Memoria editorial. Actualizaciones

Cibernética. Matemáticas, lógica y máquinas

Manuel Sadosky*

*Manuel Sadosky [1914-2005]
Doctor en Ciencias Físico-Matemáticas.
Universidad de Buenos Aires (UBA).
Ciudad de Buenos Aires, R. Argentina.

Fecha de recepción: 1954
Fecha de aceptación: 1955

Publicación original en Acta Neuropsiq Arg, *i.e.*: Acta Psiquiátr Psicol Am Lat. 1955; 1(3):300-7

Publicamos en este número otro artículo de Manuel Sadosky (1914-2005) referido a la cibernética tal como era concebida y acontecía en los años cincuenta. En el presente escrito, luego de exponer clara y sucintamente el estado de la cuestión en cuanto al «lenguaje» informático y a las características del funcionamiento de las computadoras (despejando así mitos y confusiones potencialmente comunes en la época) centrándose principalmente en el lenguaje binario de la lógica computacional-humana, se concluye con mucha lucidez en la necesidad de comprender de modo «no ideológico» lo referido al lenguaje informático y a las capacidades de las computadoras, es decir, no proyectar implícitamente neo modelizaciones humanas con la socapa de la automatización o las capacidades de las máquinas calculantes anticipando un necesario futuro paradisíaco o infernal. Esta reflexión nos resulta no sólo de máximo interés histórico sino *profético* por la falsa disyuntiva presente en la cual se justifica el post —o trans— humanismo con el pretexto de la llamada «inteligencia artificial» la cual podría ser considerada una inédita y, posiblemente, pretenciosa neo sujeción de la máquina calculante a la que se refería Sadosky, con la ambiciosa intención de contrabandear una ficción antihumana bajo el ropaje de una simple interface semántica, ya prevista en la primeras computadoras de setenta años atrás, y que se quiere bautizar como *inteligencia artificial* cuando no sería más que una nueva representación de feria cuyo virtual objetivo conllevaría uniformar los discursos del pensamiento científico y de masas.

Hugo R. Mancuso

Palabras claves: Abstracción creativa — Algoritmo — Peticiones de información — Programación Informática — Lógica Simbólica.
Keywords: Creative Abstraction — Algorithm — Information Queries — Computer Science — Symbolic Logic.

La mecanización del cálculo

En el desarrollo de las matemáticas ha tenido y tiene una importancia fundamental la utilización de algoritmos y procedimientos que faciliten y simplifiquen la elaboración y la expresión de los conceptos. Dos ejemplos simples pueden permitir comprender este hecho: en la aritmética, la introducción de la numeración arábiga para expresar cualquier número; en la geometría, la utilización, ideada por Descartes, de las coordenadas numéricas para la resolución de problemas geométricos.

Escribir números en el sistema romano, por ejemplo, no presenta dificultades mayores, pero hacer operaciones (suma, resta, multiplicación, división) con los números así escritos es tan difícil que una división que, planteada en el sistema de numeración en uso actualmente, puede ser efectuada por un niño, era tarea que sólo podía ser efectuada por un especialista. Cualquiera que tenga nociones de geometría analítica sabe cómo problemas arduos encarados geométricamente (cálculo de intersección de curvas, determinación de lugares geométricos, etc.) se vuelven elementales si se dispone para resolverlos, gracias a la creación de Descartes, de todo el arsenal algorítmico del álgebra. Estos dos ejemplos, los más elementales entre los numerosísimos que en todos los campos de la matemática se encuentran, evidencian cómo el hallazgo del mecanismo apropiado al permitir simplificar el planteo de los problemas rebaja las dificultades de su resolución y hace accesible a la mente normal lo que pudo ser sólo comprendido por el genio.

A los efectos de este artículo nos interesa profundizar en las consecuencias de la utilización de un sistema de numeración adecuado en el desarrollo de la aritmética. En el sistema de numeración arábigo utilizamos para escribir cualquier número los nueve dígitos: 1, 2, ...9 y el cero. Cuando escribimos el número 1049 asignamos un valor distinto a cada uno de los dígitos según la *posición* que ocupa: el 9 representa nueve unidades, el 4 cuarenta unidades y el 1 mil unidades. Este tipo de escritura es, pues, una clave que simboliza la expresión: 1 X 103 + 4 X 10 + 9. Se trata de una clave tan simple que se aprende a cifrar y a descifrar en los primeros grados elementales.

Cuando se multiplica, por ejemplo, 1049 X 723, se siguen una serie de reglas que se han aprendido mecánicamente. Es previo a poder efectuar una multiplicación el conocimiento de la tabla pitagórica que da los productos de todos los dígitos entre sí; luego basta atenerse estrictamente a la norma de multiplicar primero todas las cifras del multiplicando (1049) por la de las unidades del multiplicador (723), después por la de las decenas y al fin por la de las centenas, escribiendo cada producto parcial en líneas horizontales corridas cada vez un lugar hacia la izquierda. Estas reglas mecánicas son las que permiten, mediante un simbolismo fácil, expresar el siguiente proceso:

```
1049
 723
_____
  4147
 2098
7343
_____
758427
```

$$1049 \text{ X } 723 = (1 \text{ X } 10^3 + 4 \text{ X } 10 + 9)\,(7 \text{ X } 10^2 + 2 \text{ X } 10 + 3) = 7 \text{ X } 10^5 + (7 \text{ X } 4)\,10^3 + (7 \text{ X } 9)\,10 + 2 \text{ X } 10^4 + (2 \text{ X } 4)\,10^2 + 18 \text{ X } 10 + 3 \text{ X } 10^3 + (4 \text{ X } 3)\,10 + 27 = 7 \text{ X } 10^5 + 5 \text{ X } 10^4 + 8 \text{ X } 10^3 + 4 \text{ X } 10^2 + 2 \text{ X } 10 + 7 = 758.427.$$

Para poder efectuar el producto de los números «desarrollados» hay que utilizar una serie de propiedades formales de la suma y la multiplicación (propiedad asociativa, distributiva, etcétera).

Se comprende que la mecanización adoptada en el cálculo corriente de este proceso no da única posible, ya que podría efectuarse el producto, por ejemplo, empezando por la cifra del multiplicador, en lugar de terminar por ella y aún tomar las cifras en forma desordenada siempre que se respetara la regla de *posición*. Lo que importa destacar es que, al haber lado reglas fáciles para la rutina del cálculo, haciendo su realización accesible a todo el mundo, aquél ha dejado de ser un trabajo para especialistas y se ha mostrado, en una forma práctica, la diferencia sustancial entre cálculo y pensamiento matemático.

Todo esto explica el afán de los matemáticos en idear mecanismos que los liberen de la realización del cálculo rutinario. Fue Pascal, en 1642, el primero que logró construir una máquina de sumar. La máquina de Pascal estaba constituida por seis ruedas montadas sobre un eje, en cada una de las cuales era posible escribir una cifra: 0,1, ... 9, imprimiendo a la rueda una rotación alrededor del eje proporcional a la cifra en cuestión; lo que hacía de la máquina de Pascal un instrumento capaz de realizar sumas era la existencia de un meca-mismo (trinquete del transportador) que, toda vez que una rueda volvía a pasar por la posición cero, hacía avanzar un diente de la rueda situada a su izquierda (ver fig. 1). En 1671, Leibniz ideó un mecanismo más complejo (construido en 1694) que merced a un dispositivo que permitía hacer girar simultáneamente todas las ruedas y volcar en un totalizador el resultado, lograba efectuar mecánicamente la multiplicación. Sobre la base de las ideas en que se fundamentó la realización de esas primeras máquinas, se efectuaron luego progresos importantes a medida que la técnica permitió incorporar a la construcción de los mismos mecanismos de relojería cada vez más afinados primero y elementos eléctricos después.

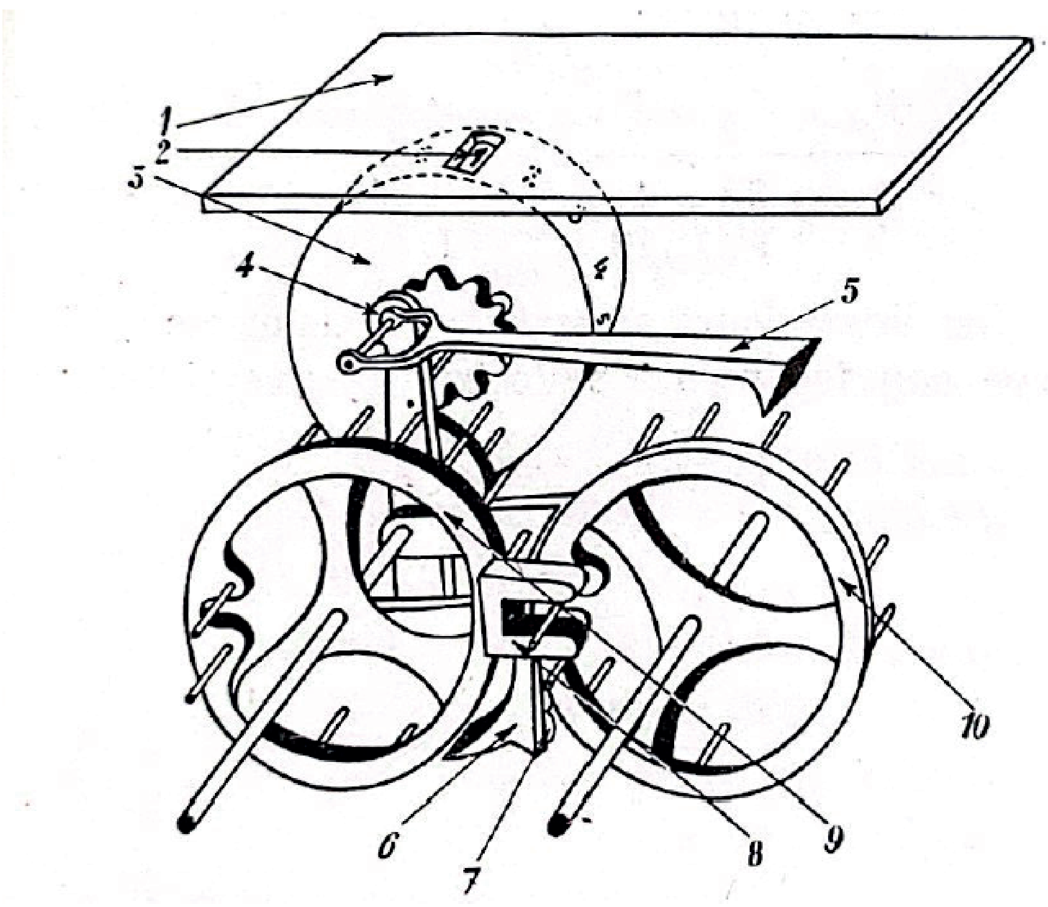

Figura 1. Mecanismo de la máquina de Pascal (de acuerdo al esquema que figura en la Enciclopedia de Diderot): 1) Platina; 2) ventanilla; 3) tambor; 4) pieza de sostén; 5) trinquete; 6) trinquete; 7) resorte; 8) peso; 9) rueda de las decenas; 10) rueda de las unidades.

Un momento nuevo en la evolución de las máquinas está señalado por el proyecto del profesor Babbage del *Analytical Engine*, en 1834. Babbage fue el primero en proponerse idear una máquina capaz, no sólo de realizar operaciones aisladas sino procesos de cálculo que comprendieran cadenas de operaciones.

Inspirándose en las máquinas tejedoras Jacquard, en las cuales mediante fichas perforadas se controla la reproducción fiel por los telares de los diseños del tejido, Babbage incluyó en su máquina un mecanismo capaz de recibir el «programa» de los cálculos mediante un código preestablecido. El *Analytical Engine* poseía también un sistema impresor automático para dar los resultados. Nuevamente fue el desarrollo de la técnica el que permitió pasar del proyecto de Babbage a las grandes realizaciones de los últimos quince años.

Las grandes máquinas de calcular

Gracias a los progresos de la telefonía automática, que elimina la intervención del hombre en las complicadas conexiones de diversos circuitos eléctricos, al desarrollo extraordinario de la radio-técnica y la televisión, y al avance teórico y práctico de la construcción de servomecanismos, ha sido posible construir máquinas con las que pueden llevarse a cabo complejísimas operaciones de cálculo con una rapidez que nadie hubiera podido imaginar veinte años antes. *[1]

Para planear una máquina capaz de hacer los cálculos que necesitan la ciencia y la técnica actuales fue necesario empezar por estudiar el mecanismo de los procesos de cálculo, pues siendo el objetivo que la máquina sea automática, es decir que pueda evitarse al máximo la intervención del calculista una vez que el cálculo se ha iniciado, será preciso conocer cuál es esa intervención para tratar de suplirla por medios mecánicos o eléctricos. Una vez expresado un problema mediante una fórmula adecuada, los pasos del proceso de cálculo son en esencia los siguientes: 1) Inscripción de los datos, 2) Realización de las operaciones de acuerdo con la fórmula, 3) Consulta de tablas de funciones (logarítmicas, trigonométricas, etc.), 4) Registro de resultados intermedios, 5) Registro del resultado definitivo. La utilización del resultado obtenido depende siempre del matemático que ha planteado el problema.

Dejemos por el momento de lado tanto la formulación del problema como la utilización del resultado (es decir los dos momentos que, a nuestro juicio, no son pasos del proceso automatizable) y limitémonos a los cinco pasos mencionados anteriormente. Utilizando una máquina de calcular de escritorio (manual o eléctrica) el calculista debe intervenir en todos los pasos del proceso. En efecto, con una de estas máquinas simples puede efectuarse en *pocos segundos* una operación tan dificultosa como la división de un número de 15 cifras por otro número de 15 cifras, sin más que escribir el dividendo, el divisor y apretar el botón que dice «división»; pero si con el resultado debe efectuarse cualquier cálculo ulterior es necesario que el calculista registre el resultado y vuelva a introducirlo en la máquina.

En las máquinas automáticas actuales, en cambio, es posible realizar toda una cadena de operaciones formulando un «programa»

[1] *Para dar una idea de la diferencia entre la rapidez de las modernas máquinas automáticas la de las máquinas de escritorio, citemos el caso del matemático D. H. Lehmer, especialista en cálculo numérico, que, hace unos años, dedicó setecientas horas de trabajo para demostrar que el número 2^{257} -1 no es primo. Con la máquina electrónica de Los Ángeles se llegó a la misma conclusión, empleando el mismo método, en 48 segundos. Desde la época de los griegos se estudian los *números perfectos*, como el 6 y el 28, que son iguales a la suma de sus divisores: 6 = 1 + 2 + 3; 28 = 1 + 2 + 4 + 7 + 14. Euclides demostró que los números perfectos son del tipo $2^{n\ 1}$ $(2^n – 1)$ si término escrito entre paréntesis es primo. Los antiguos llegaron a conocer 4 números perfectos. Euler llegó hasta el octavo, y antes de disponer de las máquinas electrónicas se conocían 12 números perfectos (el duodécimo de 77 cifras). Con las máquinas automáticas se han encontrado 5 números perfectos más.

en base al que han de hacerse los cálculos, para lo cual se traduce en el lenguaje de la «máquina» la fórmula íntegra que se debe calcular. En ese «programa» figura, además de las operaciones que deben efectuarse a partir de los datos inicialmente introducidos, el orden en que deben realizarse y la utilización que debe hacerse de los resultados intermedios. Por ejemplo, una orden puede ser la siguiente: «A partir de los números *a* y *b* que están registrados en los casilleros A y B, efectúese la suma *a* + *b*; compárese este resultado con el número *c* registrado en el casillero C y si es mayor que *c* bórrese el resultado; pero si, en cambio, es *a* + *b* menor o igual que *c* regístrese la suma en el casillero D y determínese su logaritmo para multiplicarlo por *a*. El resultado de esta última operación debe integrar el cuadro de resultados finales impreso por la máquina».

La numeración para las máquinas

Con evidente ventaja desde el punto de vista técnico, se reemplazó el sistema de numeración tradicional de base 10 por el sistema binario (de base 2) para la representación de los números que deben ser utilizados en el proceso de cálculo por una máquina electrónica. En realidad, el uso del sistema decimal ha sido impuesto por razones tradicionales de origen antropomórfico, pero ya los primeros matemáticos que reflexionaron sobre el tema, como Leibniz, comprendieron que la base 10 puede ser reemplazada por cualquier otra y, en particular, por la más simple de todas: la base 2.

En el sistema de base 2, o binario, se pueden escribir todos los números (de acuerdo con la misma ley ya analizada al hablar de la escritura de los números con 10 cifras) utilizando sólo las cifras *0* y *1*. Así se tiene:

Tabla 1.

Uno	Dos	Tres	Cuatro	Cinco	Seis	Siete	Ocho	Nueve	Diez	…
1	10	11	100	101	110	111	1000	1001	1010	…

(las sucesivas potencias de la base 2 están formadas por un 1 seguido de tantos ceros como indica el exponente).

En este sistema las tablas de sumar y de multiplicar se simplifican extraordinariamente ya que se reducen a:

Tabla 2

Tabla de sumar			Tabla de multiplicar		
+	0	1	x	0	1
0	0	1	0	0	0
1	1	10	1	0	1

Las operaciones se realizan formalmente igual que con los números decimales, por ejemplo:

Tabla 3

tres + siete		11		tres x cinco		11	quince
	+				x		
		111				101	
		1010:	diez			11	
						110	
						1111:	quince

Para hacer un cálculo mediante un mecanismo automático es ideal poder representar todos los números con sólo dos símbolos, que pueden ser caracterizados por la excitación de un *relais* (el uno) o por su no excitación (el cero). El haber resuelto la expresión de los números mediante dos símbolos, a pesar de su utilidad, constituye sólo un mínimo aporte a la solución del problema de hacer a la máquina capaz de recibir un programa completo de cálculos. Lo esencial a tal fin es haber logrado, también, mediante dos símbolos únicos, expresar proposiciones lógicas.

La lógica simbólica

Lo que se llama algebrización de la lógica no es un descubrimiento nuevo. Fue Leibniz el que tuvo la idea de someter a los entes lógicos a un cálculo análogo al algebraico. Las vinculaciones entre las proposiciones lógicas se establecen por medio de partículas como «y», «o», «no», cuya correspondencia con las operaciones algebraicas puede establecerse fácilmente [1]. En efecto, si se tienen por ejemplo dos clases de entes: A) hombres, B) argentinos, la clase de «hombres y argentinos», constituida por los entes que tienen *los dos* atributos, puede considerarse como el *producto lógico* de las dos clases (fig. 2, I).

En cambio, la clase formada por los «hombres o argentinos», constituida por los que tienen uno o ambos atributos, es la *suma lógica* «y/o» de las dos clases (fig. 2, II).

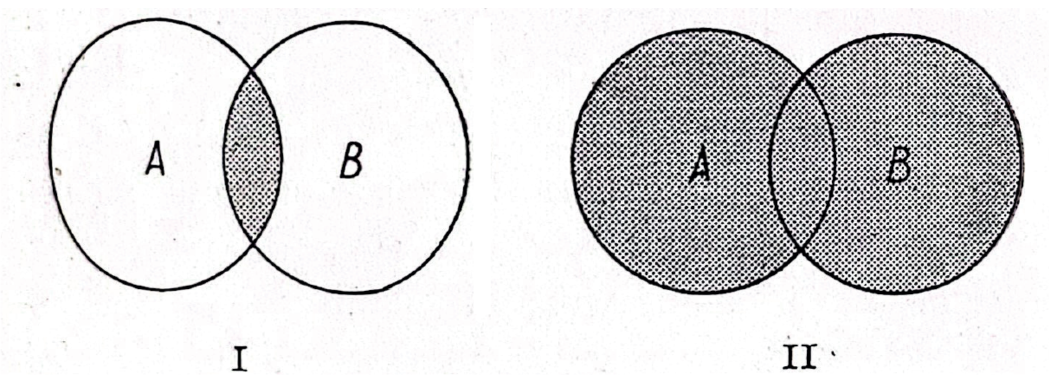

Figura 2
I. La zona rayada representa: los hombres argentinos; II. La zona rayada representa a todos los hombres argentinos y extranjeros y a todos los argentinos hombres y mujeres.

También puede definirse la suma lógica «exclusiva» de dos clases como el conjunto de los entes que tienen sólo uno de los atributos de ambas clases (fig. 3, II).

Si procuramos vincular a estos dos conceptos A y B, un tercero, por ejemplo C: «mayores de 18 años», se pueden hacer operaciones lógicas como la simbolizada por la relación: (A + B) C = AC + BC (fig. 3, 1), cuya significación se interpreta fácilmente de acuerdo al gráfico de la figura 3, I (tomando, en este caso, el símbolo de «suma» como equivalente a «y/o»).

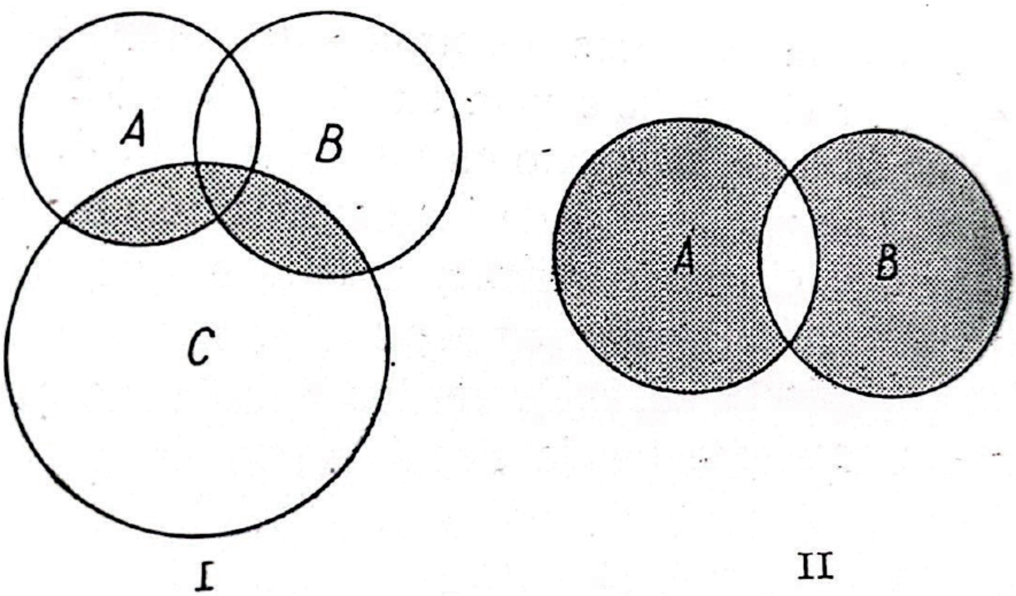

Figura 3.
II. La zona rayada representa a todos los hombres que no son argentinos y a todos los argentinos que no son hombres.

Lo característico de esta álgebra simbólica es que, de acuerdo a la definición, resulta: «A x A = A^2 = A» lo cual, según las leyes de la aritmética, sólo puede ocurrir si A toma únicamente los valores *cero* o *uno*. Siendo que en la lógica sólo se admiten dos posibilidades: una proposición o es verdadera o es falsa, es claro que resulta cómodo atribuir el valor *uno* a las proposiciones verdaderas y el *cero* a las falsas, y entonces todas las operaciones de la lógica formal (suma lógica, producto lógico, negación, implicación, equivalencia lógica, etc.) pueden expresarse en forma algebraica sencilla como lo demuestran las tablas siguientes, donde A y B simbolizan proposiciones que pueden ser verdaderas (V) o falsas (F) a las que corresponden los valores *a* y *b* que sólo pueden ser *1* ó *0*. (Ver tabla 4. Tablas de verdad)

Tabla 4. Tablas de verdad

Proposiciones A	B	Suma lógica "o/y"	Producto lógico "y"	Negación A´ es no A
		a + b - ab	ab	1 – a
V	V	1	1	0
F	V	1	0	1
V	F	1	0	0
F	F	0	0	1

Proposiciones A	B	Implicación Si A, entonces B	Equivalencia lógica	Suma "o" exclusiva
		1-a + ab	1-a-b + 2ab	a+ b – 2ab
V	V	1	1	0
F	V	1	0	1
V	F	0	0	1
F	F	1	1	0

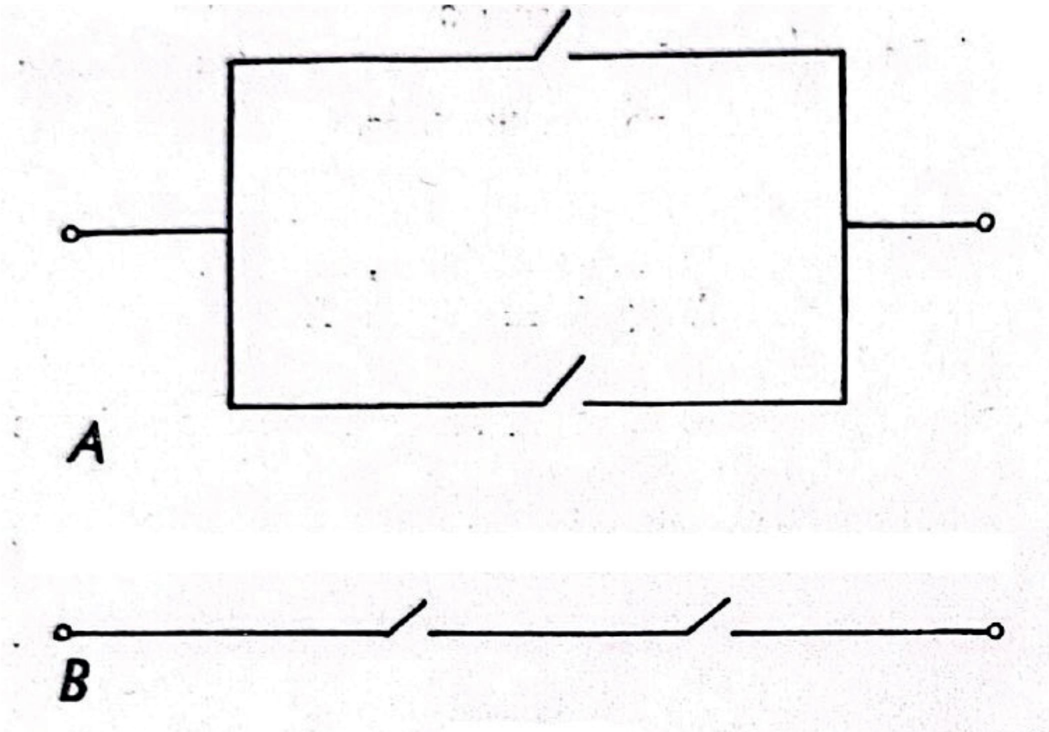

Figura 4.

Mediante circuitos eléctricos es muy fácil objetivar el producto y la suma lógica, ya que en un circuito dispuesto en paralelo (fig. 4, A), basta que una u otra de las llaves esté cerrada para que circule corriente, mientras que si el circuito está dispuesto en serie (fig. 4, B) es imprescindible la conexión de las dos llaves para que la corriente pueda circular.

Shannon [7], ingeniero especialista en telefonía automática, fue quien estudió (1938) las analogías entre el cálculo de proposiciones de la lógica y el análisis de los circuitos eléctricos, haciendo ver como todo cálculo de proposiciones de la lógica formal podía realizarse mediante un circuito apropiado, y recíprocamente, cómo todo circuito podía ser reducido a su mínima expresión si se hacían las simplificaciones en el cálculo proposicional correspondiente.

Estos descubrimientos podrían hacer pensar que se ha cumplido el sueño de Leibniz, a cuya formulación teórica contribuyeron los progresos realizados en el manejo del álgebra simbólica por Boole (1854) y sus continuadores, ya que Leibniz decía refiriéndose «al cálculo nuevo y maravilloso» que había creado, que «procede en forma no menos exacta que la aritmética o el álgebra», y que «empleando este cálculo se pueden terminar para siempre las controversias, en cuanto sea posible terminarlas, a partir de los datos, utilizando sólo la pluma, para que baste a los dos contendientes decirse, sin hablar más, *calculemos*, como si fueran dos matemáticas discutiendo una cuestión de cálculo» [3].

Sin embargo, así como no hay identidad entre matemática y lógica [5], mucho menos hay identidad entre pensamiento y lógica formal; el «*calculemos*» de Leibniz es una utopía, pero es evidente que para los constructores de máquinas de calcular a las cuales deben dárseles órdenes complejas, pero en definitiva siempre reducibles a cálculos, el lenguaje del álgebra simbólica es un instrumento precioso.

La retención de resultados en las máquinas automáticas

Lo que antecede puede dar una idea, siquiera sea somera, de los caminos por los que se ha llegado a resolver el problema de construir máquinas capaces de recibir programas de trabajo. Interesa ahora esbozar cómo se ha encarado otro de los problemas más arduos: el de idear mecanismos capaces de retener los resultados intermedios. Es falso suponer que tales mecanismos deban reemplazar a la memoria del calculista; en realidad, lo que se necesita, y lo que en buena medida se ha lo grado, es *imitar* una especie de retención mucho más rudimentaria que la memoria misma. La memoria es un mecanismo tan complejo que aún los psicólogos no han dado una explicación satisfactoria de su funcionamiento posible; pero es interesante ver de qué medios se han valido los constructores para proyectar los elementos que han de desempeñar en las máquinas las funciones de retentores de resultados.

Hay varios tipos de soluciones: magnética, acústica, electrostáticas, etc. La «memoria» magnética está basada en la posibilidad de hacer que las variaciones de circuitos eléctricos determinen, sobre un alambre o cinta o tambor, revestido de material magnético, alteraciones magnéticas localizadas que pueden ser a su vez convertidas en variaciones eléctricas de una manera automática. La «memoria» magnética tiene la ventaja de la facilidad con que pueden borrarse los datos que dejan de interesar.

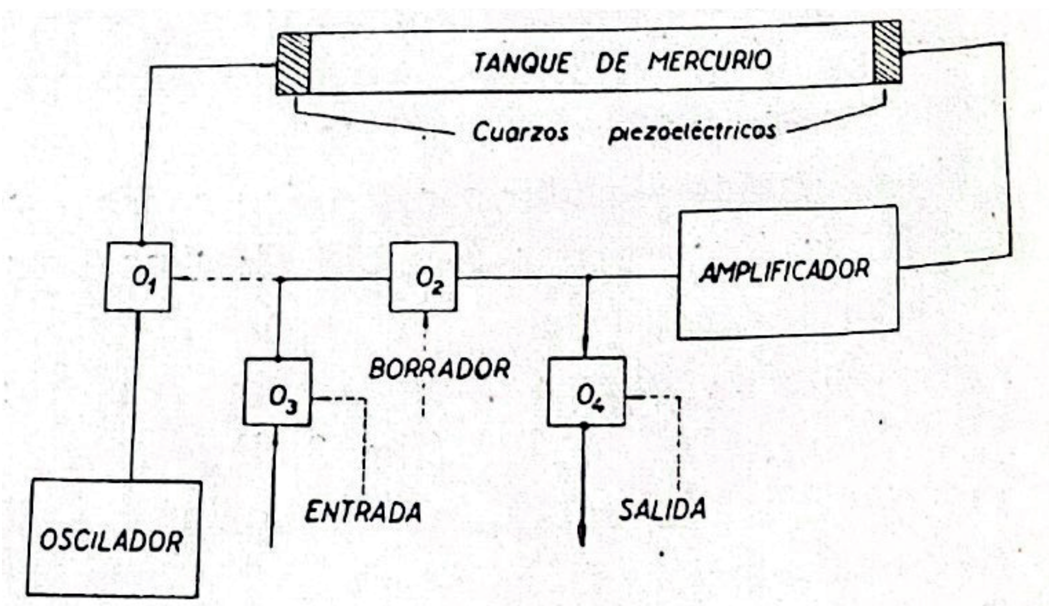

Figura 5.

Otra solución es la «memoria» acústica. Consiste, esencialmente, en un tubo lleno de mercurio que tiene en sus extremos dos cristales de cuarzo piezoeléctrico (fig. 5); el número que se trata de retener llega al cristal de entrada en forma de sucesivos impulsos eléctricos, el cristal transforma esos impulsos en vibraciones ultrasonoros cuyas inda se propagan en forma retardada a través del mercurio; al llegar al otro extremo del tubo el segundo cristal vuelve a transformar las ondas ultrasonoras en impulsos eléctricos que, pese a su deformación, al llegar a un obturador 0_1 permiten que las pulsaciones de un generador entren en el tubo de mercurio igual que la primera vez, con lo cual se logra mantener en forma indefinida la circulación del impulso. Una combinación de obturadores 0_2, 0_3, 0_4, permite la eventual lectura, salida o registro de los impulsos. Un tubo de mercurio de este tipo, de 50 a 70 centímetros de largo, permite almacenar aproximadamente 1000 impulsos. Una desventaja de la «memoria» acústica es su extrema sensibilidad a los cambios de temperatura.

Se conocen ya dos soluciones electrostáticas del problema de la retención de resultados que, por otra parte, se presentan como las más promisorias. Una es el selectrón de Rajchman y otra el tubo de rayos catódicos de Williams. La máquina de Princeton, que es capaz de realizar 100.000 sumas y 2.000 multiplicaciones por segundo tiene como organismo de retención de resultados intermedios, un sistema de 40 tubos de Williams. Se puede acceder a este órgano en 25 microsegundos y él es capaz de registrar 1024 número cada un de 40 dígitos binarios.

Se comprende que la retención de los resultados útiles que van apareciendo en el proceso de cálculo, así como el registro o anulación de los mismos, debe ser muy rápido, porque de lo contrario se invalida toda la celeridad lograda en el cálculo mismo.

Otras máquinas automáticas

Los ambiciosos proyectos de los constructores de máquinas automáticas no se han limitado a concebir y realizar grandes máquinas de cálculo; en posesión de una técnica adecuada apareció como natural encarar la posibilidad de construir máquinas aptas para recibir un programa mucho más complejo que el desarrollo de una fórmula matemática bien determinada. Entre los proyectos elaborados merece citarse el de Shannon para la construcción de una máquina que juegue al ajedrez [8]. Fue formulado hacia 1948, pero hasta ahora no ha sido puesto en práctica. Para caracterizar una posición en el ajedrez deben quedar registrados por lo menos los siguientes datos: 1) las posiciones de todas las piezas en el tablero; 2) la orden sobre el color a quien corresponde la jugada siguiente; 3) el registro de los movimientos de los reyes y las torres para que el enroque sea posible. Habría que adoptar, además, una función de evaluación, f (P), que aplicada a una posición cualquiera P, permitiera afirmar si dicha posición es ganadora, perdedora o de empate. En el caso del ajedrez, tal función no está totalmente definida, ya que varia de jugador la apreciación de cada situación, lo que dificulta grandemente el problema. Sin embargo, se sabe que es habitual considerar que un alfil es equivalente a un caballo, o que un caballo es equivalente a tres peones, que las torres valen más cuando están sobre líneas abiertas, que los peones aislados son débiles, etc.; es decir, que existen ciertas normas aunque no sean rígidas. De acuerdo, pues, a la experiencia y a la opinión de los grandes jugadores, Shannon pudo adoptar una función de evaluación. Adoptada la función se presenta un problema de tipo estratégico, ya que a cada jugada se plantea no sólo la elección entre todos los posibles movimientos de aquél que favorezca al máximo al que juega, sino a la vez de aquel que de al contrincante las posibilidades mínimas. Cuantas más posibles respuestas se tengan en cuenta mayor es la capacidad del jugador y mayor la eficacia del mecanismo con que se lo imita.

Si bien el proyecto de Shannon da las especificaciones técnicas precisas, el «jugador electrónico de ajedrez», no ha sido construido. Están realizados en cambio los menos ambiciosos, pero no menos ingeniosos jugadores de Nim. El Nimatrón «juega» una especie de ajedrez simplificado, llamado Nim, que consiste en los siguiente: distribuido un número arbitrario de palillos en un número arbitrario de montones en cada uno de los cuales hay un número cualquiera de palillos, el primer jugador puede sacar uno, dos, tres, … palillos o un montón completo, pero de un solo montón. El rival puede hacer otro tanto, y así alternativamente. El jugador que saca el último palillo gana la partida. Quien practique el juego estimará fácilmente el grado de su dificultad. A diferencia del ajedrez, el Nim tiene una función de evaluación de las posiciones rigurosamente definida, de modo tal que, si una posición es vencedora para uno de los jugadores, la subsiguiente podrá seguir siéndolo, cualquiera sea la respuesta del contrario. En efecto, se demuestra en base a un teorema de la teoría de números [4] que, si se escriben los números de los elementos de cada montón en el sistema binario y se suman, la posición es vencedora cuando la suma (escrita en numeración decimal) sólo contiene números pares.

En posesión de la ley matemática que rige el juego es posible construir el circuito correspondiente, y toda vez que la máquina parta de una posición vencedora ganará, así como puede ganar, siendo la posición perdedora, si el contrincante no conoce la ley del juego.

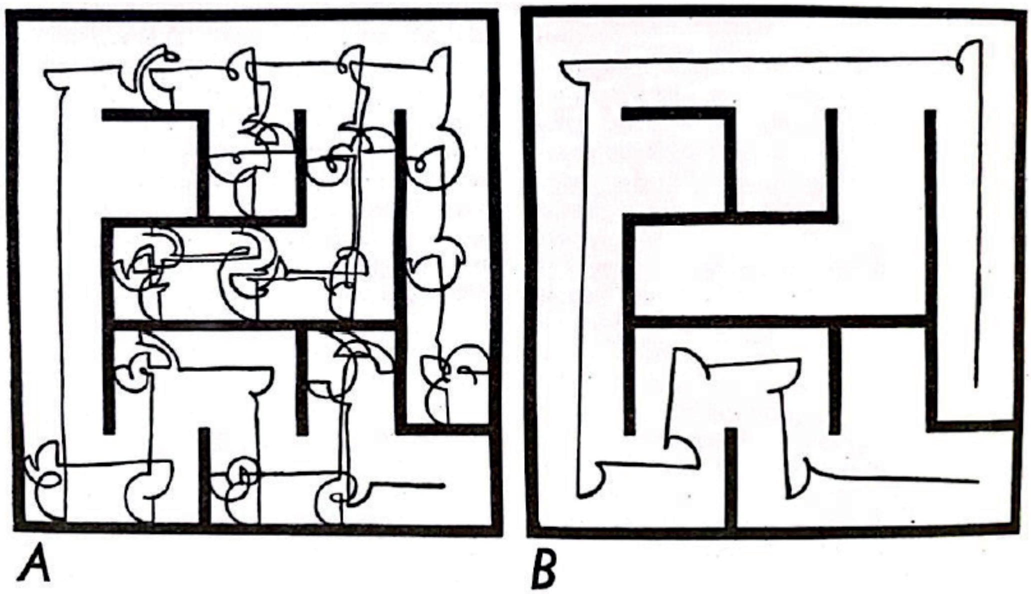

Figura 6. El "ratón" de Shannon.

Desde el punto de vista del automatismo interesa señalar otro tipo de realizaciones que, si bien están aún en grado experimental, pueden ser el origen de importantes construcciones útiles. El «ratón» de Shannon, concebido en el intento de solucionar la simplificación de las conexiones en la telefonía automática, es un mecanismo electrónico dotado de un aparato de retención o «memoria» realmente sorprendente [9]. Colocado en un laberinto de paredes perpendiculares (como el representado en la figura 6, A) el «ratón», que se mueve en línea recta, o efectúa giros de 90 grados, dobla o retrocede al chocar con las paredes recorriendo así las diversas cámaras del laberinto, volviendo a veces sobre sus pasos y dando la impresión de un animal enloquecido. Pero, después de varios choques y retrocesos, el «ratón» logra llegar a la salida en 2 ó 3 minutos. El mecanismo está preparado para retener sólo el camino justo, borrando todo lo correspondiente a las hesitaciones, de modo tal que, si después de la primera recorrida, se coloca otra vez al «ratón» al comienzo del laberinto (fig. 6, B), recorre directamente el camino hasta la salida empleando para hacerlo menos de 15 segundos.

Es precisamente este sorprendente mecanismo ideado por Shannon el que utiliza el fisiólogo Arturo Rosenblueth, en su artículo «La psicología y la cibernética» [6], como ejemplo de máquina no sólo capaz de aprender sino de *aprender por sí sola*. A nuestro juicio no tiene sentido hablar de aprendizaje si se tiene en cuenta que el «ratón» de Shannon ha sido construido para efectuar *exclusivamente* la tarea de recorrer el laberinto, y que es el constructor el que ha planeado la organización de los elementos que han de permitirle eliminar de su mecanismo de retención todos los pasos no útiles de su primera recorrida.

Rosenblueth define en una forma peculiar lo que es memorizar, aprender, decidir, pensar, y después agrega: «¿para qué inventar una nueva palabra cuando la operación así definida la hace la máquina?». Aquí radica la falacia del razonamiento; no es cierto que la memoria sea sólo «el depósito transitorio de una información» ni que aprender sea «realizar un acto después que ha sido realizado previamente conducido por un manipulador». Estos términos tienen un significado mucho más rico que desborda completamente del marco en que pretenden comprimirla esas definiciones.

Rosenblueth, que se coloca en una posición conductista, saca de la similitud exterior de una acción de la máquina con una actividad animal, una conclusión cuya superficialidad nos parece evidente.

La extrapolación del conductismo es una entre las muchas a que la cibernética ha dado origen.

En general, sería necesario hacer una discusión a fondo del problema de los niveles para evitar las falacias a que conduce la equiparación de los organismos vivos con las imitaciones mecánicas de algunos aspectos de su comportamiento [2].

Por ahora sólo nos limitaremos a enumerar algunas de las cosas que, obviamente, las máquinas no pueden hacer. En primer lugar, la máquina no puede operar, en ningún caso, con entes abstractos: para la máquina de Pascal el número 5 es una rotación determinada de una rueda, para la máquina moderna es un conjunto de pulsaciones eléctricas; las ideas abstractas son sólo creadas y utilizadas por el espíritu humano. La máquina, que es construida por el hombre, es incapaz de salir de las determinaciones que el constructor le impone, y aun cuando éste la dote de mecanismos de autocontrol, éstos también son preestablecidos. La máquina no puede aprender en cuanto desarrolla sus funciones con un programa prefijado.

La máquina no puede inventar, puesto que carece de interés y de imaginación. La máquina es incapaz de aprovechar los resultados de sus propias realizaciones. La máquina no juega. La máquina no puede «jugar» al ajedrez, ni al Nim, ni a ningún juego, pues para *jugar* se necesita la decisión, voluntad u obligación de hacerlo, y la máquina sólo puede imitar la parte «mecánica» del juego y ninguno de los otros aspectos que esa actividad involucra.

Conclusión

En el campo tecnológico y científico, todos los esfuerzos que se hagan para incrementar el automatismo y la estabilidad de mecanismos que pueden desempeñar funciones más en más complejas, debe ser bienvenido. Pero cuando, basándose en estas conquistas de la ciencia y la tecnología, los «ideólogos» se aventuran en una serie de formulaciones filosóficas y sociológicas sobre la substitución integral del hombre por la máquina, la cibernética se transforma en una vasta empresa de mistificación, se convierte en un capítulo de la *science-fiction* que, desde la descripción de los platos voladores a la de la invasión de la Tierra por los marcianos, contribuye a fomentar el irracionalismo en todos sus aspectos.

Referencias

1. Boole G. An investigation of the Laws of Thought on Which are Founded the Mathematical Theories of Logic and Probabilities. London: Cambridge Macmilland and Co; 1854.
2. Bunge M. Do machines think? Br J Philos Sci.1956;7(26):139-48. DOI: 10.1093/bjps/vii.26.139
3. Couturat L. La logique de Leibniz D'après des documents inédits. Paris: Alcan; 1901.
4. Hardy GH, Wright EM. An introduction to the Theory of Numbers. Oxford: Clarendon Press; 1938.
5. Poincaré H. Ciencia y Método. Buenos Aires: Espasa-Calpe; 1946.
6. Rosenblueth A. La psicología y la cibernética. Cuad Am. 1954:75(3):91-104. Disponible en: http://www.cialc.unam.mx/ca/CuadernosAmericanos.1954.3/CuadernosAmericanos.1954.3.pdf
7. Shannon CE. A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits. Trans. AIEE. 1938;57(12):713-23. URI http://hdl.handle. net/1721.1/11173
8. Shannon CE. Programming a computer for playing chess [Communicated by the Author]. Murray Hill, NJ: Bell Telephone Laboratories. Available from: https://www.pi.infn.it/~carosi/chess/shannon.txt Sci Am. 1950;182(2):48-51. [la referencia de Scientific American lleva a este artículo: A Chess-Pleying Machine. Available from: https://www.jstor.org/stable/24967381]
9. Shannon CE. Presentation of a maze-solving machine. In: Von Foerster H, Mead M, Teuber HL, editors. Transactions of the Eighth Conference of Cybernetics. New York: Josiah Macy Jr. Foundation; 1951. p. 173-80.

Reproducción en nuestra tapa:

Mariel Palomba. *Villa Santa Paula*, 2022, técnica digital.

Agradecemos a Mariel Palomba, ilustradora digital, la autorización para la reproducción de su obra *Villa Santa Paula*.

Datos de contacto:
Mariel Palomba <marielpalomba@gmail.com>