

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS E INFORMÁTICA

Sarmiento Escalona, Antonio

El espectacular desarrollo de la Informática en nuestro país ha coincidido con la consolidación del Área de Didáctica de las Matemáticas. Los educadores matemáticos han analizado el ordenador siempre con apasionamiento; primero como un instrumento imprescindible para su tarea y luego con bastantes reticencias sobre su capacidad para generar enseñanza y aprendizaje significativos. Probablemente haya influido la complejidad que ha adquirido el desarrollo actual de la informática.

La opción de enseñar o no matemáticas con ordenador es un tema de debate. Se puede zanjar la polémica diciendo que el ordenador es un recurso más del taller de matemáticas como el ábaco, la calculadora, los bloques lógicos o el soma, o se puede intentar ir más allá y reflexionar sobre las implicaciones que su existencia provoca en el estudio de los procesos de razonamiento matemático.

Limitándonos al apartado de resolución de problemas de matemáticas parece fuera de dudas que el ordenador ha popularizado la heurística más allá de la comunidad de educadores matemáticos y ha aportado nuevos interrogantes al amplio caudal de heurísticos. El trabajo pionero de Polya (1954), pensado para la resolución de problemas matemáticos, debe parte de su popularidad a la aportación de Newell y Simon (1972), diseñada para la resolución de problemas con ordenador. Y cualquier tratado posterior sobre resolución de problemas, ver por ejemplo Schöenfeld (1985) y Nickerson et al. (1987), tiene en cuenta ambas aportaciones.

Como ejemplo a la hora de citar heurísticos *para representar o comprender el problema*, Polya, desde un punto de vista matemático, señala: «Asegúrese de que conoce la incógnita, los datos y las condiciones que relacionan esos datos». Newell y Simón, desde el punto de vista informático, señalan como heurístico para el mismo objetivo: «Asegúrese de que comprende la índole del estado final, del estado inicial y de las operaciones permisibles». Y de forma similar se modifican y/o com-

plementan muchos otros heurísticos. (ver Nickerson et al.).

Puede ser interesante para comparar ambos puntos de vista analizar como resuelve el resolutor matemático y el resolutor informático el siguiente problema: *Hallar el menor múltiplo de 7 que al dividir por 2, 3, 4, 5 y 6 dé como resto 1*. El resolutor humano hallaría el mínimo común múltiplo de 2, 3, 4, 5 y 6, o sea 60, y formaría la progresión aritmética 61, 121, 181, ... hasta encontrar un múltiplo de 7. El resolutor informático que estamos considerando está provisto de las herramientas características de la programación imperativa: asignación, composición secuencial de instrucciones, composición alternativa y composición iterativa. Puesto que la búsqueda mecánica no le asusta, examina sucesivamente todos los múltiplos de 7 (cambia secuencialmente el estado de n hasta encontrar un estado final que cumple el objetivo!)

```
n := 7;
mientras n < 2000 hacer
  si n mod 2 = 1 entonces
    si n mod 3 = 1 entonces
      si n mod 4 = 1 entonces
        si n mod 5 = 1 entonces
          si n mod 6 = 1 entonces
            escribe n
          n := n + 7;
        n := n + 7;
      n := n + 7;
    n := n + 7;
  n := n + 7;
```

El resolutor matemático usa conocimiento matemático sofisticado (mínimo común múltiplo, progresión aritmética, ...) para abreviar los cálculos. El resolutor informático hace lo más elemental: *buscar* la solución probando,

desde el más pequeño, entre todos los múltiplos de 7 las condiciones impuestas por el problema. Podríamos *pensar* que el *pensamiento informático* es más *elemental* que el *pensamiento matemático*, lo que tranquilizaría a los más catastrofistas sobre el hecho de que el ordenador nunca superará al hombre.

Sin embargo, otro problema el conocido por el nombre de COCONUTS plantea dificultades mucho más sutiles. *Cinco hombres y un mono naufragan y se refugian en una isla desierta. Los náufragos pasan todo el primer día recogiendo cocos. Por la noche, uno de ellos se despierta y desconfiado decide separar su parte. Dividió los cocos en cinco montones, y como sobraba un coco se lo dio al mono. Después ocultó su parte y volvió a acostarse. Poco más tarde un segundo náufrago se despierta y hace lo mismo. Al dividir los cocos en cinco montones volvió a sobrar un coco; también se lo dio al mono. Después ocultó su parte y se durmió. Uno tras otro, el tercero, cuarto y quinto náufragos hacen lo mismo. Por la mañana del día siguiente agruparon los cocos que aún quedaban en cinco montones iguales y esta vez no sobró ningún coco. ¿Cuántos se habían recolectado inicialmente?*

Una solución matemática para el problema se puede hacer considerando el sistema de ecuaciones diofánticas: $N = 5a + 1$; $4a = 5b + 1$; $4b = 5c + 1$; $4c = 5d + 1$; $4d = 5e + 1$; $4e = 5f$ donde N es el número total de cocos y a , b , c , d , e el número de cocos de los montones hechos por el primero, el segundo, el tercero, el cuarto y el quinto marinero respectivamente y f el número de cocos del reparto final. Entonces, como $4e = 5f$ posibles soluciones para f y e son: $f = 4, 8, 12, \dots$; $e = 5, 10, \dots$ Como $4d = 5e + 1$ tenemos que sólo valen como soluciones para $e = 15, 35, 55, \dots$ y en consecuencia $d = 19, 44, 69, \dots$ Como $4c = 5d + 1$ tenemos que sólo valen para $d = 19, 119, 219, \dots$ y para $c = 24, 149, 274, \dots$ Como $4b = 5c + 1$ tenemos que $c = 399, 899, 1399, \dots$ y $b = 499, 1124, 1749, \dots$ Como $4a = 5b + 1$ las únicas posibilidades para b son $499, 2999, 5499, \dots$ y entonces $a = 624, 3749, 6874, \dots$ Como $N = 5a + 1$ el número total de cocos será $N = 3121, 18746, 34371, \dots$

Ya desde el punto de vista matemático el problema requiere calculadora. Además, tiene la suficiente complicación como para pensar en hacerlo con ayuda del ordenador que sería aquí utilizado en el sentido de *herramienta* del taller de matemáticas. Por ejemplo, el sistema de ecuaciones diofánticas podría resolverse con una hoja de cálculo:

f	e	d	c	b	a	N
204	255	319	399	499	624	3121
1228	1535	1919	2399	2999	2749	18746
2252	2815	3519	4399	5499	6874	34371
3276	4095	5119	6399	7999	9999	4996
4300	5375	6719	8399	10499	13124	65621
5324	6655	8319	10399	12999	16249	81246
6348	7935	9919	12399	15499	19374	96871
7372	9215	11519	14399	17999	22499	112496
8396	10495	13119	16399	20499	25624	128121
9420	11775	14719	18399	22999	28749	143746

Sin embargo, el resolutor informático intentaría aplicar el método usado en el problema anterior: examinar cada número natural y ver si pasa las condiciones que plantea el problema.

```
Para cocos := 1 hasta 100000 hacer
c := cocos;
contador_naufragos := 0;
para contador_naufragos:= 1 hasta 5 hacer
si c mod 5 = 1 entonces contador_naufragos := contador_naufragos + 1;
c := (c-1) - ((c-1) div 5);
si (contador_naufragos = 5) y (c mod 5 = 0) entonces escribe (cocos);
```

La complejidad respecto al problema anterior viene de la necesidad de considerar varios estados al mismo tiempo cuyo cambio hay que controlar. La idea es simple pero la búsqueda de un algoritmo con las herramientas disponibles (asignación, composición secuencial, etc. ...) es laboriosa.

Vemos pues que el resolutor informático prescinde nuevamente de la *cultura matemática* (ecuaciones, etc ...) y va por el camino de generar números y filtrarlos a través de las condiciones impuestas por el problema. Evidentemente el ordenador no se utiliza aquí como una herramienta del taller de matemáticas. El resolutor informático, genera un pensamiento propio del que se

puede discutir si es mejor o peor; si es más o menos trabajoso, profundo, elaborado, significativo, etc... pero que responde a la cultura informática que le proporciona las herramientas citadas de la programación imperativa.

Expresamente hemos limitado el pensamiento informático al paradigma imperativo (ligado a los lenguajes de programación más conocidos como BASIC, PASCAL y C) que ha sido mucho más analizado por los psicólogos del aprendizaje (ver Nickerson et al.) que el paradigma declarativo (ligado a lenguajes funcionales y lógicos) o el relativo a la programación con objetos ó con agentes que son más recientes y de mayor complejidad de análisis. Posiblemente estos paradigmas darían origen a heurísticos y soluciones diferentes.

En resumen, el resolutor informático, cuando resuelve problemas de matemáticas tiene, muchas veces, una forma de razonamiento propia, no desdeñable, que puede completar la visión que sobre la resolución de los problemas tiene el resolutor matemático. Esto nos lleva a dar al ordenador un papel más importante que el de simple instrumento del taller de matemáticas y a pensar que no está todo dicho sobre el uso que se debe hacer de él en la educación matemática. La extraordinaria dinámica que gira en torno al mundo de la informática hace que sea difícil reflexionar sobre los nuevos productos y sus aplicaciones educativas; pero es incuestionable que la cultura informática es un elemento más de la educación informática.

BIBLIOGRAFÍA

- NEWELL A., SIMON H. A. Human Problem Solving. Prentice-Hall. 1972.
NICKERSON R. S., PERKINS D. N., SMITH E. E. Enseñar a Pensar. Paidós M.E.C. 2ª edición. 1990.
POLYA G. How to solve it. Princenton University Press. 1954.
SCHÖENFELD A. H. Mathematical Problem Solving. Academic Press. 1985.