Tests que estaban compuestos por **preguntas de elección múltiple** a las que el estudiante debía responder una vez estudiado el tema. Si el estudiante acertaba con la respuesta elegida, la máquina le presentaba la siguiente pregunta. Si, por el contrario, la respuesta no era correcta la máquina volvía a presentar la misma.

Sin lugar a dudas, tal procedimiento informaba de forma inmediata al estudiante de su acierto o error. Ello conlleva un aprendizaje y rendimiento de los estudiantes así examinados mayores de los que lo hacían de forma tradicional.

Ya en los años cincuenta, **Skinner** (1954), tras haber experimentado minuciosamente con animales —fundamentalmente palomas— lo que vino en llamarse el condicionamiento instrumental u operante en el que adquiere relevancia el tema del **refuerzo**, llegó a apuntar que la forma óptima de enseñar a los estudiantes las tareas académicas debía tener en cuenta la **división del material a aprender en pequeñas unidades** para que las respuestas correctas del alumno puedan ser inmediatamente **reforzadas**, recompensadas, asegurando así que el estudiante proporcionara las respuestas deseadas. Con ello, Skinner, estaba aplicando la «ley del efecto» de Thorndike que señalaba: si a una conducta determinada le sigue una recompensa (y la recompensa puede ser, en este caso, hacer saber al estudiante que está aprendiendo con éxito), aumenta la posibilidad de que dicha conducta aparezca de nuevo. Ciertamente, como nos señala Pocztar (1973, 50) «La idea de una fragmentación de la información, de una división en pequeñas partes de su contenido destinado a enseñar, no está inspirada en las exigencias de la Cibernética, como habitual-

mente se dice, sino en la necesidad de lograr un óptimo rendimiento a través de la multiplicación de refuerzos».

El refuerzo inmediato, organizado y continuo es el encargado de modelar paulatina y progresivamente el aprendizaje. El estudiante puede controlar su ritmo de aprovechamiento, participar activamente al tener que responder a determinados estímulos en el momento que le son presentados, seguir su propia dinámica personal sin verse fracasado por el método del nivel único tan frecuente, incluso en la actualidad, para las clases tan abarrotadas de estudiantes que impiden el seguimiento minucioso y personal de cada uno de ellos. En el planteamiento skinneriano el estudiante debe dar la respuesta correcta antes de seguir adelante. Parece claro que el interés del alumno se mantiene al proporcionar él la respuesta que actúa de refuerzo.

Las secuencias de material eran seguidas por una pregunta a la que el estudiante respondía de forma personalizada, es decir, era el estudiante quien debía elaborar y formular la respuesta en lugar de seleccionarla entre las múltiples que se presentaban, como sucedía en la máquina de Pressey. A sus programas se les ha llamado **lineales o secuenciales**.

Otra de las figuras en este incipiente método didáctico es **Crowder** (1961, 286-298). Propuso, difiriendo de Skinner, la alternativa de la **programación intrínseca**, por otros llamada **ramificada o polisecuencial**, en la que la secuencia de la programación está en función de las respuestas efectuadas por el estudiante, que debe escogerlas de entre varias de las posibles propuestas. Así, si la respuesta es correcta se le confirma en el acierto y éste puede continuar, con lo cual pasa por alto una serie de cuestiones intermedias (correctivas) a las que tendría que responder en el caso de haber contestado incorrectamente.

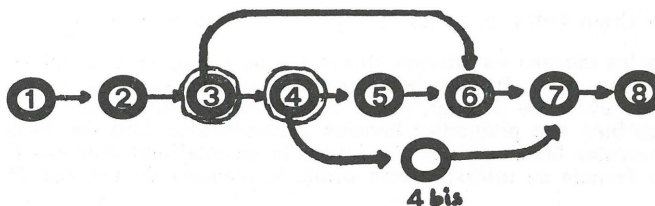
Crowder pensaba también que los errores no eran inútiles ya que éstos facilitaban información sobre la falta de dominio del estudiante en relación a determinados temas y conceptos.

En los programas ramificados de Crowder se aprecia claramente que para cada alumno puede establecerse un camino determinado de aprendizaje, en función de sus aciertos, errores o ignorancias sucesivas. (En el libro, ya citado de Pocztar (1973) se encuentran algunas ejemplificaciones clarificadoras de los programas lineales de Skinner (p. 58) y del ramificado de Crowder (p. 71).

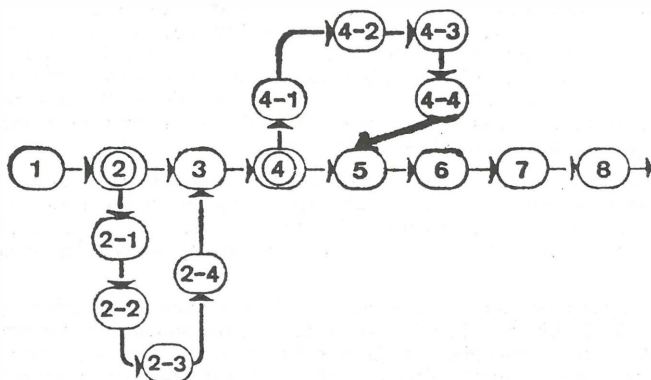
Como señalan Leith (1966), Leith y Hope (1965) ambos tipos de programaciones son útiles: el **lineal** puede dar mejores resultados en aquellos alumnos que cursan primera enseñanza y son menos capacitados. Por otra parte Elley (1966) señala que los **programas ramificados** resultan ser mejores para la enseñanza de conceptos, mientras que los lineales lo son para la enseñanza de los hechos, para la memorización de los mismos y así puede afirmarse que los ramificados son más aptos para niños mayores y adultos y los lineales para aquellos casos en que la elaboración de conceptos no es halagüeña.

Anotaremos finalmente siguiendo a Pocztar (1973, p. 81-83) que una modalidad de la programación lineal, emparentada con la ramificada, que permite acelerar o disminuir el ritmo de aprendizaje es el **Skip-Branching** (de derivación). Dicha modalidad de programación nos la representa el mismo Pocztar en los gráficos que anotamos a continuación (p. 82):

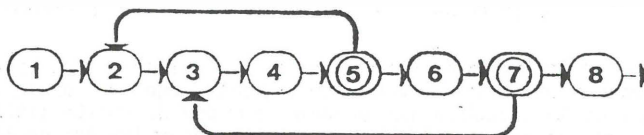
Para aquellos alumnos hábiles e impacientes el diagrama de programación más adecuado es el que presenta caminos rápidos:



Por el contrario, para los que caminan más lentamente o que no siguen el ritmo normal del grupo, se establecen unos circuitos más lentos que les permiten afrontar la temática a trabajar de una forma más accesible:



Y para los que, con el afán de avanzar lo más rápidamente posible confían excesivamente en sus posibilidades llegando a «descarrilar», se establecen unas secuencias de recuperación:



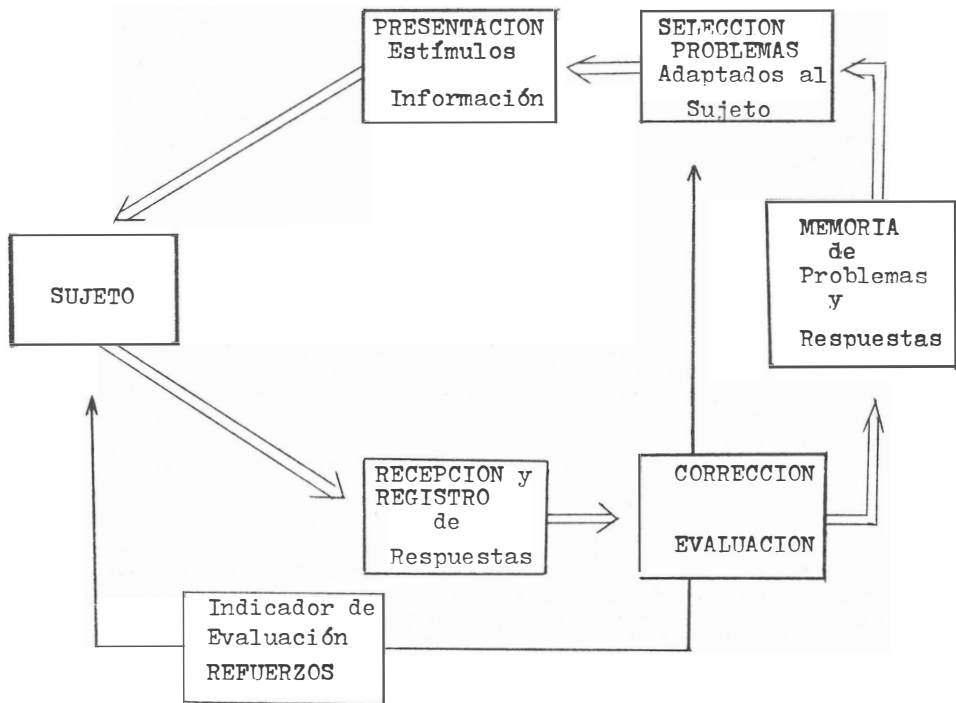
Acerca de la efectividad de unos u otros programas no entramos a ponderarlo. Sí queremos anotar con Apter (1976, p. 30, 49) algunas de las aportaciones decisivas de la enseñanza programada: mantiene al alumno activo frente a la pasividad de muchas clases, proporciona una enseñanza individualizada (p. 47), procura una rapidez en la retroalimentación, posibilita una buena planeación, no automatiza sino que, por el contrario, permite «sustituir al maestro en la parte monótona del trabajo diario, proporcionándole más tiempo y energía para conocer mejor a sus alumnos, para llegar a ser un experto en las materias que enseña, para poder dedicarse a las necesidades especiales de los estudiantes que lo necesiten y, en general, para alcanzar los objetivos de la educación en su sentido más amplio o en lugar de dedicarse sólo a la instrucción» (p. 49).

Como hemos apuntado en algún momento, con la enseñanza programada aparecieron, aparte de los libros programados para distintas materias o niveles de instrucción, las **máquinas de enseñar** (ya había transcurrido mucho tiempo desde que Pacal introdujera en 1642 la máquina de sumar o Leibniz en fechas similares la de multiplicar) no como elemento clave de la enseñanza, sino como accesorio auxiliar de programa, del contenido o como señala Cram (1973, p. 8) como «mantenedor del programa».

La gama de las mismas es enorme, desde las más simples que únicamente presentan informaciones hasta las más complejas que cubren una gama mayor de exigencias. La máquina de Pressey, la de Skinner, la del tipo Crowder cubren cada una de ellas su objetivo utilizando bien sea programas lineales o ramificados. Una de las que utiliza indistintamente programas lineales y ramificados es la de Sheffield. Audouin (1974, p. 69) nos refiere que en Francia se utilizan, entre otras, la máquina de enseñar Philips 9000 y la Sintra Mitsi.

No nos detenemos en traer aquí una larga lista de máquinas de enseñar ya que fácilmente pueden encontrarse en cualquier manual de enseñanza programada o de Tecnología de la Educación (ver por ejemplo Montmollin - 1976, p. 102-108).

Si queremos, antes de proseguir, anotar esquemáticamente las distintas funciones que han de desempeñar las máquinas de enseñar:



IRRUPCION DE LA INFORMATICA Y AVANCES TECNOLOGICOS

No cabe la menor duda de que la tecnología ha aportado y sigue aportando al hombre infinidad de máquinas que le ayudan a simplificar las informaciones y tareas, cada vez más abundantes y complejas, generadas por la creciente complejidad de la vida societaria. Con ello la presencia de la «máquina» en las tareas diarias está haciéndose indispensable.

Es tan vertiginoso el aumento en la producción de información que en muchas ocasiones dificulta y llega a entorpecer una adecuada y ordenada absorción y procesamiento de la misma. De ahí que en la última década haya cobrado solera la **ciencia informática** (ciencia del tratamiento racional y automático de la información). (Estudia los métodos para transformar la información, constituida por la yuxtaposición de símbolos cuyas agrupaciones representan convencionalmente hechos, objetos o ideas, y los mecanismos que permiten realizar estas transformaciones, a fin de aplicar —con la ayuda de los **calculadores electrónicos, ordenadores, computadoras**, etc., (el subrayado es nuestro)— estas técnicas en todas las actividades humanas, científicas, industriales, etc. (1).

(1) «Informática», Gran Enciclopedia Larouse, Planeta, Barcelona, 1976. T. 5.º, p. 1.030.

Para facilitar la parte molesta de cálculo surgieron, en el devenir de los tiempos, numerosas máquinas comenzando con la construida por Wilhem Schikard en 1624 (compuesta por ruedas dentadas y que posibilitaba sumar, restar y retener cantidades) hasta la creada por Haward Aiken en 1944 (Automatic Sequence Controlled Calculator, más familiarmente conocida por Mark I) con unas dimensiones desorbitantes (18 m. x 2,50 de altura), siendo la «primera calculadora electrónica».

La válvula electrónica, los transistores (1960) y los circuitos integrados (1965) han hecho posible, de forma sucesiva, que aparecieran nuevas y más complejas máquinas que permiten almacenar y procesar la información en todos los ámbitos científicos ya sean económicos, sociológicos, médicos, educativos, etc.

No podemos pasar por alto que, junto a las preciadas aportaciones de la tecnología, el surgimiento de los ordenadores fue posible por la contribución de grandes teóricos como Boole (s. XIX) con su álgebra de clases desarrollada originariamente para el estudio de la lógica y siendo el fundamento de los diseños básicos del ordenador. Más recientemente Norbert Wiener (1954) introductor de la Cibernética y Claude E. Shannon (1948) que entre otras cosas aportó el concepto de **código**, pueden ser considerados como potenciadores de la nueva corriente informática.

IRRUPCION DE LOS ORDENADORES EN LA ENSEÑANZA

Los alumnos, el maestro y los libros han sido tradicionalmente los pilares fundamentales del sistema educativo. Pero ya por los años sesenta cobra auge la corriente pedagógica de la **enseñanza programada asistida por ordenador** (CAI: Computer-Assisted instruction) (Couson, 1962) lo que, podríamos decir, supone la mayor innovación en la enseñanza desde la introducción del libro impreso en el aula. La terminología utilizada para designar tal fenómeno es muy variada como podemos comprobar en la síntesis que nos ofrece Salisbury (1971, p. 35) con la recopilación de 21 expresiones distintas.

James Finn (McBeath, 1972, p. 207) nos describe en 1960 los primeros resultados esperanzadores de la investigación sobre la Instrucción Asistida por Computador llevada a cabo con ciertos sujetos y en determinadas circunstancias, aunque no se precisen éstas, señalando al mismo tiempo la existencia de **actitudes positivas** de los estudiantes hacia el CAI, extremo, este último, confirmado posteriormente por Mathis, Smith y Hansen (1970), Magidson (1978) entre otros.

De igual forma en diversos estudios llevados a cabo por Suppes y Morningstar (1969) con el Ruso y la biología, por Bitzer y Alpert (1970) en ciencias médicas, por Allen (1972) con el estudio del Alemán y Árabe, por Magidson (1978) con el Inglés y la biología, Menis, Snyder y Ezra Ben-Kohav (1980) con las matemáticas, Engel y Andriessen (1981) con el Holandés y en Inglés, los resultados obtenidos han sido muy positivos y alentadores (una amplia revisión de experimentos de este tipo puede encontrarse en Roberts (1980). Resultados positivos que consideramos irán aumentando al perfeccionarse los ordenadores (Hardware) y los programas (Software), así como por el mayor conocimiento de los mecanismos y procesos existentes en la «caja negra» skinneriana (Ashby, 1956), llamadas comúnmente variables intermedias, intervinientes entre el Estímulo y la Respuesta en los seres humanos (McCorquodale y Meehl, 1948, p. 95), (Bunge, 1972, p. 53), (Tous, 1978) y que ya curiosamente fueron tenidos en cuenta por Donders (1886) al estudiar con numerosos experimentos la actividad mental en términos de estadios de procesamiento entre el estímulo y la respuesta (Detección, Reconocimiento, Selección de la Respuesta). Planteamientos de Donders que cayeron en el olvido hasta ser recuperados y continuados por Sternberg (1969) en los años sesenta. Más concretamente Suppes, Hyman y Jerman (1967) son los que se han preocupado directamente de estudiar y experimentar diversos modelos de conducta, averiguando cuál de ellos puede ser más incisivo y beneficioso para el aprendizaje asistido por computadora.

El primer intento bien documentado de utilización del ordenador para la instrucción se lleva a cabo en la Universidad de Stanford en 1964, (Atkinson y Hansen, 1966). El segundo proyecto importante se desarrolla en la Universidad de Illinois con el nombre de

PLATO (Programmed Logic for Automatic Teaching Operation) (Obertino, 1974), proyecto que ha ido incrementándose paulatinamente y, por ejemplo, en su fase cuarta (Plato IV) (Armsey, 1975) preveía la instalación de unas 2.000 terminales una de las cuales se localiza en la Escuela de Medicina de la Mercer University (Jenkins y Dankert, 1981). En la misma Universidad de Illinois surge el proyecto SOCRATES (System for Organizing Context to Review and Teach Educational Subjects).

Omitimos seguir mentando la infinidad de sistemas y experimentos llevados a cabo fundamentalmente en Estados Unidos. Estos, fácilmente pueden encontrarse por el lector interesado en la revista Educational Technology. De los sistemas que inicialmente, primeramente se implantaron puede encontrarse documentación en Garner (1966).

Con la irrupción de los ordenadores la «máquina» tradicional se ha visto superada con creces en la tarea didáctica. Sus aportaciones y ventajas se mantienen pero optimizadas al máximo y por supuesto con mucha más sofisticación y rapidez procesual.

Si bien puede apreciarse que los pioneros y adelantados en la Enseñanza Asistida por Ordenador son los Estados Unidos, no por ello debemos olvidar los esfuerzos que, en la actualidad están llevando a cabo Inglaterra, Francia, Australia, Japón, la Unión Soviética, etc.

Por supuesto, y nos adelantamos a una lógica pregunta, que en España existen intentos tímidos, privados y rudimentarios ya sea por la falta de medios, la escasa preparación o la poca estimulación investigadora.

El «problema» que preocupa en España es la invasión generalizada en las aulas de las «calculadoras» y las respuestas, nada pedagógicas que se dan habitualmente se polarizan hacia dos extremos peligrosos: o bien prohibirlas de forma rotunda o autorizarlas de forma indiscriminada con lo cual se las enjuicia como un elemento hostil o se facilita la distorsión del proceso de desarrollo mental para el cálculo, al ser éstas utilizadas de forma anárquica e irracional.

Pero también debemos señalar que existen entre los profesionales de la enseñanza **grupos muy reducidos, pero muy inquietos**, repetimos que con bastante escasez de medios, por sacar el máximo provecho a las calculadoras programables (más accesibles a los bolsillos privados) y, donde existen, a los microordenadores programables.

Queremos apleudir, desde este lugar, la convocatoria de un concurso por la Fundación para el Desarrollo de la Función Social (FUNDESCO) para seleccionar varios proyectos que puedan servir para el uso y aprendizaje de la informática en EGB y BUP. Pero ¿cómo podrán llevarse a cabo sin una infraestructura material mínima? Aunque ya es bueno que empecemos por algo.

Como fácilmente puede apreciarse la diferencia con la trayectoria de Estados Unidos y países vecinos al nuestro es abismal. Y no lo decimos porque haya que imitarlos a priori o porque ello sea la panacea que resuelva todos los problemas de la enseñanza, sino por razones que consideramos suficientemente convincentes y avaladas, razones que mentaremos más adelante.

ELEMENTOS FUNCIONALES DEL ORDENADOR

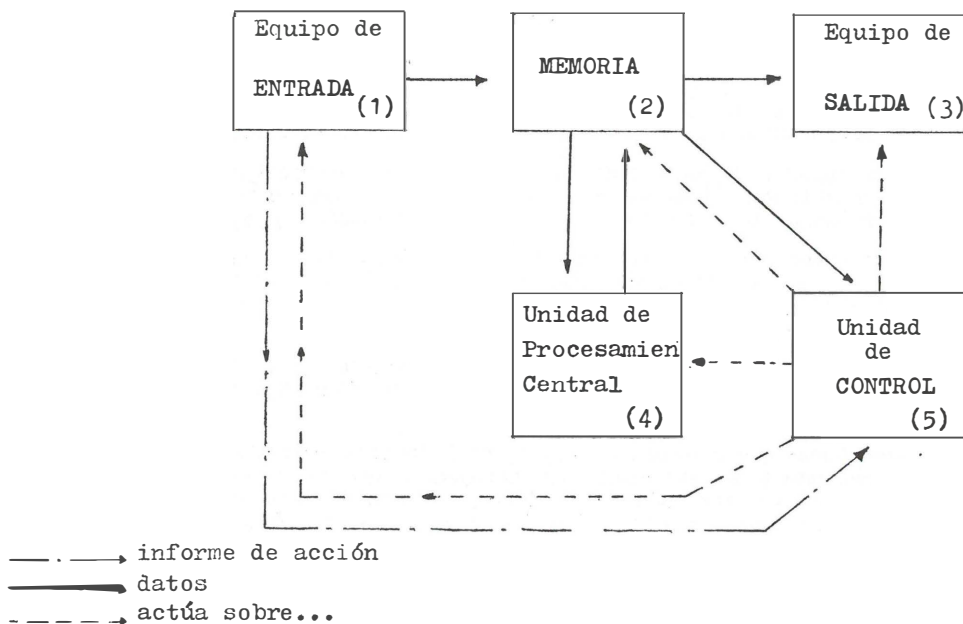
Apter (1976, p. 57) nos refiere que una «computadora es un medio para **almacenar grandes cantidades de información** de forma específica y en períodos de tiempo extremadamente cortos». «Es la máquina por excelencia para **procesar información**». (Los subrayados son nuestros).

¿Cómo se llevan a cabo estas dos funciones principales?

Para dar una idea lo más clarificadora posible nos fijaremos únicamente en los dos componentes esenciales del ordenador: el **ordenador en cuanto tal** (Hardware) y la alimentación del mismo, es decir, **los programas** (Software).

1. El ordenador o Hardware

Cualquier máquina catalogable dentro del grupo de ordenadores debe poseer los siguientes elementos funcionales:



En Iván Florez (1973, p. 62) puede encontrarse también una sistematización gráfica de la organización de un ordenador.

Pero veamos un poco más detenidamente los elementos funcionales:

1. **El equipo de ENTRADA** adapta, traduce la información facilitada por el alumno a un lenguaje comprensible para la máquina, con otras palabras, **codifica** la información. La información que el alumno aporta accede a la máquina a través de lectores de tarjetas, teclados similares a los de las máquinas de escribir o también a través de discos o cassettes magnéticos, actuando estos últimos como memorias auxiliares, es decir, como almacenes de información de gran capacidad. Sobre esta información del alumno traducida operará posteriormente el programa.

2. **La MEMORIA** almacena tanto la información recibida como la que resulta del procedimiento de la misma. En ella se almacenan los datos con una notación binaria. De igual modo el conjunto de instrucciones que forman los diversos programas, y que son el alimento capital del ordenador, son allí almacenados. El tamaño de la memoria o, si se quiere, la capacidad de la misma ofrece una amplia gama de potencialidades. Se expresa habitualmente con el múltiplo $2^{10} = 1.024$ palabras = 1 K. Por ejemplo, un ordenador con una memoria de 36 K tendrá $36 \times 1.024 = 36.864$ palabras.

3. **El equipo de SALIDA** traduce de nuevo la información para el alumno. Esta información puede «mostrarse» ya sea a través de impresoras térmicas, de impresoras de caracteres o máquinas de escribir, perforadoras de cintas, pantalla, etc.

4. **Unidad de PROCESAMIENTO CENTRAL** o como algunos autores la denominan, dándole así vitalidad al ordenador, «el corazón del ordenador». Opera sobre los datos y la información recibida trabajando en función del programa introducido y, como quien dice, a las órdenes de la unidad de control.

5. **La Unidad de CONTROL.** En líneas generales podemos decir que determina lo que ha de hacer el ordenador en su totalidad, es decir, dirige la acción de todos los elementos dando órdenes de ejecución.

Sus cometidos son resumidos por Perán y Rodríguez (1974, t. 3, p. XVIII/9-16) como sigue:

«En general lo que hará la unidad de control con cada instrucción será:

a) Analizar el código de operación de la instrucción para determinar los circuitos que han de intervenir en la operación.

b) Comprobar si los circuitos del ordenador que han de realizar la operación están disponibles y en caso afirmativo establecer las señales necesarias... para que los circuitos realicen la operación en el momento adecuado.

c) Analizar la dirección de cada operando y buscar el mismo en la memoria interna para llevarlo al circuito donde se ha de operar con él, o bien llevar el resultado a la dirección de la memoria interna elegida».

La realización de esta serie de operaciones se lleva a cabo en la unidad de control a través de un:

- decodificador de funciones (realiza la operación a))
- distribuidor de impulsos (realiza la operación b))
- selector de direcciones (realiza la operación c))

2. LOS PROGRAMAS O SOFTWARE

Son conjuntos de **instrucciones** inteligibles para el ordenador y que éste ha de ejecutar una vez que son leídos y almacenados en la memoria. Las instrucciones escritas en lenguaje máquina constan de un **código** que indica el tipo de operación a efectuar y de una o varias informaciones que indican el lugar preciso en el que se encuentran los operandos. El **código binario** (1-0) (presencia-ausencia) (verdadero-falso), procedente del álgebra de Boole, comunmente admitido es el ASC II (American Standard Code for Information Interchange). Por ejemplo, el código binario que corresponde a la «A» es el 00100001 y a la «a» el 01000001, al «5» 00010101, al signo «+» 00001011, etc.

Las instrucciones de un programa pueden tratar y manipular la información, modificar el orden lógico de ejecución de las mismas instrucciones y finalmente regular intercambios de información entre la memoria y los órganos periféricos que potencialmente puede tener el ordenador.

«Una vez cargado el programa en la memoria, y dadas las órdenes oportunas para la ejecución del mismo (por los datos de entrada), la unidad de control va accediendo a las instrucciones una a una, las analiza y, en consecuencia, cierra y abre circuitos y envía impulsos eléctricos con el fin de que la unidad aritmética y lógica ejecute la operación correspondiente» (Dicc. Larousse. T. 7, p. 962).

El lenguaje con el que están contruidos los programas es totalmente simbólico. Algunos de los más conocidos son el ORTRAN (Formula Translator), el COBOL (Common Business Oriented Language), ALGOL (algorithm Oriented Language), el PL/1 (síntesis del FORTRAN y el COBOL y construido por la casa IBM), el BASIC (Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code) (2) (3).

(2) Algunos de los manuales útiles del lenguaje BASIC (desarrollado por J. G. Kemeny y Kurtz en 1963) que nosotros utilizamos en nuestro Departamento de Pedagogía Experimental son:

— Gottfried, B. S., **Programación Basic**, McGraw Hill, México, 1975.
— Forsythe, A. I., Keenan, T. A., Organick, E. I., Stenberg, W., **Programación Basic**, Limusa, México, 1980.
— Astor Vignau, J., **Lenguaje de Programación Basic**, Laboratorio de Cálculo, Univ. de Barcelona, Barcelona, 1978 (2.ª ed.).

(3) Una larga lista de lenguajes utilizados puede encontrarse en Zinn, K. L., «Instructional Programming Languages», **Educational Technology**, 10 (1970) 45.

Así un programa sencillísimo, en lenguaje Basic, para calcular el área de un círculo ($A = r^2$) será como sigue:

```

10 REM ! PROGRAMA PARA CALCULAR AREA DE UN CIRCULO.
20 INPUT R
30 LET A = 3. 14159 * R 2.
40 PRINT R,A.
50 END.

```

o para calcular el área de un rectángulo conociendo su base y altura:

```

10 REM ! PROGRAMA PARA CALCULAR EL AREA DE UN RECTANGULO.
20 ! CONOCIENDO SU BASE Y ALTURA.
30 INPUT A, B, C, D, E.
40 LET S = A + B + C + D + E.
50 PRINT A, B, C, D, E.
60 PRINT S.
70 END.

```

Junto a la sencillez de estos dos programas transcritos que ilustran ejemplos matemáticos, existen infinidad de ellos mucho más complicados y sofisticados que permiten resolver todo tipo de problemas. Pero lo interesante para nuestro propósito son los programas de autoinstrucción en los que, a grandes rasgos, se sigue el siguiente organigrama:

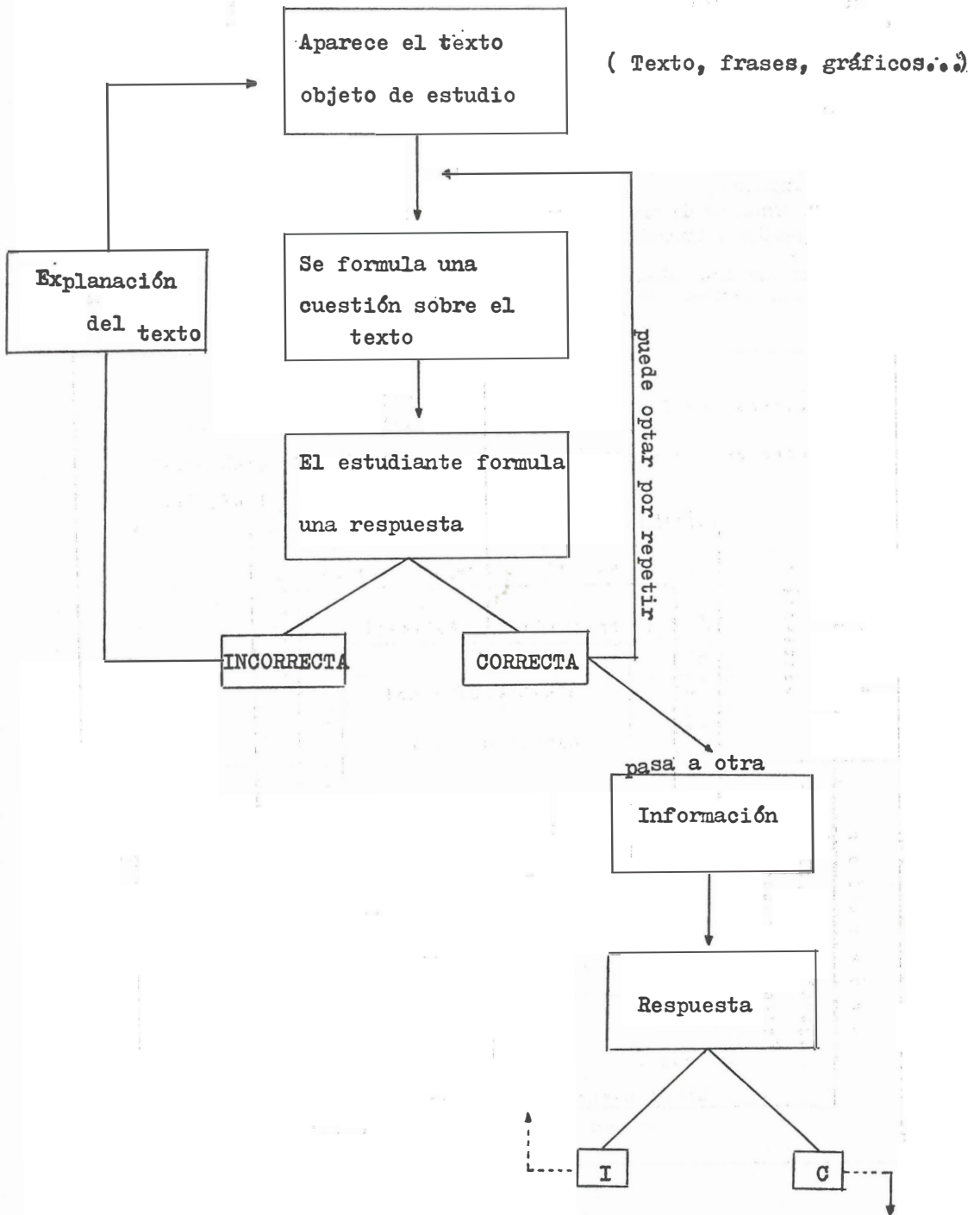
Ciertamente no todo es tan sencillo como aparece en el anterior organigrama. La elaboración de los programas para la enseñanza asistida por ordenador es compleja y debe tener en cuenta una serie de fases previas como es precisar los objetivos de la materia o material a enseñar, descubrir los elementos estimuladores que sean lo suficientemente motivadores para la realización de la tarea, descubrir las prioridades tanto en los contenidos del texto o instrucción como en las respuestas más valiosas, y lógicamente todo ello planificarlo también en función de edades y niveles culturales así como capacidades de comprensión y elaboración del material. A partir de aquí es cuando los técnicos en programación deben decir su última palabra. Como puede entreverse no es tarea fácil, sino laboriosa y temporalmente absorbente. Tarea en la que no es posible trabajar con pulcritud sin la existencia de un equipo multidisciplinar de especialistas en las materias a estudiar, en pedagogía, psicología, informática...

INCONVENIENTES Y VENTAJAS DE LA IRRUPCION INFORMATICA EN LA EDUCACION

No cabe duda que el inconveniente mayor para la implantación de la informática y más concretamente de la Enseñanza Asistida por Computadora el **costo e inversión económicas iniciales** tanto de los equipos informáticos (ordenadores centrales, terminales, periféricos, amplitud de las memorias, etc.) como de la capacitación profesionales tanto del personal docente, como de las personas especialistas en diversas materias, como pueden ser los pedagogos, psicólogos e informáticos formando equipos multidisciplinarios. Es cierto también que la creación de los programas es costoso.

Si bien todo ello son algunos de los inconvenientes más sobresalientes, y para solventarlos es necesario un presupuesto inicial considerable, pensamos que una actuación racional y progresiva a este nivel puede ir creando paulatinamente los primeros equipos experimentales que potencien el desarrollo progresivo de la Enseñanza Asistida por Computadora.

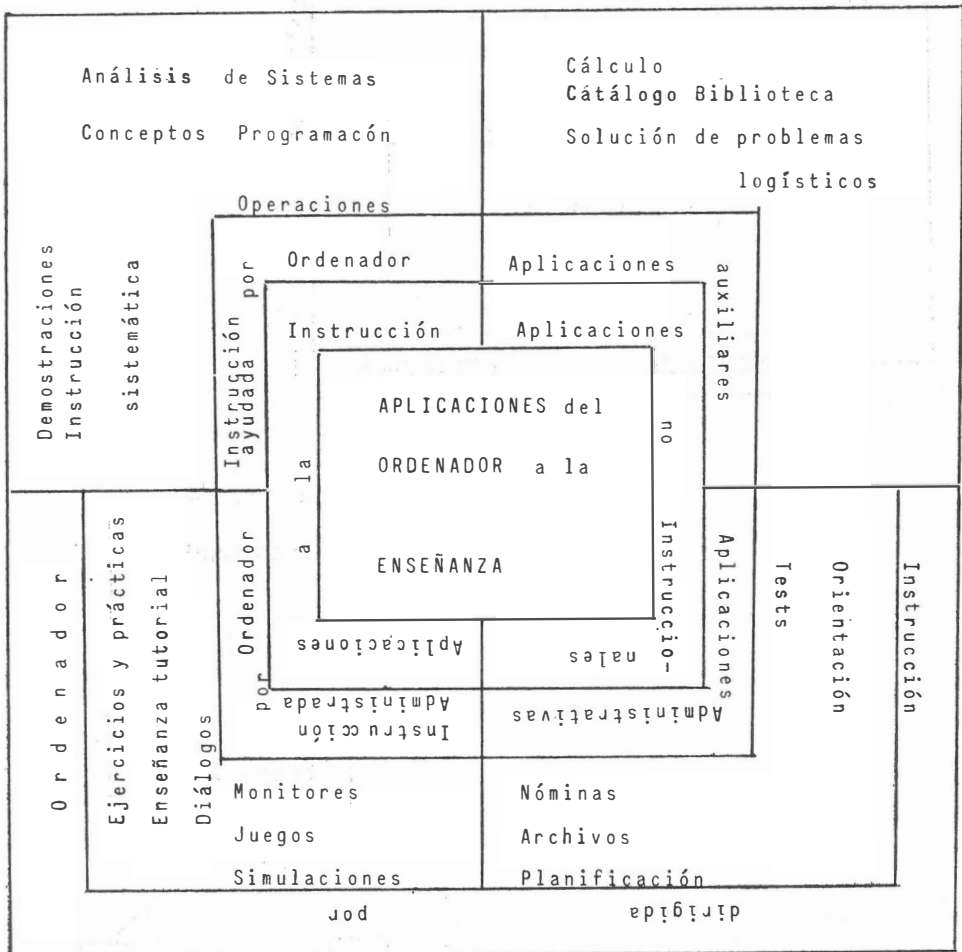
Consideramos que otro tipo de inconvenientes no los hay y si como tales quieren disfrazarse serán meras elucubraciones fantasmáticas carentes de sentido, porque no podemos argumentar como inconvenientes la despersonalización de los educandos, ni la desaparición de la figura del profesor, etc.



Frente a estos inconvenientes, las ventajas que aporta la presencia del ordenador son realmente cautivadoras. Alguna de sus utilidades nos las refiere N. Watts (1981):

- Aplicaciones administrativas: nóminas, archivos, planing.
- Producción de materiales de instrucción.
- Aplicaciones al desarrollo profesional. Reciclaje. Seminarios.
- Como archivo de biblioteca.
- Cálculo y solución de problemas. Investigación.
- Estandarización de tests. Construcción de tests.
- Diagnóstico y tratamiento de problemas de aprendizaje.

Similares funciones citan también Mason y Blanchard (1979). Funciones todas ellas resumidas por Salisbury (1971) en el siguiente esquema, modificado parcialmente por nosotros:



A parte de las aplicaciones que señalan estos autores consideramos necesario remarcar algunos aspectos de especial trascendencia referidos a la enseñanza como son la **individualización** y el **feedback**, así como algunas otras funciones que, a nuestro entender, potencian la optimización de la enseñanza.

1. **INDIVIDUALIZACION** (Mc Combs, Eschenbrenner A., O'Neil, 1973), (Okey, Mayer, 1976). Las épocas gloriosas del mundo clásico griego en las que los preceptores afrontaban la realidad educativa de manera individualizada y personalizada han pasado a la historia. La masificación en la enseñanza es la nota dominante en la mayor parte de nuestras aulas. El seguimiento personalizado, el respeto a los ritmos personales, etc., no es posible en la actualidad en nuestras aulas salvo en contadísimas ocasiones.

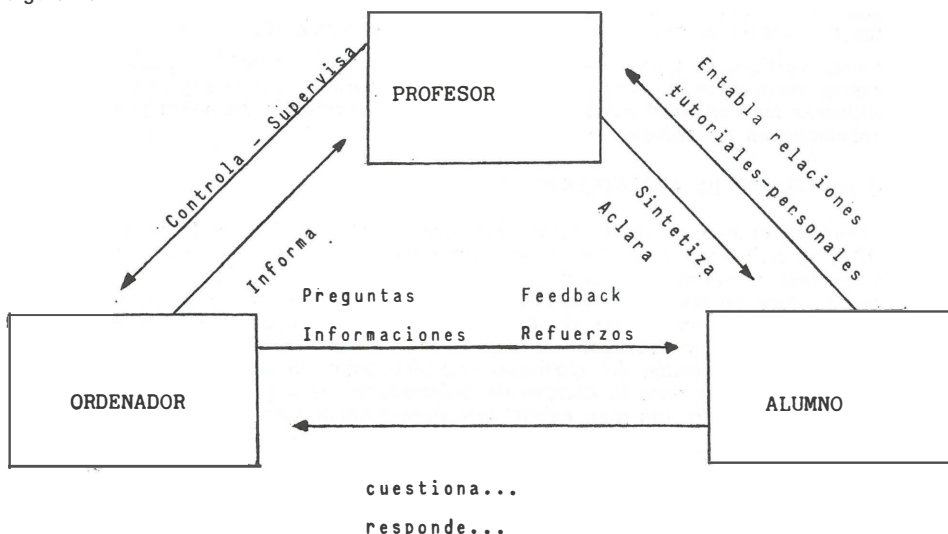
La Enseñanza Asistida por Ordenador permite, a nuestro entender, respetar los ritmos personales y las capacidades de cada individuo al permitir comprobar las dificultades de determinados estudiantes y adaptar la programación de tareas a la edad, nivel y capacidad personales. Como señala Audouin (1974, p. 34, 35) «el alumno trabaja a su propio ritmo: si es brillante gana tiempo, si es mediocre no resulta sacrificado. De esta forma el programa pierde rigidez, permitiendo útiles logros a los mejor dotados, y a los menos dotados, el recurso de las explicaciones complementarias». «Cada sujeto sigue su ritmo, pero ninguno puede «dormirse».

Ello se lleva a efecto al **interaccionar** con el **alumno** y a la vista de sus respuestas registradas y almacenadas que permiten decidir cuál va a ser la información más apropiada para la situación personal del alumno.

El ordenador puede realizar esta tarea de individualización de la enseñanza con varios estudiantes al mismo tiempo (operación por tiempo compartido), incluso utilizando programas diferentes y emitiendo respuestas individualizadas. Por ejemplo, Bitzer, Braunfeld y Lichtenberger (1962) nos refieren que el sistema Platon II permite atender a 1.000 alumnos a la vez.

2. **FEEDBACK** (Grimm, 1978) (Magidson, 1977). Tanto la individualización como el **feedback** son citados frecuentemente como dos ventajas de la Enseñanza Asistida por Ordenador.

El alumno tiene acceso a una **información retroactiva** sumamente importante para, o bien afianzar sus conocimientos acertados o enmendar los errores emitidos. Aunque de una forma un tanto personalizada debemos decir que no es un monólogo el que se establece entre el ordenador y el alumno sino que es un verdadero diálogo en el que el ordenador puede suministrar pistas, aclaraciones del texto, y por supuesto refuerzos al comportamiento responsivo positivo del alumno. Es cierto que no se puede equiparar tal diálogo al entablado entre personas, pero para sustituir tal frialdad está la figura del profesor con su acción tutorial controlando y supervisando al ordenador y por otra sintetizando y aclarando posibles dudas al alumno, como pretendemos plasmar en el gráfico siguiente.



3. OTRAS FUNCIONES Y VENTAJAS

La Enseñanza Asistida por Ordenador tiene en cuenta los principios del aprendizaje, incluyendo las teorías cognitivas. Se ha constatado también que el tiempo invertido en el aprendizaje es más breve que en la enseñanza llamada tradicional (Allen, 1972) (Bitzer, Alpert, 1970). La información presentada por el ordenador aparece en un orden lógico, de forma jerarquizada y estructurada con lo cual se evitan numerosas frustraciones en los alumnos y les permite un seguimiento más ordenado y coherente de la materia a estudiar al mismo tiempo que pone en juego estrategias muy motivadoras que son capaces de ganar la atención de los alumnos. Prueba de ello son las comprobaciones realizadas entre otros por Asay y Schneider (1973), Smith (1973), Murphy y Appel (1977), Wells y Bell (1980) en las que refieren que las actitudes de los estudiantes hacia la computadora y el trabajo con la misma son positivas en todos los niveles en los que se ha experimentado.

No debemos pasar por alto la posibilidad que tiene el ordenador de almacenar grandes cantidades de información relacionada, entre otras cosas, con los éxitos y fracasos, el nivel y aptitudes del alumno informando de su situación puntualmente. Junto a ello hay que mentar la gran rapidez de sus operaciones, del procesamiento que realiza de la información.

Finalmente anotaremos, refiriéndonos a los programas que la alimentan, que el ordenador puede compararlos, cotejarlos y perfeccionarlos y que éstos pueden estar diseñados tanto en forma lineal como en forma ramificada como viene sucediendo en la enseñanza programada.

Con la irrupción de los ordenadores en la enseñanza hemos dejado atrás la enseñanza programada asistida por máquinas rudimentarias, como veíamos al principio del presente artículo, con lo cual se aprecian notabilísimas ganancias de tiempo, memoria y posibilidades de trabajo.

Hemos pasado también de la enseñanza en la que el profesor ocupa su mayor parte de tiempo a «tareas informativas» con sus lecciones magistrales dirigidas al gran grupo, a un tipo de enseñanza en la que el profesor desempeña otras funciones más tutoriales, sin descuidar la dinámica del grupo como tal, posibilitando una relación personalizada e individualizada.

PROSPECTIVA Y TAREAS

El salto cualitativo y cuantitativo está realizado: de la enseñanza programada a través de libros y «máquinas de enseñar» rudimentarias, primitivas estamos pasando (o al menos **deberíamos**) a la utilización de microordenadores y ordenadores que están adquiriendo un lugar indiscutible en la enseñanza (una explicación bien documentada de la historia de los microordenadores puede encontrarse en Frederick 1980).

Ante esta vertiginosa presencia de los ordenadores no es acertado quedarse de brazos cruzados, permitirlos indiscriminadamente o combatirlos despectivamente. Es preciso aunar esfuerzos para sacar el máximo provecho a esta revolución tecnológica en la enseñanza trabajando en dos niveles complementarios:

1. Como OBJETO DE APRENDIZAJE

Introduciendo el estudio de la Informática en la EGB, Formación Profesional y BUP (que si bien se hallan ya institucionalizados optativamente en nuestro país, creemos que lo están con una infraestructura insuficiente —falta de profesores, falta de material práctico—, por lo cual consideramos se debería dedicar inicialmente alguna partida presupuestaria para dotar a los centros de los elementos indispensables para comenzar a caminar. A este respecto, y sirva como ejemplo la referencia aparecida en la revista CHIP (1981, 43) de la preocupación del Gobierno Británico sobre el particular dedicando unos 720 millones de pesetas para la compra de ordenadores. O como referencia recientemente Serrano (1981) en Francia «un plan estatal que durará hasta 1986 hará llegar 10.000 orde-

nadores a una gran parte de las 7.000 escuelas francesas». El uso de los ordenadores está adquiriendo un lugar privilegiado en todos los ámbitos de la actividad humana.

2. Como AUXILIAR TAREA DOCENTE Y DISCENTE

Preparando a los profesionales de la educación para que afronten sin recelos y de forma interdisciplinaria el hecho tecnológico y su aplicación en el aula:

- fomentando su estudio
- elaborando concienzudamente programas (algunas sugerencias muy interesantes en Caldwell, 1980) de enseñanza para distintas materias. Es innegable que el ordenador puede ser un preciado medio de aprendizaje, auxiliar del profesor para aquellas tareas en que el elemento informativo es el central. Es cierto que su introducción en el aula llevará mayores exigencias al profesorado.

Para que todo ello sea posible es necesario **desmitificar** este fenómeno:

- El uso de los ordenadores **no deshumaniza**, ni convierte al ser humano en una máquina más dentro del engranaje automatista de la sociedad.
- El ordenador **no va a suplantar al profesor**, sino que va a auxiliarle en su tarea informativa, de adiestramiento y control, **va a ampliar las posibilidades** de los educadores y **el aprendizaje será más efectivo** en determinadas materias, liberará al profesor «de los aspectos más mecánicos de la educación para que su valioso tiempo o experiencia y entusiasmo se consagren a resolver los problemas educativos que son esencialmente humanos e individuales». Es decir, será más un **tutor** que un instructor.
- El control de la enseñanza no se transfiere a la máquina, continúa en manos de profesor.
- El trabajo con el ordenador no anula ni la imaginación ni la creatividad del alumno, sino que éstas se ven facilitadas y potenciadas por las múltiples posibilidades del ordenador.
- También, a fuer de ser sinceros, debemos decir que la Enseñanza Asistida por Ordenador **no es la panacea universal** que solvente todos los problemas planteados en la enseñanza. No todo es programable.

Es necesario también preparar a los profesionales de la educación para las nuevas cualificaciones y cometidos que le llevarán a seguir más de cerca la evolución de sus alumnos tanto a nivel intelectual como afectivo y comportamental al tener que abordar el desarrollo global de los mismos. El profesor deberá aportar a los alumnos lo que la tecnología no puede, teniendo siempre presente las tres notas que apunta García Hoz (1981) sobre la calidad de la Educación: Integridad, Eficacia y Coherencia. Este es un reto que se les plantea a las Escuelas de Formación de profesorado así como a los ICEs a través de sus actividades en los cursos de adaptación pedagógica y cursos de reciclaje.

Por último será necesario **planificar a nivel del Estado Español** o de los **entes autonómicos** la creación de «unidades experimentales», que estén integradas por técnicos expertos que puedan crear y diseñar paulatinamente materiales de enseñanza para la enseñanza asistida por ordenador. Para ello es imprescindible que surjan en la Administración actitudes favorables hacia la Enseñanza Asistida por Ordenador.