

Una mirada a los inicios de la computación moderna en el centenario del nacimiento de Alan Turing<sup>1</sup>

### Alan Turing, fundador de la ciencia de la computación

Hoy en día se suele definir a Turing de esta manera simplificada. Pero es estrictamente cierto: en un época sin computadoras Turing (*Fig. 1*), uno de los pensadores más originales del siglo XX, plantó la semilla de la cual surgió todo lo que hoy en día está relacionado con ellas: el procesador, la memoria, el procesamiento digital, el software...

Siendo estudiante en King's College de Cambridge (Gran Bretaña) su interés inicial por la Física fue derivando hacia cuestiones formales de la fundamentación de la Matemática, un tema álgido en las primeras décadas del siglo XX. En particular se interesó por uno de los problemas planteados por David Hilbert, uno de los matemáticos más destacados del momento: ¿Puede existir un método para decidir si una dada afirmación matemática es demostrable? Turing resolvió este problema trabajando en soledad a los 23 años de edad, y en el camino inventó la ciencia de la computación. Nadie (ni siquiera Turing) se dio remotamente cuenta de su profundo significado hasta mucho tiempo después. **Todas las computadoras modernas, desde las laptops a los videojuegos, desde los teléfonos hasta los robots que aterrizan en Marte, son exactamente lo que Turing mostró en su artículo de 1936.**



Fig.1 Alan Turing

### La mecanización del pensamiento matemático

El problema de Hilbert era la inspiración del trabajo, pero la mayor parte del mismo se trata de lo que Turing llama "números computables", que se pueden entender fácilmente. ¿Qué es un número computable? Es un número cuyos decimales pueden ser escritos por una máquina. Era algo muy raro de decir en 1936. "Computadora", en esa época, no significaba una máquina, como significa ahora, sino una persona que calcula. Ya existían máquinas de calcular, de sumar, etc. Pero en 1936 no existía ninguna máquina capaz de hacer lo que Turing pedía de manera tan general. Las computadoras (en el sentido moderno) no existían. Turing sacó el concepto de su galera matemática.



autor:  
 Guillermo  
 Abramson

Doctor en Física (IB-CNEA)  
 Docente (IB-CNEA)  
 Investigador (CONICET)  
 Coordinador de la Maestría en Ciencias Físicas (IB-CNEA)  
 Especialista en el modelado matemático de sistemas epidémicos y otros sistemas ecológicos  
 Divulgador científico<sup>2</sup>

"Calculable por una máquina", para Turing, viene de la asociación entre lo humano y la máquina, que se convertiría en un tema central a lo largo de toda su vida. Se plantea la cuestión de qué podría lograr una persona llevando a cabo *una tarea metódica*. Esto lo lleva a formular su análisis en términos de una "máquina" teórica, capaz de realizar operaciones elementales, predefinidas, sobre una secuencia de símbolos impresos en una cinta. Argumenta que cualquier cosa que a uno se le pueda ocurrir que significa "metódico", esta máquina lo podría hacer tan bien como una persona.

La máquina es increíblemente sencilla (*Fig. 2*). Consta de un "scanner" que se desplaza sobre la cinta leyendo los símbolos uno por vez. Tiene además un conjunto de estados posibles. La "tarea metódica" está especificada mediante una tabla que, de acuerdo al estado y al número leído, dice qué tiene que hacer. Y lo que puede hacer es muy limitado: puede borrar o escribir un número, puede cambiar de estado, y puede moverse a la izquierda o a la derecha. En terminología moderna, el "método" que lleva a cabo la máquina es un *algoritmo*. La tabla que define las operaciones que hace la máquina con los símbolos impresos, es el *software*<sup>3</sup>. *Turing inventó el software*.

Turing muestra cómo estas máquinas, así de sencillas, no sólo pueden escribir sus "números computables", sino que también pueden llevar adelante cualquier cálculo matemático imaginable, tan sólo moviendo unos y ceros de atrás para adelante y de adelante para atrás. Más aún, cualquier tipo de información podía codificarse numéricamen-

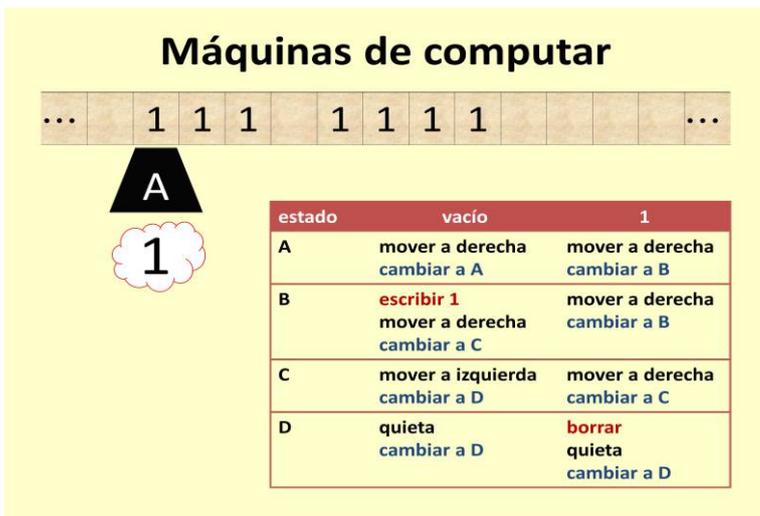


Fig.2 Una máquina de Turing. El scanner es el trapecio negro (que muestra el estado de la máquina). La nubecita indica el número leído. La tabla define una máquina que suma los dos números escritos inicialmente (3 y 4, en representación "unaria"). El proceso lleva 10 pasos. ¿Te animás a hacerlo a mano?

Gran Bretaña sobrevivir la batalla del Atlántico gracias a una ingeniosa combinación de teoría y máquinas de calcular. Por otro lado, los métodos de análisis probabilístico de la información que desarrollaron independientemente Turing en Inglaterra y Claude Shannon y Harry Nyquist en Estados Unidos (aunque se conocieron durante la guerra cuando Gran Bretaña y Estados Unidos unificaron sus esfuerzos en criptografía), dieron origen a toda la actual Teoría de la Información. Los algoritmos de encriptación de información basados en números primos, que hoy usamos en cada compra con tarjeta de crédito, así como el cifrado de las comunicaciones telefónicas, hoy presentes en cada archivo de audio MP3 y en

te y procesarse de la manera que uno quisiese. Son todos conceptos súper familiares para nosotros. *No así en 1936.* Fue el momento en que nació la Era Digital.

cada foto JPG, también tienen su origen en estos trabajos.

### La Máquina Universal

Como parte de su demostración Turing inventó una máquina adicional, capaz de imitar lo que hacen las otras máquinas. Una Máquina Universal, que es la única que necesitamos: no se necesita una máquina para cada tarea computable. La Máquina Universal es, decimos hoy, *programable*. Turing llegó a demostrar la generalidad de la computación, que **una máquina programable puede llevar a cabo la operación de cualquier máquina de computar**. Es sin duda uno de los grandes logros intelectuales del siglo XX. Ciertamente, Turing no "inventó" la computadora. Pero se creía que cada computadora debería ser diseñada para un propósito específico. Aún en la década del 50, más de 15 años después del trabajo de Turing, los ingenieros que diseñaban las primeras computadoras digitales no habían acabado de visualizar a la computadora como una herramienta lógica, más que de cálculo. Desde el punto de vista que considera a las computadoras como materializaciones de conceptos matemáticos, el papel de Turing es destacadísimo.

Las máquinas que diseñaron y construyeron durante el esfuerzo bélico le permitieron a Alan vislumbrar la posibilidad de encarnar su Máquina Universal en un verdadero dispositivo. Y efectivamente, los años posteriores a la guerra vieron surgir las primeras computadoras rudimentarias en este sentido moderno. Turing las veía como un primer paso hacia un destino inevitable: la creación de una verdadera inteligencia artificial. Sus contribuciones en este campo lo alejaron de la Lógica Matemática, llevándolo al diseño del hardware y del software y a la filosofía. También comenzó a abordar otro problema de códigos sumamente difícil: la morfogénesis, la aparición de las formas de los organismos durante el desarrollo embrionario. Nada se sabía aún del ADN ni su código genético, ni de su rol en la regulación de las proteínas. Como siempre, Turing formuló sus modelos impulsado por la fuerza de la lógica y la matemática. Sus contribuciones en este campo fueron el origen del estudio matemático de la dinámica no lineal.

### Construir un cerebro

Durante los años de la Segunda Guerra Mundial Turing participó de manera decisiva para quebrar el código de los mensajes cifrados de la marina nazi, permitiendo a

#### ABREVIATURAS

CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica

CONICET: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

IB: Instituto Balseiro

#### REFERENCIAS

1 Alan Mathison Turing (1912-1954) fue un matemático, lógico, científico de la computación, criptógrafo y filósofo británico.

2 Página Web del autor: [guillermoabramson.blogspot.com](http://guillermoabramson.blogspot.com)

3 Según el diccionario de la Real Academia Española: *Voz Inglesa. Conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora.*



Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable

Comisión Nacional de Energía Atómica

Tel: 011-4704-1485 [www.cnea.gov.ar/ieds](http://www.cnea.gov.ar/ieds)

Av. del Libertador 8250 - (C1429BNP) C. A. de Buenos Aires - República Argentina

Año de edición: 2013 ISBN: 978-987-1323-12-8