

MUJERES MATEMÁTICAS:
ROMPIENDO MOLDES

Kathleen Booth, la matemática que creó el primer lenguaje ensamblador

Marta Macho Stadler

SUMA núm. 106
pp. 57-85

Artículo solicitado por *Suma* en noviembre de 2023 y aceptado en enero de 2024

La matemática Kathleen Booth (1922-2022) contribuyó con su trabajo pionero al desarrollo de las primeras computadoras: codiseñó uno de los primeros ordenadores operativos, escribió uno de los primeros libros sobre diseño y programación de computadoras, creó el primer lenguaje ensamblador, investigó sobre la traducción del lenguaje natural y las redes neuronales, y cocreó el denominado «algoritmo de multiplicación de Booth». Como ha sucedido a otras muchas investigadoras, una figura masculina, aún sin pretenderlo, la eclipsó¹.

Andrew era una figura muy extrovertida... mientras que Kathleen era muy tranquila y trabajaba en segundo plano. Así que no me sorprende en absoluto que gran parte del crédito por sus logros conjuntos se le dé a Andrew. Pero admitirían que trabajaron juntos constantemente.

Rick Bunt

Kathleen Hylda Valerie Britten nació el 9 de julio de 1922 en Stourbridge (Inglaterra). Era la segunda de los tres hijos de Gladys May Kitchen y Frederick John Britten, un inspector de impuestos.

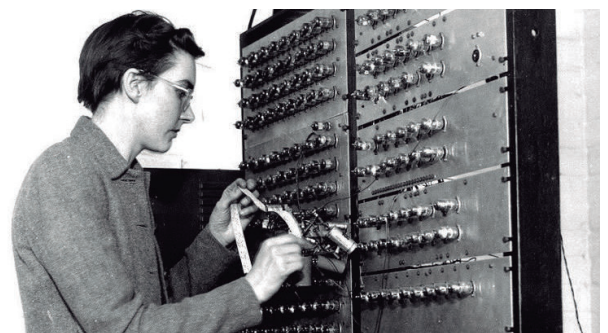


Figura 1. Kathleen Booth

Fuente: Mujeres con ciencia <<https://mujeresconciencia.com/2023/09/06/kathleen-booth-la-matematica-pionera-en-programacion-que-creo-el-primer-lenguaje-ensamblador/>>

En 1944 obtuvo un grado en ciencias con especialidad en matemáticas en el *Royal Holloway College*², centro universitario en el que pudo estudiar gracias a una beca concedida por tres años.

Como a tantas mujeres, la Segunda Guerra Mundial le proporcionó una oportunidad de trabajo centrado en la ciencia al margen del ámbito de la enseñanza a la que se las limitaba profesionalmente. Así, comenzó a trabajar como oficial científica junior en el *Royal Aircraft Establishment*³ en Farnborough; en este centro de investigación colaboró en la realización de pruebas estructurales en materiales que se utilizaron posteriormente en la fabricación de aeronaves.

Realizando cálculos cristalográficos

En 1946 Kathleen se unió a un grupo de investigación en cristalografía de rayos X⁴ en el *Birkbeck College*⁵. El equipo estaba dirigido por el cristalógrafo John Desmond Bernal⁶ secundado por el físico Andrew Donald Booth⁷.

Desde 1943 Booth trabajaba en la determinación de estructuras cristalinas⁸ usando datos obtenidos por difracción de rayos X⁹. Estas investigaciones requerían cálculos numéricos enormemente largos y tediosos por lo que decidió intentar automatizar el proceso desarrollando una computadora analógica¹⁰. Kathleen se incorporó al equipo de matemáticos que trabajaban con Booth en el *Birkbeck College*; su labor consistía en estudiar las imágenes obtenidas mediante cristalografía de rayos X y que contribuyeron posteriormente al descubrimiento de la forma de doble hélice del ADN¹¹.

Kathleen y Andrew iniciaron una colaboración científica que duraría toda su vida. Britten obtuvo su doctorado en matemática aplicada en el *King's College* de Londres en 1950 y, ese mismo año, se casó con Andrew Booth. El matrimonio tuvo un hijo y una hija.

Diseñando y programando ordenadores

Kathleen y Andrew colaboraron en la construcción y programación de tres computadoras. Como físico e ingeniero electrónico, él se encargaba del diseño, y ella, con una profunda formación matemática, de la parte de programación.

Booth diseñó entre 1947 y 1948 una computadora electromecánica, la ARC (*Automatic Relay Calculator*). No era un ordenador de propósito general¹²; fue diseñado específicamente para hacer síntesis de Fourier¹³, uno de los pasos esenciales para determinar la estructura de un cristal. Aunque Andrew lo diseñó, fue Kathleen quien lo construyó y probó junto a la asistente de investigación Xenia Sweeting.

En esa época Kathleen creó un lenguaje simbólico para simplificar el proceso de programación de la máquina; lo denominó *Contracted Notation*¹⁴. Se reconoce como el primer lenguaje ensamblador¹⁵ creado. Esta propuesta, que traduce unos y ceros en instrucciones legibles por personas, supuso un gran avance en la programación de computadoras que, hasta entonces, se realizaba introduciendo bits¹⁶ individuales e incluso conectando y desconectando cables.

También diseñaron la máquina SEC (*Simple Electronic Computer*) entre 1948 y 1949.

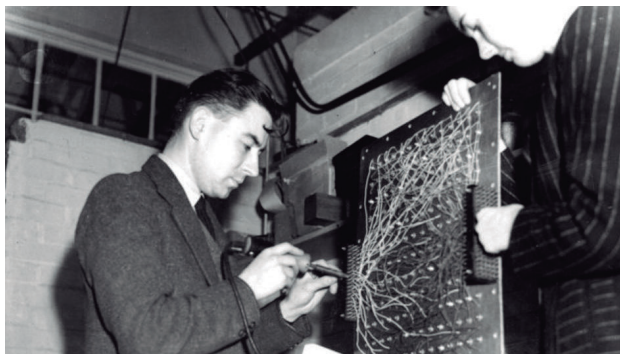


Figura 2. Andrew Booth y Kathleen Bitten
Fuente: International Union of Crystallography (Creative Commons) <https://www.iucr.org/gallery/undated/canadian-crystallographers?result_26267_result_page=2>

En esa época Andrew y Kathleen crearon el llamado algoritmo de multiplicación de Booth¹⁷, de interés en el estudio de la arquitectura de ordenadores¹⁸.

Su máquina más conocida fue la APEC¹⁹ (*All-Purpose Electronic Computer*), diseñada en 1949. En 1951, la empresa *British Tabulating Machine Company*²⁰ usó sus circuitos de hardware como base para el diseño de su computadora HEC 1 (*Hollerith Electronic Computer*)²¹.

El libro *Automatic digital calculators* (1953)²² de Kathleen y Andrew Booth fue el resultado de todo el trabajo anteriormente descrito.

Kathleen lideró el desarrollo de programas para la traducción automática en Birkbeck; en aquel momento se trataba de una propuesta pionera para unas máquinas que estaban pensadas para realizar cálculos numéricos. El 11 de noviembre de 1955, el Laboratorio de Computación de Birkbeck realizó una demostración pública de traducción automática. Kathleen Booth escribió en su ordenador (en francés):

C'est un exemple d'une traduction faite par la machine à calculer installée au laboratoire de Calcul de Birkbeck College, Londres.

(Este es un ejemplo de traducción realizada por la máquina de cálculo instalada en el laboratorio de computación de Birkbeck College, Londres).

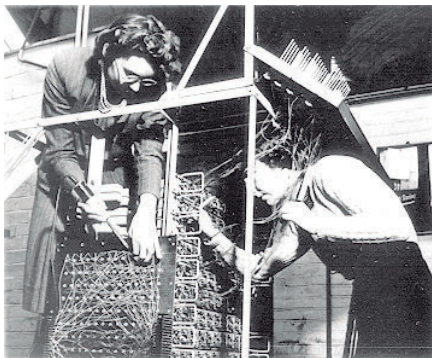


Figura 3. Kathleen Britten y Xenia Sweeting
Fuente: International Union of Crystallography (Creative Commons) <<https://www.iucr.org/gallery/individual?show=26434>>

Y la computadora imprimió (en inglés):

This is an example of a translation made by the machine for calculation installed at the laboratory of computation of Birkbeck College, London.

En 1958 Kathleen publicó el libro *Programming for an automatic digital calculator*²³.

Emigrando a Canadá

El matrimonio Booth realizó un trabajo sobresaliente en Birkbeck College, aunque ellos opinaban que no se les estaba dando el crédito que merecían. Andrew solicitó en varias ocasiones que se creara una Cátedra permanente en Ciencias de la Computación, pero se la denegaron, a pesar de tener incluso una fuente de financiación concedida para sostenerla. Por ese motivo, en 1962, ambos renunciaron a sus puestos en ese centro y decidieron emprender una nueva vida en Canadá.

Comenzaron enseñando e investigando en la Universidad de Saskatchewan hasta 1972 y después en la Universidad de Lakehead hasta su jubilación en 1978.

Kathleen se mantuvo activa en su investigación sobre redes neuronales²⁴ y, en 1993, publicó el artículo *Using neural nets to identify marine mammals*²⁵ junto a su hijo Ian. En este trabajo proponían un modelo de red neuronal para reconocer las llamadas de las focas y demostraban que era estable en presencia de ruido tanto natural como provocado por los seres humanos. Fue su último trabajo publicado; tenía 71 años.

Andrew Booth falleció en noviembre de 2009, con 91 años. Kathleen lo hizo casi trece años después, con 100 años de edad. Ambos hicieron historia en la teoría de la computación, aunque el nombre de Kathleen apenas se conoce, atribuyendo la mayor parte de sus contribuciones exclusivamente a Andrew Booth.

Referencias bibliográficas

GEE, S. (2022), «Computer Pioneer Kathleen Booth Dies At Age 100», *i-programmer*, 30 de octubre de 2022, <<https://www.i-programmer.info/news/82-heritage/15831-computer-pioneer-kathleen-booth-dies-at-age-100.html>>.

MACHO, M. (2023), «Kathleen Booth, la matemática pionera en programación que creó el primer lenguaje ensamblador», *Mujeres con ciencia, Vidas científicas*, 6 de septiembre de 2023, <<https://mujeresconciencia.com/2023/09/06/kathleen-booth-la-matematica-pionera-en-programacion-que-creo-el-primer-lenguaje-ensamblador/>>.

O'CONNOR, J. J., y E. F. ROBERTSON (2023), «Kathleen Hylda Valerie Booth», *MacTutor, History of Mathematics archive*, University of St Andrews, consultado el 29 de diciembre de 2023, <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Booth_Kathleen/>.

WIKIPEDIA, *Kathleen Booth*, consultado el 28 de diciembre de 2023, <https://en.wikipedia.org/wiki/Kathleen_Booth>.

PUTNAM, C (2022), «Remembering a USask computing pioneer», College of Arts and Science, University of Saskatchewan, 6 de diciembre de 2022, <https://artsandscience.usask.ca/news/articles/8087/Remembering_a_USask_computing_pioneer>.

Marta Macho Stadler

Universidad del País Vasco-Euskal Herriko
Unibertsitatea
<marta.macho@ehu.eus>

- 1 Ver Putnam (2022).
- 2 El Royal Holloway College fue inaugurado en 1886 por la reina Victoria como un College exclusivo para mujeres. En 1900 pasó a ser miembro de la Universidad de Londres. A partir de 1945, la universidad admitió estudiantes varones de posgrado y, en 1965, alrededor de un centenar de estudiantes varones.
- 3 El Royal Aircraft Establishment fue un establecimiento británico de investigación fundado en 1918 y tutelado por el Ministerio de Defensa del Reino Unido.
- 4 La cristalografía de rayos X es una técnica experimental para el estudio y análisis de materiales. Se basa en el fenómeno de difracción de los rayos X por sólidos en estado cristalino.
- 5 Birkbeck College es una universidad pública de investigación, fundada en 1823, que forma parte de la Universidad de Londres.
- 6 John Desmond Bernal (1901-1971) fue pionero en el uso de la cristalografía de rayos X en biología molecular.
- 7 Andrew Donald Booth (1918-2009) fue un ingeniero eléctrico británico, uno de los primeros en desarrollar la memoria de tambor magnético (un dispositivo de almacenamiento de datos) para ordenadores. También es conocido por el algoritmo de multiplicación de Booth.
- 8 La estructura cristalina es la forma sólida de empaquetamiento de los átomos, moléculas, o iones. La cristalografía estudia los cristales y su formación.
- 9 La difracción es la desviación de ondas alrededor de las esquinas de un obstáculo o a través de la abertura en la región de una sombra geométrica de dicho obstáculo.
- 10 Una computadora analógica es un tipo de ordenador que usa dispositivos electrónicos o mecánicos para modelar el problema a resolver. Utiliza un tipo de cantidad física para representar otra.
- 11 Apoyándose en investigaciones anteriores y propias, y gracias a los datos de difracción de rayos X proporcionados por Rosalind Franklin (la conocida como fotografía 51), James Watson y Francis Crick propusieron en 1953 el modelo de la hélice doble de ADN para representar la estructura tridimensional de este polímero.
- 12 Una máquina de propósito general está diseñada para efectuar diferentes funciones definidas mediante programas. Por el contrario, una máquina dedicada está diseñada para resolver problemas concretos y su tecnología está orientada a facilitar en la medida de lo posible la resolución de dichos problemas.
- 13 La síntesis de Fourier es el proceso de reconstrucción de una función de tiempo o de espacio a partir de sus componentes sinusoidales, determinados en el análisis de Fourier.
- 14 Lo introdujo en el informe General Considerations in the Design of an All-purpose Electronic Digital Computer (1947) <<https://aclanthology.org/www.mt-archive.info/50/Booth-1947.pdf>>.
- 15 Un lenguaje ensamblador es un lenguaje de programación de bajo nivel que está muy cerca del lenguaje de máquina (el código binario). Es difícil de entender para una persona al estar diseñado para que sea más fácil de interpretar por el procesador.
- 16 El bit corresponde a un dígito del sistema de numeración binario. Representa la unidad mínima de información.
- 17 El algoritmo de multiplicación de Booth es un algoritmo de multiplicación que realiza el producto de dos números binarios con signo en notación en complemento a 2 (forma de representar números negativos en el sistema binario <https://es.wikipedia.org/wiki/Complemento_a_dos>) <https://en.wikipedia.org/wiki/Booth's_multiplication_algorithm>.
- 18 La arquitectura de ordenadores es la organización lógica de un equipo informático que determina su rendimiento, sus capacidades y sus límites.
- 19 <<https://en.wikipedia.org/wiki/APEXC>>.
- 20 La British Tabulating Machine Company era una empresa que fabricaba y vendía equipos de procesamiento de datos.
- 21 La computadora electrónica Hollerith (HEC) fue producida por la British Tabulated Machine Company. Fue la primera computadora empresarial producida en masa en Gran Bretaña; el prototipo comenzó a funcionar a finales de 1951.
- 22 Puede verse un resumen y algunas reseñas aquí: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Extras/Booth_books/#1>.
- 23 Puede verse un resumen y algunas reseñas aquí: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Extras/Booth_books/#3>.
- 24 Una red neuronal es un método de la inteligencia artificial que enseña a los ordenadores a procesar datos de una manera inspirada en la forma en que lo hace el cerebro humano.
- 25 <<https://ieeexplore.ieee.org/document/326169>>.