

Microordenadores y educación

Por Ricardo AGUADO-MUÑOZ (*) Agustín BLANCO y Ricardo ZAMARREÑO

1. PANORAMA HISTÓRICO

La informática es una ciencia joven. Han pasado poco más de treinta años desde que en Estados Unidos empezó a funcionar el primer ordenador, allá por el año 1945; y poco menos de treinta años desde que, en 1951, la General Motors instaló el primer equipo de ordenadores aplicados a la industria.

El profesor Julio Fernández Biarge, en su fascículo titulado «Temas de informática», hace un clarificador apunte histórico para situar el tema de la informática. Dice así:

«El progresivo dominio del Hombre sobre la Naturaleza se realiza en tres frentes: El de los *materiales* (alimentos, madera, metales, productos químicos...), el de la *energía* (calor del fuego, viento, vapor, electricidad, energía nuclear...) y el de la *información* (lenguaje, arte, escritura, imprenta, telecomunicaciones...). Los progresos en estos tres campos han sido muy dispares en las distintas épocas. En todos ellos se comenzó con una fase de simple *recolección* de lo que la naturaleza ofrecía; pronto se empezó a provocar procesos naturales a voluntad propia, mejorando la eficacia de esa recolección; también a intentar el *intercambio*, el *transporte*, o el *almacenamiento* de los productos obtenidos. En lo relativo a la información el intercambio se consiguió mediante el lenguaje y la expresión artística, y el almacenamiento mediante la escritura y las artes plásticas.»

En siglos recientes se han conseguido técnicas para la *transformación* de los materiales y de la energía, pero la *transformación de la información* seguía reservada a la mente humana. Las técnicas para un tratamiento no humano de la información se desarrollan con la aparición de los *ordenadores*.

El primer ordenador es el ENIAC. Fue puesto en funcionamiento en los Estados Unidos, al poco de terminar la segunda guerra mundial, y estuvo al servicio del Ejército. Era una especie de mastodonte, al que había que alterar los circuitos electrónicos cada vez que se cambiaba de programa.

Los ordenadores nacidos en los años cuarenta y cincuenta forman la llamada *primera generación*. Estaban contruidos a base de tubos de vacío y relés electromagnéticos, su tamaño era enorme, desprendían mucho calor, sufrían frecuentes averías y su velocidad era de unas 1.000 sumas por segundo.

Hacia 1960 aparece la *segunda generación* de ordenadores transistorizados, con memoria de ferrita y que realizan 100.000 sumas por segundo.

La *tercera generación* hace su aparición en 1965, utilizan circuitos integrados y trabajan a una velocidad de millones de sumas por segundo.

Desde sus inicios la informática ha estado ligada a grandes empresas que han tenido mucho cuidado en rodearla de tabúes y de una jerga esotérica sólo para iniciados. Quizá a esto se deban los temores que la informática despierta en la sociedad.

2. LA APARICIÓN DE LAS CALCULADORAS Y DE LOS MICROORDENADORES

La miniaturización de los circuitos integrados hace posible la aparición, hacia 1972, de las primeras calculadoras de bolsillo con las cuatro operaciones aritméticas fundamentales; siguen inmediatamente las calculadoras científicas y las programables. En el momento presente existen calculadoras programables alfanuméricas que pueden ser conectadas con impresoras y que utilizan un lenguaje próximo a los de alto nivel. Empieza a ser difícil establecer la diferencia entre calculadora y ordenador.

Los fabricantes de calculadoras electrónicas, entre los que no se encuentran los grandes de la informática, siguen, en lo relativo a precios, una política completamente opuesta a la de sus hermanos mayores: aparecen calculadoras cada vez más potentes y, al mismo tiempo, más baratas. Una sana competencia entre los fabricantes hace que los precios desciendan espectacularmente. *Y... las calculadoras invaden las aulas.*

A nuestro juicio, este es un acontecimiento trascendental para la enseñanza de las matemáticas, al que ya hemos hecho referencia en otros lugares.

Ahora vamos a centrar nuestra atención en otro fenómeno, que por el momento no nos atreveríamos a calificar de trascendental, pero que, sin duda, tendrá su incidencia en educación y, más particularmente, en la formación matemática de nuestros alumnos. Nos estamos refiriendo a la aparición hacia 1975 (en España en 1978) de los *microordenadores*.

La importancia del hecho no estriba tanto en la creación de los microordenadores, sino en su *bajo precio*.

Por supuesto que un microordenador es un ordenador. Sólo consideraciones acerca de la capacidad y velocidad pueden establecer diferencias entre los ordenadores. Una clasificación generalmente admitida es:

- 1) Ordenadores de gran tamaño.
- 2) Miniordenadores.
- 3) Microordenadores (de 4 a 64 k-bytes de capacidad).

(*) Catedrático de Matemáticas y Profesores Agregados de Matemáticas del Instituto de Bachillerato Herrera Oria de Madrid.

La mayoría de los microordenadores utilizan el BASIC como lenguaje de programación, aunque recientemente están apareciendo «micros» que pueden utilizar, además del BASIC, otro lenguaje como, por ejemplo, el PASCAL.

En los microordenadores la entrada del programa se hace por medio de un teclado y su visualización, así como la salida de datos, se realiza a través de la pantalla de un monitor de televisión, que puede ser sustituido por un televisor doméstico. Algunos «micros» admiten un televisor en color, lo que aumenta sus posibilidades gráficas.

Los programas y también los ficheros, se pueden almacenar en cintas magnéticas idénticas a las cassettes musicales. Además, a prácticamente la totalidad de los «micros» se les puede conectar los periféricos convencionales (impresora, trazadora de gráficos, memoria de discos, etc.). Algunos «micros» pueden funcionar como terminales conectados a un gran ordenador.

El bajo coste de los microordenadores (en España de 100.000 a 200.000 pesetas) hace que la informática se esté popularizando a marchas forzadas. Alguien ya ha escrito un libro con este expresivo título: «El poder informático para el pueblo».

Multitud de pequeñas empresas americanas han invadido el campo de los microordenadores personales y domésticos. En Estados Unidos se venden en los grandes almacenes como un electrodoméstico cualquiera (los más baratos a 10.000 pesetas).

3. Microordenadores y sociedad

Estamos aquí ante el viejo tópico de evaluar a priori las ventajas y los inconvenientes que un avance tecnológico concreto aporta a la sociedad. Como todo progreso, la informatización de la sociedad suscita entusiasmos y recelos. La aparición de los microordenadores pone sobre el tapete estos temas.

Pasemos revista a las incidencias de los «micros» sobre la sociedad en general, dejando para el apartado siguiente el tema de la educación.

Aspectos positivos, que a nuestro juicio aportan los microordenadores, son los siguientes:

1.º Desmitifican y popularizan la informática, que deja de ser una ciencia de práctica imposible.

2.º Permiten a las pequeñas empresas tener su sistema de proceso de datos independiente.

3.º Los individuos pueden tener un equipo informático para uso personal o doméstico.

4.º Se descentraliza la gestión de las empresas, que ya no necesitan estar conectadas a un gran ordenador, bien sea de otra empresa de servicios informáticos, o de la casa matriz.

5.º Permite una graduación modular de los equipos. No hay que cargar con un gran equipo si las necesidades son pequeñas. El equipo se podrá aumentar si las necesidades aumentan.

6.º En el futuro los microordenadores domésticos podrán ser conectados por teléfono a un banco de datos. El usuario, desde su casa, podrá leer los periódicos del día, consultar la guía telefónica o comprar a través de un catálogo en pantalla. Ingentes toneladas de papel se ahorrarán y nuestros bosques sufrirán menos. Se evitarán desplazamientos innecesarios, ahorrándose petróleo.

Estamos convencidos de que un avance en «teleinformática» supondrá un ahorro considerable de materias primas y de energía.

7.º La información es de por sí una materia prima importante; un tratamiento eficaz es fuente de ri-



«A veces he creído entender un concepto... hasta que he tenido que explicárselo a un ordenador.»

queza. (El francés Raymond Moch dice que la información es la única materia prima fundamental con yacimientos al Oeste.)

En cuanto a los peligros que se ciernen sobre las sociedades, no provienen tanto de los «micros», sino de los grandes sistemas informáticos. Siguiendo a Raymond Moch apuntemos los siguientes grandes temas:

a) Independencia nacional

La mayor parte de los países dependen, en cuanto a equipos, de firmas norteamericanas. En España el llamado Plan Informático Nacional parece congelado. La única empresa nacional constructora de ordenadores, SECOINSA, depende de la tecnología extranjera. Creemos que se deberían hacer esfuerzos para disminuir la dependencia del exterior, y un buen campo, para empezar, podría ser el de microordenadores.

b) Libertades individuales

Hoy día muchas personas tienen miedo de estar fichadas en ordenadores, bien sean del Censo, de los Bancos, de Hacienda, del Ministerio, o de la Policía. Y temen, sobre todas las cosas, una eventual conexión entre los distintos ordenadores. ¡Algo malo habrán hecho!

Pero, hablando seriamente, no podemos dejar pasar por alto el peligro de concertar toda la información acerca de los individuos en pocas manos. Es evidente que esas manos pueden hacer mucho daño a las personas. Por contra, también pueden hacer un gran bien, pues hay medios para tener en cuenta las opiniones y deseos de los ciudadanos. Pueden, por tanto, abrirse vías hacia nuevas formas de democracia.

c) El empleo

Claramente muchas personas están amenazadas por un hecho muy simple: que un ordenador les quite el puesto de trabajo.

No es la primera vez que ocurre. En el siglo XIX las máquinas dejaron sin trabajo a mucha gente. Como resultados beneficiosos se consiguió una disminución de la jornada laboral y una «humanización», por paradójico que parezca, de las condiciones de trabajo.

Hay suficientes ejemplos que prueban que los avances no dejan de producirse, aunque haya riesgos de paro a la vista.

Nuestra esperanza es que haya una nueva disminución del horario laboral y del número de días trabajados por semana. De este modo puede haber trabajo para todos.

4. INFORMATICA Y EDUCACION

4.1. Informática y administración de centros escolares

Un centro escolar, a efectos de su gestión administrativa y académica, puede ser considerado como una pequeña empresa. Todo lo dicho en el apartado 3 para ésta, sirve también para una institución escolar. Archivos, listas, evaluaciones, estadísticas, etc., se pueden gestionar con un microordenador, una memoria de disco y una impresora. El importe del equipo material es de unas 400.000 pesetas.

Pero no nos engañemos: o se prepara a una persona cuya misión exclusiva sea el manejo del equipo, o se depende de una pequeña empresa de servicios informáticos que prepare los programas necesarios para la gestión del centro y resuelva los problemas de programación que vayan surgiendo. El coste de estos servicios puede suponer cantidades importantes.

4.2. Informática y enseñanza

En este punto queremos únicamente señalar las influencias que las *ideas informáticas* pueden tener sobre la metodología de otras disciplinas, especialmente de las matemáticas.

Los conceptos de algoritmo, programa, diagrama de flujo, rutina, salto condicional, eficacia de un algoritmo, etc., pueden ser aplicados a otras disciplinas, y para ello no es necesario disponer de un ordenador. Se trata de entender la informática como una *disciplina mental*. Para más detalles se pueden consultar los libros del profesor Jean Kuntzmann de la Universidad de Grenoble titulados: «Apport de l'informatique a l'enseignement mathématique» y «Retombées informatiques sur l'enseignement mathématique».

4.3. La enseñanza de la informática

Desde hace tiempo se viene reconociendo la importancia que tiene la informática para el hombre actual, y, en consecuencia, la conveniencia de incluirla en los planes de bachillerato. No se ha hecho así; y creemos que afortunadamente, pues el alto coste de los ordenadores hubiese impedido una enseñanza realista y práctica. Estos estudios se hubieran convertido en una especie de «Historia de la Informática», como ha ocurrido con otras materias.

Creemos que la llegada de los microordenadores cambia radicalmente el panorama. Un equipo modesto, pero suficiente para una enseñanza digna, puede costar ahora mismo entre 100.000 y 200.000 pesetas. El problema en estos momentos sería de profesorado.

Pensamos que el Ministerio de Educación debe ini-

ciar experiencias en este terreno, aportando microordenadores a todos los institutos interesados en establecer los estudios de informática.

A estos efectos, el Seminario de Matemáticas del Instituto Cardenal Herrera Oria ha presentado un proyecto para impartir informática considerada EATP.

Las razones por las que pensamos que la informática debe ser considerada como una enseñanza y actividad técnico profesional son las siguientes: primera, que la concebimos como una *actividad a practicar*, encaminada al ejercicio profesional; segunda, que no pretendemos que el Seminario de Matemáticas tenga la exclusiva de la informática; y tercera, que de ese modo la materia puede aparecer en 2.º y 3.º de bachillerato como una disciplina optativa, lo que implica que el horario de los alumnos no aumenta y que tampoco se impone la informática al que no la desee.

Nos interesa señalar que otros países desarrollados ya han establecido los estudios de informática en el bachillerato, aportando los medios necesarios (materiales y de formación del profesorado). Tal es el caso de Francia, que en 1970 comenzó a poner en práctica la iniciativa de Mercoureff, dotando a 58 lycées con miniordenadores. En estos momentos están desarrollando un plan, en virtud del cual el Ministerio de Educación francés se compromete a repartir 10.000 ordenadores por todas las escuelas e institutos del país, en un plazo de cinco años que finaliza en 1984. Este plan ha inducido a la industria electrónica francesa a desarrollar microordenadores propios.

4.4. Los microordenadores y la enseñanza de las matemáticas

En la mente de todos nosotros está que el microordenador no es la panacea universal que vaya a resolver todos los problemas que tiene planteados la enseñanza de las matemáticas. Por el contrario, los «micro», al ensanchar el campo de lo que se puede hacer en bachillerato, plantean más problemas de los que resuelven. Vienen a complicar nuestro oficio de profesores.

Es obvio que en temas clásicos de cálculo numérico (aproximación de raíces, interpolación, integración numérica) y en estadística resultan ser una herramienta poderosísima. Además, nuevas técnicas, como el método de Montecarlo, quedan al alcance de los bachilleres.

Pero con todo, lo más importante es la disciplina mental que adquiere un alumno diestro en el arte de programar, disciplina que le será útil en otros campos.

La resolución de un problema mediante ordenador exige varias etapas:

a) *Planteamiento del problema*. Consiste en precisar el conjunto y la naturaleza de los datos iniciales y de las soluciones del problema, y en indicar cómo los resultados dependen de los datos.

b) *Elaboración de un algoritmo de resolución*. Un algoritmo se considera elaborado cuando se ha encontrado una secuencia de pasos, realizables por el ordenador, que nos llevan a la solución en un número finito de etapas.

c) *Elaboración del programa*. Consiste en la transcripción del algoritmo al lenguaje de programación.

d) *Puesta a punto del programa* que comprende la verificación del programa, detección y corrección de errores.

e) *Resolución automática del problema*.

El matemático D. E. Knuth, autor de la serie «El arte de programar ordenadores», señala, en el prefacio del

primer volumen, que el ordenador suscita la capacidad de poner las soluciones de los problemas en términos tan explícitos que hasta un ordenador pueda entenderlos. Más adelante dice: «A veces he creído entender un concepto..., hasta que he tenido que explicárselo a un ordenador.»

De aquí se desprende que el arte de programar es un buen entrenamiento didáctico, pues si logramos hacer comprender algo a un ordenador, malo será que no lo logremos con un alumno.

En cuanto a las posibilidades concretas que nos abren los microordenadores para su empleo efectivo con los alumnos, quisiéramos apuntar los siguientes:

Una de las mayores ventajas que tienen los «micros» es que, gracias a su reducido tamaño, pueden ser empleados dentro del aula, acercando el ordenador a los alumnos y no al contrario. Pero nos gustaría señalar tres tentaciones en las que fácilmente se puede caer:

La primera tentación sería la de pensar que el microordenador es simplemente una potente calculadora y emplearlo únicamente para computación. Una sencilla calculadora programable puede servir a estos efectos.

La segunda sería utilizarlo como editor de textos. Caeríamos en esta tentación si, por ejemplo, programamos la aparición en pantalla de la demostración de un teorema. Para esto, mejor un libro.

Y la tercera sería la de explotar excesivamente las posibilidades gráficas (con imágenes estáticas o dinámicas) que ofrecen los «micros»; pues para eso estaría mejor una diapositiva o una película.

El campo que imaginamos más provechoso es el de la conjugación armónica de los tres aspectos en la simulación de una situación. En este caso, el alumno debería tener la posibilidad de actuar desde el teclado, modificando los parámetros del problema, y recibir una respuesta que indique en qué medida se ha modificado la variable que se desea estudiar.

Y para terminar, por si alguien nos pregunta qué papel le está reservado en el futuro al microordenador dentro del aula, queríamos contestarle con estas reflexiones:

La sociedad asigna a la institución escolar una doble función: Por un lado, la de transmitir a las jóvenes generaciones los conocimientos adquiridos y el sistema de valores establecido. Por otro lado, corresponde a la institución escolar agrandar el campo de los conocimientos y perfeccionar el sistema de valo-

res. En esta doble función, conservadora y progresista, radica la tragedia de la enseñanza. El profesor se debate entre la rutina y el entusiasmo. Entre la desalentadora repetición y la fascinante creación. Desgraciadamente, todo parece indicar que la primera función prevalece sobre la segunda.

Si nos fijamos en los inventos tecnológicos habidos en los últimos tiempos, ¿cuántos de ellos han entrado de verdad en el aula? Nosotros hemos buscado por todas partes y sólo hemos encontrado uno: ¡el bolígrafo! Por eso no nos atrevemos a vaticinar el porvenir de los microordenadores en la enseñanza.

BIBLIOGRAFIA

1. AIKEN, H. y otros: *Perspectivas de la revolución de los computadores*. Alianza Universal, Madrid, 1975.
2. CARNAP, R., y otros: *Matemáticas en las ciencias del comportamiento*. Alianza Universal, Madrid, 1974.
3. DAVID, D.-J.: *La découverte du PET*. Editions du PSI, Lagny/Marne, 1979.
4. DEMIDOVITH, B.: *Eléments de calcul numérique*. Mir, Moscú, 1979.
5. ERLER, F., y otros: *La revolución de los robots*. EUDEBA, Buenos Aires, 1961.
6. FELDMAN, J. A.: *Lenguajes de programación*. «Revista Investigación y Ciencia», núm. 41, Barcelona, 1980.
7. FERNANDEZ BIARGE, J.: *Temas de informática*. ETS de Ingenieros Navales, Madrid, 1977.
8. GÖTTFIED, B. S.: *Programación Basic*, McGraw-Hill, Méjico, 1977.
9. GUILLEN, A.: *ITT-IBM en España*. Zero, Madrid, 1977.
10. JANTSCH, E., y otros: *Pronósticos del futuro*. Alianza Editorial, Madrid, 1970.
11. KNUTH, D. E.: *El arte de programar ordenadores*. Volumen I. Reverte, Barcelona, 1980.
12. KORSHUNOV, Y. M.: *Fundamentos matemáticos de la cibernética*.
13. KUNTZMAN, J.: *Apport de l'informatique à l'enseignement mathématique*. CEDIC, Paris, 1974.
14. KUNTZMAN, J.: *Retombées informatiques sur l'enseignement mathématique*. Université Scientifique et Médicale de Grenoble, 1976.
15. MARC, G.: *L'ordinateur en formation: simulation et enseignement assisté*. «Revista L'ordinateur individuel», núm. 15, Paris, 1980.
16. MOCH, R.: *Fout-il redouter l'informatique?* «Revista L'ordinateur individuel», núm. 11, Paris, 1979.
17. NAYLOR, T.: *Técnicas de simulación en computadoras*. Limusa, Méjico, 1977.
18. NICHOLS, F. A.: *Z-80 Microprocessor*. Howard W. Sauns, Indianápolis, 1979.
19. SOBOL, I. M.: *Método de Montecarlo*. Mir, Moscú, 1975.
20. SIPPL, CH. J.: *Computer power for the small business*. Princite-Hall, New Jersey, 1979.

B.U.P. - C.O.U. - F.P.: TEIDE

LIBROS ESCRITOS CON RIGOR CIENTIFICO QUE INVITAN A LA REFLEXION
Y AL TRABAJO PERSONAL

BACHILLERATO

1.º

Lengua española. Pleyán.
Matemática. Boadas / Romero Mercadal / Villalbí.
Ejercicios y problemas de matemática 1. Id.
Religión. Palabra de vida 1. Bassó.
Guía didáctica. Bassó.
Historia de las civilizaciones. Vergés.
Ciencias naturales. Martínez / Mir / Plana / Puig / Villalbí.
Dibujo. Formación estética. Alegre / Conde / González / Mira.
English for Communication. Ramsey.
Français. Moreu-Rey.

2.º

Literatura española. García López.
Matemática. Boadas / Romero Mercadal / Villalbí.
Ejercicios y problemas de matemática 2. Id.
Religión. Palabra de vida 2. Bassó.
Guía didáctica. Bassó.
Goeconomía. Vergés / Comes.
Geografía humana y económica. Castelló / Paniagua / Prats.
Física y química. Pujal / Carreras / Bozal.
Fundamentos artísticos del diseño. Conde / González / Mira.
English for Communication. Ramsey.
Français. Moreu-Rey.
Latín. Vergés / López.

3.º

Literatura española. López Robles / López Vergara.
Matemática. Boadas / Romero Mercadal / Villalbí.
Religión. Palabra de vida 3. Bassó.
Historia y geografía de España y de los países hispánicos.
Vergés / Comes.
Física y química. Pujal / Carreras / Montserrat.
Filosofía. García Navarro.
Français. Moreu-Rey.
Latín. Vergés / López.

C.O.U.

Français. Moreu-Rey.
Filosofía y ciencia. J. C. García Borrón.
Lenguaje. Pleyán.
Matemática. Boadas / Villalbí.
Física. Alsina / Aranda / Estradé / Fornells.

FORMACION PROFESIONAL

1.º

Lengua española. Pleyán / García López.
Matemática. Pons.
Formación humanística. Vallverdú.
Física y química. Escofet.
Ciencias de la naturaleza. Adserá.
The English at Work. C.E.L.A.
Les français au travail. C.E.L.A.
Técnicas de comunicación. (Correspondencia comercial). Boucher
Contabilidad. Pérochon / Breuil. Adaptación, T. Buirá.
Mecanografía.

2.º

Lengua española. Pleyán / García López.
Formación humanística. Vallverdú.
Física y química. Escofet.
Tecnología electrónica. Colletl.
Mecanografía.
Taquiografía.
The English at Work. C.E.L.A.
Les français au travail. C.E.L.A.

PARA TEXTOS COMPLEMENTARIOS, SOLICITE CATALOGO

Don/Doña _____

Dirección postal _____

Desea recibir los libros señalados cuyas cantidades indica:

- Como pedido de muestra (un ejemplar por título y con el 50 por 100 de descuento).
 Como pedido en firme, cuyo importe haré efectivo por _____
 Deseo recibir el catálogo.



EDITORIAL TEIDE, S. A.

Viladomat, 291 - Teléfono 93/250 45 07 - Barcelona-29