

TURING, UNA BIOGRAFÍA A TRAVÉS DE SUS APORTACIONES A LA COMPUTACIÓN Y A LA IA.

R. LAHOZ-BELTRÁ, *Turing. Del primer ordenador a la inteligencia artificial*, Madrid, Nivola, 2005.

En *Turing. Del primer ordenador a la inteligencia artificial*, Lahoz-Beltrá¹ escribe una biografía de Alan Turing (1912-1954), la primera publicada en castellano, en la que además del relato sobre la vida personal de Turing, nos aporta una importante información teórica, contextualizando el nacimiento de la teoría de la computación y de la posterior inteligencia artificial. De ahí la relevancia de esta obra.

El libro se estructura en cuatro capítulos que pueden corresponderse con cuatro etapas en la vida de Turing. En el primero de estos capítulos se trata la infancia y la juventud del autor, período entre 1912 y 1938. A pesar de ser, quizás, una de las partes más biográfica del libro, aportando datos de la vida de Turing, es en este mismo capítulo donde se plantea el núcleo del problema en el que Turing se interesó, y al que trata de dar respuesta a lo largo de su vida.

Los diversos programas de fundamentación lógica de las matemáticas, como el programa de Hilbert, encontraron en el camino las demostraciones de K. Gödel. Como demostró Gödel en *Sobre proposiciones formalmente indecidibles de los Principia Mathematica y sistemas afines*, tales intentos eran en vano, puesto que la aritmética es esencialmente incompleta e indecible. Gödel sostiene que todo sistema formal deductivo que añada al aparato de la lógica elemental los principios y reglas de la aritmética se ha de enfrentar inevitablemente con proposiciones bien construidas que no podrá ni demostrar ni refutar, esto es, proposiciones indecidibles. Esta indecidibilidad de ciertas proposiciones vendría a poner de relieve que el sistema formal es incompleto. Tras

este hito, diversos fueron los intentos de salvar los programas logicistas, como el de A. Church y el cálculo lambda, o las máquinas de Turing.

Lo que ha dado en conocerse como *máquina de Turing* es, pues, el intento de éste de tratar de dar respuesta al problema que se plantea con Gödel. Es así como aparece el fundamento teórico del primer ordenador de la historia. De esta forma, a través de la noción de *algoritmo*, definido como un procedimiento mecánico llevado a cabo por una de esas máquinas, esto es, un conjunto de pasos a través de los cuales llegar a una conclusión, ya tenemos el planteamiento, de manera abstracta, del concepto de *computación*. No obstante, como nos explica Lahoz-Beltrá, el propio Turing enmarca el problema de la decidibilidad planteada por Gödel ahora en conexión con su planteamiento de máquina que lleva a cabo algoritmos, encontrándose con el 'problema de parada', y tratando de solucionarlo trabajando con la idea de una máquina universal que, a través de listas de instrucciones, pueda ella misma convertirse en cualquier máquina de Turing, con lo que sería capaz de dar respuesta a cualquier algoritmo. Existen ciertos algoritmos que hacen que la máquina de Turing entre en una especie de bucle extraño en el que no sabemos si llegará en algún momento a una conclusión. La cuestión, en relación al problema de parada, sería la de si es posible determinar la existencia de un algoritmo que permita distinguir si otro algoritmo se detendrá recibiendo una cierta entrada o *input*. Es decir, dando una cierta entrada a una máquina de Turing diseñada para dar respuesta a un cierto problema, ¿tenemos la posibilidad de construir otra máquina de Turing que nos permita determinar si dicha máquina nos reportará alguna solución, sea ésta la que sea? La respuesta es negativa. No existe, pues, algoritmo con el que tengamos la posibilidad de determinar si una máquina de Turing se detendrá al darle un cierto valor de entrada.

El segundo capítulo trata el periodo desde 1938 hasta 1945. En este capítulo se desarrolla la historia de la aparición de las primeras máquinas computadoras, obteniendo a la vez una visión detallada de cómo se construyeron, cómo funcionaban y para que servían, marco en el cual Bletchley Park y Turing tienen un papel protagonista. El autor nos muestra cómo Turing contribuye, a tra-

¹ Para más información acerca del autor, se puede visitar la siguiente página:
<http://storm.prohosting.com/bportal/office/sp-lb.html>



vés de diversos trabajos y avances tecnológicos, a la victoria de los Aliados en la II Guerra Mundial, descifrando los mensajes del bando alemán. El papel de los investigadores que trabajaban en Bletchley Park, laboratorio de los Aliados, era el de descifrar los códigos alemanes y de su máquina *Enigma*. Es en este contexto en el que se crea *Colossus*, una máquina cuya función era la de decodificar los mensajes alemanes. Fue gracias a *Colossus* por lo que Turing encontró la necesidad de profundizar en la electrónica y tratar de construir una máquina de Turing universal. Lahoz-Beltrá nos cuenta cómo, de toda la gran cantidad de maquinaria que se construyó durante la II Guerra Mundial, entre ellos, el *Colossus*, o el Mark 1 (1941) y Mark 2 (1942), sólo sobrevivieron dos ejemplares. Winston Churchill mandó destruir todos esos artefactos, junto con los planos de construcción, como secretos de estado. De ahí que durante largo tiempo se pensase que el primer ordenador era el norteamericano ENIAC de Von Neumann, construido en 1946.

En el tercer capítulo del libro, que abarca el período desde 1945 hasta 1949, el autor nos explica cómo aparece el primer ordenador diseñado por Turing, llamado ACE (*Automatic Computing Engine*). Lahoz-Beltrá compara la idea de máquina de Turing con la arquitectura de las máquinas de Von Neumann. Con respecto a ello, se puede destacar que una de las diferencias fundamentales en las líneas que seguían las investigaciones y fabricaciones de los ordenadores en Estados Unidos frente a las llevadas a cabo por los británicos, con Turing a la cabeza, es que éstos trataban de implementar las funciones principales del ordenador en su software, mientras que los americanos procuraban que las funciones elementales las realizaran los circuitos eléctricos del ordenador, es decir, el hardware.

Finalmente, el último capítulo trata la etapa que transcurre desde 1950 hasta 1954. Aquí se nos presenta a un Turing interesado por la biología y la psicología. Es este interés el que lleva a Turing a trasladar sus ideas de computación hacia el problema del estudio de la mente humana, lo que sienta las bases de la Inteligencia Artificial, y permite ver en Turing al padre de la I.A.

De esta forma, en el presente capítulo, el autor realiza un análisis de lo que se conoce como

el *Test de Turing*². Dicho test trata de responder a la pregunta: ¿Puede pensar una máquina? La respuesta pasa, según Turing, por una definición de qué es una máquina, y de qué es pensar. No obstante, esto nos llevaría a fijarnos en el uso que hacemos de estos conceptos, y lo que obtendríamos sería una definición probable. Por ello, Turing prefiere responder a esta pregunta a través del *juego de imitación*. El test de Turing consiste en comprobar si una máquina puede superar dicho juego, o dicho de otra forma, si es capaz de exhibir un comportamiento inteligente.

El juego de imitación supone que hay un hombre A en una habitación X y una mujer B en una habitación Y; finalmente, un interrogador en otra habitación. El interrogador tiene que averiguar quién es quien, y para ello formula preguntas tanto a uno como al otro. El papel de A es que el interrogador se equivoque, y el papel de B es que acierte. La cuestión que plantea Turing es qué ocurriría si A en lugar de ser un hombre es una máquina. Si ésta logra engañar al interrogador, es decir, juega correctamente, entonces deberíamos concluir que la máquina exhibe un comportamiento inteligente, por lo que pasa el test de Turing. Si no lo consigue, no obstante, no estaríamos legitimados a sostener ninguna conclusión puesto que el no exhibir un comportamiento inteligente no implica necesariamente, según Turing, que no exista mente o pensamiento.

De este test y otras cuestiones que se plantean en *Computing Machinery and Intelligence*, nace la disciplina conocida con el nombre de Inteligencia Artificial. ¿Puede una máquina mostrar inteligencia? ¿Puede pensar una máquina? La respuesta de Turing es claramente afirmativa. Aunque, como señala Lahoz-Beltrá, no fue hasta 1956 cuando nace oficialmente dicha disciplina acuñada por John McCarthy, ya encontramos, tal y cómo se analiza en este capítulo, las ideas básicas sobre las que girará esta disciplina.

A pesar de plantearse como una biografía, este libro nos introduce en los desarrollos teóricos de Turing. Así, Lahoz-Beltrá sostiene que Turing se

² TURING, A: «Computing Machinery and Intelligence», en *Mind*, 1950.



adelanta a su tiempo postulando la máquina universal, planteamiento teórico que da pie a la construcción de ordenadores; introduciendo el concepto de computabilidad en relación a la instauración de un algoritmo en una máquina, dando paso a la computación y a la programación posterior; y, finalmente, estableciendo los límites de la propia máquina en relación a lo que se conocerá después con el nombre de *problema de parada*, y que ha posibilitado, de alguna manera, las investigaciones en hipercomputación, o el concepto de *supertasks*.

Por otra parte, Lahoz-Beltrá trata de mostrar cómo Turing pensaba que el cerebro humano era una máquina de estados finitos, y por lo tanto, un ordenador digital. Este tipo de creencias estaba propiciado por el conocimiento que se tenía hasta el momento sobre neurofisiología, así como por el modelo conductista que se utilizaba para explicar el funcionamiento de la mente. De esta forma, Turing no sólo establece una comparación entre la mente humana con el ordenador, sino que habla de pensamiento en las máquinas. El *test de Turing* se basa en un enfoque conductista, y su principal premisa es que a pesar de que una máquina no sea inteligente su comportamiento sí puede serlo. A pesar de las numerosas críticas que el test de Turing ha sufrido, una de las más populares la de la *Habitación China* de Searle³, podemos concederle el mérito de haber abierto y suscitado el fructífero debate de si una máquina puede pensar. Tal y como nos muestra el autor, Turing introduce el modelo de neurona artificial, denominada *máquina desorganizada de tipo B*, anticipándose al enfoque conexionista o subsimbólico. Aunque con alguna diferencia, el modelo de neurona de Turing se acercaba al que posteriormente teorizará McCulloch-Pitts en 1943. Y no fue hasta el año de la muerte de Turing en 1954, cuando se produjo el primer intento de simular una red neuronal en un ordenador por parte de Farley y Clark. En *Computing Machinery and Intelligence*, se postula también la idea de que a partir de un conjunto de operaciones menores realizadas de for-

ma no inteligente, pueda darse un proceso inteligente. Es lo que se conoce como inteligencia colectiva o del *enjambre*.

A partir de lo relatado por Lahoz-Beltrá, se podría concluir que «Alan Turing dio los primeros pasos y ayudó a sentar las bases de los dos enfoques en los que hoy se articula la inteligencia artificial [enfoque simbólico y enfoque subsimbólico o conexionista], una prueba más de su genialidad»⁴.

En el prólogo, Lahoz-Beltrá señala que podemos encontrar una historia que transcurre de manera paralela a la biografía de Turing, a saber, la historia del debate sobre quién fue el autor intelectual del primer ordenador. No obstante, puede verse en su escrito un aporte teórico importante. Por una parte, la propia historia de Turing. Por otra, una historia de la teoría de la computación, empezando por un análisis de los antecedentes, como es el programa de Hilbert, pasando por Gödel y desarrollando en este contexto las aportaciones de Turing con su planteamiento de máquina y el 'problema de parada', para culminar con los desarrollos de la inteligencia artificial, y con los argumentos de Penrose y Searle. Además, se trata el debate en relación a la autoría intelectual del primer ordenador, insertándolo en una historia del ordenador, que comienza con la aparición de las primeras calculadoras hasta la llegada de programas expertos ya en el desarrollo de la I.A. Se añade también una comparación entre una máquina de Turing y la estructura Von Neumann, que es sobre la que trabajan los ordenadores actuales, así como una comparación entre el planteamiento de Turing de neurona artificial frente al de McCulloch-Pitts. Podemos concluir que la riqueza del presente libro no se encuentra únicamente en aportarnos una visión general del personaje histórico llamado Turing, sino que nos adentra de manera inocente en materias como la teoría de la computación o la I.A.

Davinia MIRANDA SUÁREZ

³ Críticas que también podemos encontrar en el libro reseñado, junto con otros argumentos de Penrose, de Lady Lovelace, etc.

⁴ LAHÓZ-BELTRÁ, *Turing. Del primer ordenador a la Inteligencia Artificial*, Madrid, Nivola, 2005, p. 130.