

¿Qué aportaciones hizo Turing y von Neumann a la  
computación?

Daniela Garduño Fernández

Universidad Autónoma del Estado de México

Unidad Académica Profesional Tianguistenco

Ingeniería de software

Programación de paralela S6

## **Introducción**

¿Qué aportaciones hizo Turing y von Neumann a la computación?

Nuestras computadoras, teléfonos celulares y tabletas, hasta televisores con funciones de computador, ahora pueden ejecutar cualquier programa que les instales, básicamente cualquier dispositivo que tenemos hoy en día puede ejecutar todo tipo de software.

Pero alguna vez se preguntaron, ¿de dónde nace realmente la computadora que hoy usamos?, ¿a quién se le ocurrió la brillante idea de crear una máquina que pudiera hacer muchas tareas a la vez?

Dos de los grandes Científicos y genios de la historia fueron los que dieron muchas aportaciones y las bases importantes para la informática, la seguridad informática, la programación y todo el mundo de las computadoras que hoy en día conocemos y que es muy común, pero para el tiempo en el que vivían fue una de las cosas que le dio un giro al mundo.

## **Desarrollo**

### **Alan Mathison Turing.**

Alan Turing conocido como el padre de la computación que ganó una guerra, Alan Mathison Turing es un personaje famoso entre los informáticos, gracias a todas las aportaciones, es uno de los genios informáticos más grande de la historia, matemático, filósofo y científico que hoy sería más reconocido como hacker, cuyo estudio a la criptología influyó para evitar miles de muertes en la segunda guerra mundial.

En 1936 publicó el artículo “sobre números computables con una aplicación al Entscheidungsproblem” (problema de decisión”) que resultó ser el origen de la informática teórica. En él definía qué era computable y qué no lo era. Lo computable era todo aquello que podía resolverse con un algoritmo (conjunto de instrucciones finito que, mediante pasos sucesivos, lleva a la solución de un problema). El resto eran tareas no computables.

Turing demostró que había problemas irresolubles, es decir, sin solución algorítmica. Para dar forma al concepto ideó la famosa máquina que lleva su nombre, un dispositivo imaginario que, una vez construido, podría ejecutar cualquier operación matemática resoluble por medio de un algoritmo, y que, en el caso de programarse, se transformaría en un ordenador. Pero Turing jamás llegó a materializar su proyecto, al no contar con los medios técnicos necesarios.

Además de que todos reconocen que Alan Turing cambió el mundo o así lo dicen muchas personas, gracias a él podemos escribir textos y guardarlos, navegar por internet, escuchar música y no tenemos que desechar una computadora por cada vez que la usamos. El ordenador universal de programa integrado de Turing nos cambió la vida, en pocos años las ideas de Turing hicieron que la computadora creciera exponencialmente, el invento surgió cuando estaba analizando de forma filosófica un asunto sobre los fundamentos de las matemáticas, en el Turing sentía las bases de una máquina universal, la Máquina de sus sueños por fin se estaba creando, gracias a los distintos programas instalados en sus memoria, podía

ejecutar tareas a realizar otra totalmente diferentes , nos puede parecer ahora una tarea de las más normales pero para ese tiempo el creer en ese “sueño” era casi imposible de cumplir. Algunos personajes como Charles Babbage intento hacerlo, pero nunca lo pudo ejecutar ya Turing eso no lo servía, su ambición fue más grande y eso le permitió llegar a construir la computadora más increíble del mundo.

Turing necesitaba que su máquina pudiera funcionar de una manera veloz y que le permitiera almacenar las instrucciones y la información de un modo relativamente compacto, avances para los que ayudo la electrónica.

En 1938, el gobierno británico lo llamó para dirigir un equipo en Bletchley Park, el centro de criptografía del país. Su sección, la Hut 8, responsable del criptoanálisis naval alemán, tenía como principal misión descifrar los mensajes de las máquinas Enigma. Estas transmitían órdenes codificadas a los submarinos nazis que operaban en el Atlántico.

Turing lo logró. De su ingenio nació el diseño de las primeras máquinas Bombe, dispositivos electromecánicos, contruidos exclusivamente para romper los códigos de Enigma. Se produjeron 211 unidades en Bletchley Park y unas 120 en Estados Unidos. Pero, terminada la guerra, el primer ministro británico ordenaría destruirlas junto con los documentos vinculados a su creación. La contribución de Turing en Bletchley Park se reveló crucial para el desenlace de la guerra a favor de los aliados.

En 1945 crearía el primer diseño en detalle de un ordenador de almacenamiento programado, el ACE(Automatic Computing Engine), y en los años siguientes comenzó a preguntar sin un ordenador podría reproducir música o pensar por si solo, esto quiere decir a que si una computadora podía ser inteligente, para realiza esto propuso un experimento estándar llamado “test de Turing”, esto consistía en que si un humano no puede distinguir las respuestas dadas por un ordenador de las de otro humano, la maquina puede considerarse inteligente, un ejemplo actual son las captchas de google: en el que la computadora nos pone una prueba para saber si somos un robot o un humano.

La prueba de Turing o test de Turing es un examen de la capacidad de una máquina para exhibir un comportamiento inteligente similar al de un ser humano o indistinguible de este. Alan Turing propuso que un humano evaluara conversaciones en lenguaje natural entre un humano y una máquina diseñada para generar respuestas similares a las de un humano. El evaluador sabría que uno de los participantes de la conversación es una máquina y los intervinientes serían separados unos de otros. La conversación estaría limitada a un medio únicamente textual como un teclado de computadora y un monitor por lo que sería irrelevante la capacidad de la máquina de transformar texto en habla. En el caso de que el evaluador no pueda distinguir entre el humano y la máquina acertadamente (Turing originalmente sugirió que la máquina debía convencer a un evaluador, después de 5 minutos de conversación, el 70 % del tiempo), la máquina habría pasado la prueba. Esta prueba no evalúa el conocimiento de la máquina en cuanto a su capacidad de responder preguntas correctamente, solo se toma en cuenta la capacidad de esta de generar respuestas similares a las que daría un humano.

En 1947 Turing pasó a dirigir el Computing Machine Laboratory de Manchester, donde desarrolló un nuevo ordenador, el MADAM (o Manchester Mark I). Era una computadora que almacenaba un programa en su memoria principal, pero que tenía más capacidad que su antecesora.

Por entonces, Turing estaba muy interesado en la inteligencia artificial, en el modo de imitar artificialmente las funciones del cerebro humano. Con todo, su mejor contribución en este campo volvió a ser en el ámbito teórico, con el estudio *Computing Machinery and Intelligence* (Máquinas de computación e inteligencia, 1950). En él, Turing establecía las bases de la inteligencia artificial y proponía un tipo de prueba, el test de Turing, para determinar si una máquina es inteligente o no.

En 1952, tras un incidente con su amante, Arnold Murray, Alan Turing fue detenido por su homosexualidad y condenado, aunque el juez le concedió la libertad condicional a cambio de someterse a un tratamiento con hormonas para “curarse”. Eso perjudicó gravemente su salud. Todo ello le dejó sumido en una depresión que

le llevó, supuestamente, al suicidio. Aunque hay muchas sombras sobre su muerte, se cree que el 7 de junio de 1954 ingirió voluntariamente una manzana con cianuro.

La importancia de su figura trasciende el debate popular de si es o no el autor del primer ordenador de la historia. Lo relevante es que, sin duda, su imaginación científica resultó fundamental para asentar los cimientos de muchos de los dispositivos tecnológicos que hoy nos hacen la vida más sencilla.

Siendo un experto en el campo de la tecnología, en 1950 intentó crear un programa de ajedrez que se pudiera desarrollar entre un ordenador y una persona. Si bien los primeros intentos fracasaron, fue un gran adelanto para la época, y serviría de base para crear lo que ahora es tan común en los videojuegos: la creación de otro personaje con el que peleas, pero en realidad es un personaje “manejado” por la computadora. Mismo concepto que se relaciona con las aplicaciones del Test de Turing [9].

Desarrolló el primer programa de ordenador de la historia para jugar al ajedrez. Fue a finales de los años 40, y está descrito en su artículo *Digital Computers Applied to Games* (que se publicó en el libro *Faster than Thought*, editado por B. V. Bowden, Pitman, Londres 1953). Allí Turing sienta lo que serán las bases de los programas posteriores de ajedrez por ordenador: la simulación de secuencias de movimientos, la evaluación de los estados finales de esas secuencias y la propagación de esa evaluación a los estados directamente sucesores de la configuración actual de juego. Turing elegía el siguiente movimiento como el que conducía al estado de mejor evaluación entre todos los estados posibles.

Aunque este programa no fue implementado en su tiempo (los ordenadores eran muy escasos y con capacidad muy limitada), en 1952 Turing jugó una partida con Alick Glennie en donde Turing simulaba (con papel y lápiz) la ejecución de su programa. Turing perdió en 30 movimientos, pero viendo la partida uno puede comprobar que el programa de Turing no hacía movimientos estúpidos.

Las grandes aportaciones de Turing.

### Máquina de Turing

Elemento fundamental en la teoría de la computación, este dispositivo se encarga del proceso automático para determinar si un problema matemático puede ser resuelto o no mediante un procedimiento definido. Fue ideado para resolver una operación concreta.

### Máquina universal de Turing

Turing la concibió en 1936, el mismo año que teorizó acerca de la máquina de Turing. Su punto de partida es el mismo que el de aquella: resolver todos los problemas matemáticos que pueden expresarse mediante un algoritmo. La diferencia radica en que la máquina universal se asemeja a un ordenador gracias a su capacidad de llevar a cabo múltiples procesos y de ejecutar la función de cualquier máquina de Turing.

### El concepto de hipercomputación

La hipercomputación es la computación o resolución de las tareas que no puede resolver una máquina de Turing. Partiendo de esta idea, en 1938, Turing lanzó la idea de las máquinas oráculo, dedicadas a abordar las tareas que no pueden ser resueltas mediante un algoritmo.

### Pilot Model ACE

Basada en 1950 en un diseño de Turing, fue la primera computadora electrónica desarrollada en Gran Bretaña. Es el desarrollo práctico de la máquina universal de Turing. Almacenaba un programa en su memoria y gestionaba un lenguaje de programación, el Abbreviated Computer Instructions.

### Test de Turing

Turing defendía que, si una máquina tiene un comportamiento inteligente en todos los aspectos, entonces es inteligente. Para someter esto a examen, creó el test de Turing: una persona actuando como juez se coloca en una habitación y, en otra, una persona y un ordenador. El juez tiene que saber quién es quién a partir de sus respuestas escritas. Si no los distingue, significa que el ordenador ha superado la prueba. Hasta hoy ninguno lo ha logrado.

### Biología matemática

De 1952 a 1954, cuando murió, Turing se dedicó al estudio de la morfogénesis, el proceso biológico que lleva a que un organismo desarrolle su forma. Así, Turing lanzó la idea de que la repetición de patrones regulares en el sistema biológico animal, como las rayas en las pieles de las cebras o de los tigres, se debía a dos morfógenos (sustancias químicas) que trabajan a la vez como activadores e inhibidores. Los científicos del King's College confirmaron la intuición de Turing en 2012.

### **John Von Neumann**

Uno de los científicos más inteligentes comparándose con Einstein, Alan Turing o Robert Oppenheimer, Neumann nació en 1903, desde muy pequeño demostró su inteligencia extraordinaria, a los seis años aprendió a hablar griego, podía desarrollar cálculos matemáticos complejos son utilizar lápiz y papel, siempre usaba la mente, a los ocho años sabía calculo diferencial e integral.

Neumann llegó a familiarizarse con Alan Turing, y este le dio clases en la universidad de Cambridge.



John Von Neumann y Alan Turing compartían la pasión por las matemáticas, pero también le gustaba la computación lo que provocó que los dos se unieran en esta disciplina.

John influyó mucho en las decisiones de Alan Turing y se vio reflejado en el artículo que escribió en 1936 donde se describe una máquina teórica que tenía una memoria infinita en la que era posible almacenar instrucciones como datos y hacer ejecuciones distintas.

La arquitectura de Von Neumann es la que están inspirados todas las computadoras actuales, propone la utilización de una unidad central de procesamiento o CPU que contiene una unidad aritmética lógica capaz de llevar a cabo cálculos matemáticos sencillos, un conjunto de registros que permiten el almacenamiento temporal de datos y direcciones de memoria y una unidad y una unidad de control que se encarga de recoger las instrucciones desde la memoria principal, de decodificarlas y ejecutarlas. Además, este modelo de arquitectura también propone la existencia de una memoria principal en la que residen los datos y las instrucciones, y de un bus de entrada y salida que permite cargar los programas y los datos desde un medio de almacenamiento externo y entregar un resultado.

El modelo de arquitectura propuesta por Von Neumann fue mejorando poco a poco hasta dar lugar a la aparición de los ordenadores modernos, que conservan la mayor parte de las características descritas por el matemático.

Las aportaciones de John von Neumann van mucho más allá de la teoría computacional. En el área de las Matemáticas hizo contribuciones muy importantes enmarcadas en la teoría de números, como la definición de número ordinal, y en la teoría de conjuntos, como el axioma de regularidad o el axioma de fundación. En Economía propuso la introducción de la teoría de juegos y la teoría del equilibrio general, lo que le llevó a concebir el teorema minimax y a resolver el problema que Léon Walras propuso a finales del siglo XIX acerca de la ocurrencia de estados de

equilibrio en los modelos matemáticos que describían el desarrollo de los mercados a partir del principio de oferta y demanda.

Neumann propuso el bit como unidad de almacenamiento.

### Autómatas celulares

Surgen en la década de 1940 con John Von Neumann, que intentaba modelar una máquina que fuera capaz de autorreplicarse, llegando así a un modelo matemático de dicha máquina con reglas complicadas sobre una red rectangular. Inicialmente fueron interpretados como conjunto de células que crecían, se reproducían y morían a medida que pasaba el tiempo. Su nombre se debe a esta similitud con el crecimiento de las células.

Un autómata celular es un modelo matemático para un sistema dinámico compuesto por un conjunto de celdas o células que adquieren distintos estados o valores. Estos estados son alterados de un instante a otro en unidades de tiempo discreto, es decir, que se puede cuantificar con valores enteros a intervalos regulares. De esta manera este conjunto de células logra una evolución según una determinada expresión matemática, que es sensible a los estados de las células vecinas, y que se conoce como regla de transición local.

El aspecto que más caracteriza a los AC es su capacidad de lograr una serie de propiedades que surgen de la propia dinámica local a través del paso del tiempo y no desde un inicio, aplicándose a todo el sistema en general. Por lo tanto, no es fácil analizar las propiedades globales de un AC desde su comienzo, complejo por naturaleza, si no es por medio de una simulación, partiendo de un estado o configuración inicial de células y cambiando en cada instante los estados de todas ellas de forma síncrona.

### Elementos de un Autómata Celular

La definición de un AC requiere mencionar sus elementos básicos:

Un espacio regular. Ya sea una línea, un plano de 2 dimensiones o un espacio n-dimensional. Cada división homogénea del espacio es llamada célula.

Conjunto de Estados. Es finito y cada elemento o célula del espacio toma un valor de este conjunto de estados. También se denomina alfabeto. Puede ser expresado en valores o colores.

Configuración Inicial. Es la asignación inicial de un estado a cada una de las células del espacio.

Vecindades. Define el conjunto de células que se consideran adyacentes a una dada, así como la posición relativa respecto a ella. Cuando el espacio es uniforme, la vecindad de cada célula es isomorfa (es decir, que tiene el mismo aspecto).

Máquina de de Von Neumann

Es un concepto teórico formulado por John Von Neumann. Es básicamente un autómata autorreplicante: se envía en una nave espacial y tiene capacidad de encontrar un lugar para asentarse, extraer materiales y energía de los recursos naturales y fabricar una copia de sí mismo. La primera máquina hará una copia, luego serán dos las máquinas trabajando, luego cuatro, ocho... Finalmente llegados al momento adecuado pueden construir más naves y saltar a explorar las siguientes estrellas y planetas. La expansión es exponencial y al final toda la galaxia queda a su alcance.

Algoritmo merge sort

Inventor, en 1945, del algoritmo de ordenación por mezcla, en la que la primera y la segunda mitades de una matriz se ordenan de forma recursiva cada uno y luego se fusionan.

Si la longitud de la lista es 0 ó 1, entonces ya está ordenada.

En otro caso:

- Dividir la lista desordenada en dos sublistas de aproximadamente la mitad del tamaño.

- Ordenar cada sublista recursivamente aplicando el ordenamiento por mezcla.
- Mezclar las dos sublistas en una sola lista ordenada.

El ordenamiento por mezcla incorpora dos ideas principales para mejorar su tiempo de ejecución:

- Una lista pequeña necesitará menos pasos para ordenarse que una lista grande.

Se necesitan menos pasos para construir una lista ordenada a partir de dos listas también ordenadas, que a partir de dos listas desordenadas

Después de completar la axiomatización de la teoría de conjuntos, empezó a enfrentarse a la axiomatización de la mecánica cuántica.

Fue el autor de la primera teoría axiomática abstracta que a partir de 1923 habrían empezado a demostrar su condición de instrumento matemático por excelencia de la mecánica cuántica; la estructura lógica interna de esta última se puso de manifiesto merced de los trabajos de von Neumann, quien contribuyó a proporcionarle una base rigurosa para su exposición.

También asistió al nacimiento de la teoría cuántica de Heidelberg y se interesó por la aplicación del programa formalista de Hilbert a la formulación matemática de esa nueva rama de la física.

## **Conclusiones**

Von Neumann y Alan Turing nos han aportado muchas cosas positivas en el mundo de la informática y en el mundo actual, gracias a ellos, hoy conocemos la computadora actual, podemos utilizar nuestros teléfonos con facilidad, muchas personas creen que por saber usar un teléfono muy bien como los niños, se cree que hay un genio en casa, sin embargo, sabemos que el programador es el que desarrolla todas las tecnologías para que usemos.

Ese fue el caso de Neumann y Turing uno de los más grandes

Las aportaciones que hicieron estos dos informáticos brindaron las bases para la programación, la seguridad informática y la inteligencia artificial, ya que muchos algoritmos, proyectos o computadores llevan parte del trabajo de estos dos personajes.

Los aportes de Turing sedimentaron la informática moderna, debido a todos sus trabajos realizados, además que gracias a su invento denominado “la bombe” logro reducir años de conflicto en el segundo mundial.

El señor Jhon Von Neumann consolido las bases del cómputo, gracias a su arquitectura logro formar lo que es hoy en día los quipos de cómputo, detallando las partes físicas y lógicas de un equipo de cómputo.

Los autómatas celulares, son un tema bastante extenso por lo que requiere de un estudio más a fondo, por todos sus componentes que lo conforman, sus características, es muy interesante, pero se deben de conocer distintos conceptos de autómatas y lenguajes formales, para comprender más su composición y su propósito.

El algoritmo de ordenamiento por mezcla a pesar de ser el primero y uno de los más reconocidos en el mundo de la informática, actualmente hay algoritmos que tienen un mayor rendimiento y sobre todo mayor eficacia.

## Referencias.

- Barceló Garcia, M. (1998). ¿Arquitectura Von Neumann? *Byte España*, (39), 176-176.
- Isorna, J. M. (1999). *Aplicaciones informáticas en arquitectura* (Vol. 8). Univ. Politèc. de Catalunya.
- Turing, A. M., Girard, J. Y., Basch, J., & Blanchard, P. (1995). *La machine de Turing* (pp. 47-102). Editions du seuil.
- Hodges, A. (2012). *Alan Turing: The Enigma: The Enigma*. Random House.