

ALIANZA EDITORIAL

**MARTIN
GARDNER**

**MAQUINAS Y
DIAGRAMAS
LOGICOS**



Sección: Ciencia y Técnica

Martin Gardner

Máquinas y diagramas lógicos

El libro de bolsillo

Alianza Editorial

Madrid

Título original: Logic Machines and Diagrams, 2nd ed.

Esta obra se publica por acuerdo con The University of Chicago. Chicago, Illinois, U.S.A.

Traductor: Luis Bou

Cubierta: Daniel Gil

Edición digital: Sargont (2017)

© 1958 by Martin Gardner

© 1982 by Woods End, Inc. // Foreword

© 1982 by the University of Chicago.

© Ed. cast.: Alianza Editorial, S. A., Madrid, 1985

ISBN: 84-206-0091-1

Depósito legal: M. 10.964-1985

Papel fabricado por Sniace, S. A.

Compuesto en Fernández Ciudad, S. L.

Impreso en Closas-Orcoyen, S. L., Polígono Igarsa

Paracuellos del Jarama (Madrid)

Printed in Spain

Dedicado a C. G.

*Quien razona en un sistema polivalorado,
cuya invención se debe enteramente a ella.*

Índice

[Prefacio](#)

[Prólogo a la segunda edición](#)

[Prólogo a la primera edición](#)

[1. El Ars Magna de Ramón Llull](#)

[2. Diagramas lógicos](#)

[3. Un diagrama reticular para el cálculo proposicional](#)

[4. El «demostrador» de Stanhope](#)

[5. La máquina lógica de Jevons](#)

[6. La máquina de Marquand, y otras](#)

[7. Tarjetas con ventanas](#)

[8. Las primeras máquinas eléctricas](#)

[9. Máquinas inteligentes](#)

[Apéndice](#)

Prefacio

Si hubieran de valorarse las distintas ramas del descubrimiento en razón de sus antigüedades relativas, la mecanización del pensamiento sería, entre todas las empresas científicas, la más respetable. Los antiguos babilonios se valían en sus cálculos de ayudas mecánicas, y en tiempos de Platón los geómetras estaban construyendo ya máquinas que apoyasen las deducciones formales. El hecho, que Plutarco atestigua, de que el propio Platón se mostrase contrario a tal proceder, nos da indicación de la asombrosa vitalidad que a través de su larga historia ha mostrado el estudio lógico-mecánico. Lejos de hundirse en el plácido mar de la respetabilidad, la vida de las artes de la lógica y de su mecanización ha sido turbulenta, vehemente y cismática. Y ahora, en la era del ordenador, preñada de consecuencias que trascienden lo imaginable.

Es su capacidad de penetración en posiciones fortificadas la que surte de energía interna a tales empresas. A todo lo largo de la senda por ellos elegida, desde el «No comerás» de Platón, hasta el «No podrás» de los vitalistas, siempre los mecanizadores han tenido espuela y acicate. En 1958, el inolvidable clásico de Martin Gardner, *Logic Machines and Diagrams*, trazó el mapa del camino recorrido hasta aquella fecha. Vuelve hoy, grandemente aumentado. Buena parte del material de nueva incorporación nos lleva hasta trabajos punteros en inteligencia mecánica mediante ordenador. Es un placer, y un honor, atender su invitación de escribir el prefacio de la nueva edición.

Da comienzo la narración de Gardner en la Europa del siglo XIII. «El *Ars Magna* de Ramón Llull» refiere las casi increíbles doctrinas, artilugios mecánicos y esforzados hechos de uno de los más inspirados lunáticos que hayan existido. Desde este punto, hasta el sorpréndete clímax final, viajamos por una tierra mágica, donde es la claridad, y no la distancia, lo que da a la panorámica su encanto. Nadie, salvo Gardner, ha conjuntado jamás la tracería exquisita del detalle con la ampulosidad del panorama. Ningún otro conoce su arte único de proyectar la parte y el todo con uno y un mismo supernítido enfoque.

La sección mensual de Gardner en *Scientific American* comenzó en diciembre de 1956; en ella se mantuvo durante veinticinco años. Como la inclinación mueve, Gardner colabora en ocasiones con algún artículo. Para celebrar el vigesimoquinto aniversario, un grupo de distinguidos intelectuales contribuyó con un notable «Festschrift». A sus alabanzas he de añadir yo una palabra, en nombre de quienes llegaron a la lógica y las matemáticas desde campos ajenos a ellas. La experiencia de sentarse en los hombros del maestro y contemplar cada mes a través de sus ojos una nueva escena ha sido un rico tesoro con que han sido agraciados más jornaleros de la ciencia de los que Martin podrá darse cuenta jamás.

A lo largo de los años, la riqueza de estos dones se ha multiplicado, gracias a sus monografías y otras obras de mayor envergadura. En el alboroto y confusión que los primeros frutos de las ciencias del cómputo han engendrado, han creído algunos discernir la semilla de la desintegración social. Aquellos, en cambio, que vean el surgimiento de una nueva edad de la razón, deben homenajar a uno de los grandes esclarecedores de nuestro siglo.

DONALD MICHIE
Profesor de Inteligencia Mecánica
Universidad de Edimburgo. Reino Unido.

Prólogo a la segunda edición

Cuando en 1957 escribí este libro, apenas habían empezado a entrecruzarse las aplicaciones del álgebra booleana al estudio de circuitos de conmutación, y existía gran interés por el diseño de máquinas de tipo especializado, capaces de manipular la lógica elemental moderna. Tal interés remitió rápidamente conforme los ordenadores digitales de uso general fueron haciéndose más pequeños, rápidos, potentes y capaces de manejar lógicas formales con gran facilidad. En consecuencia, las máquinas lógicas eléctricas descritas en mi octavo capítulo pronto le resultaron a los lógicos tan inútiles como los huesos de Napier a los contables. He revisado el Capítulo 8 para reflejar tal cambio.

El Capítulo 9, que antes se titulaba «El futuro de las máquinas lógicas» ha sido totalmente rehecho, convirtiéndose en un capítulo sobre inteligencia artificial (IA) y sus muchos e ingeniosos programas de ordenador para poner a prueba teoremas del cálculo de predicados de primer orden y de otras lógicas. También he glosado brevemente algunos trabajos sobre «razonamiento heurístico» —que es la forma en que realmente piensan las personas— y sobre máquinas lógicas inductivas, que tratan de inventar hipótesis científicas útiles.

En todo el resto del libro he realizado numerosas revisiones, sobre todo en forma de nuevas notas, para poner el texto al día, o para proporcionar información de la que carecía cuando por primera vez escribí el libro. Lamento no disponer ni de espacio ni de autorización para dar cabida aquí a material inédito que me ha sido enviado por lectores. En el nuevo Apéndice I he hecho algunas observaciones, excesivamente breves, acerca del trabajo de tres personas con las que he mantenido correspondencia.

Doy gracias a Dover Publications por el retorno de sus derechos sobre su edición en rústica de 1968 (retitulada *Logic Machines, Diagrams and Boolean Algebra*); a la University of Chicago Press, por reeditar el libro en la forma que ahora tiene, y sobre todo, a Donald Michie, no sólo por su generosa introducción, sino por el muy valioso consejo y muy necesario asesoramiento que me proporcionó para la nueva redacción de los dos últimos capítulos.

MARTIN GARDNER

Prólogo a la primera edición

Una máquina lógica es un ingenio, eléctrico o mecánico, específicamente diseñado para resolver problemas de lógica formal. Un diagrama lógico es un método geométrico de hacer lo propio. Ambos campos están íntimamente entrelazados; este libro es la primera tentativa que se hace, no importa en qué idioma, de seguir la senda de sus curiosas y fascinantes historias.

Que ningún lector imagine que las máquinas lógicas son meros juguetes y divertimentos de ingenieros interesados —con un interés de carácter recreativo— por la lógica simbólica. Moviéndonos como estamos a terrible velocidad hacia una era de automatización, los ingenieros y matemáticos que diseñan nuestros autómatas tropiezan constantemente con problemas cuya forma es menos matemática que lógica. Se ha descubierto, por ejemplo, que la lógica puede ser fructíferamente aplicada al diseño y simplificación de circuitos de conmutación. Se ha visto que las calculadoras electrónicas requieren complejas unidades lógicas que vayan diciéndoles qué pasos han de ir dando al abordar ciertos problemas. En el nuevo campo de la investigación operativa se plantean continuamente molestas situaciones, para las cuales resultan sorprendentemente adecuadas las técnicas de la lógica simbólica. El último capítulo de este libro sugiere algunas de las formas en que las máquinas lógicas pueden desempeñar papeles esenciales al afrontar las apabullantes dificultades y complejidades de una tecnología automatizada.

Aunque la mayor parte del material de que el libro está compuesto ha sido tomado de libros y revistas distantes y relativamente inaccesibles, también contiene mucha información no publicada hasta ahora, al menos en lenguaje llano. El lector encontrará, por ejemplo, algunas formas insólitas de utilizar los conocidos círculos de Venn; una explicación de un nuevo diagrama, en forma de retículo o entramado, apto para problemas de lógica proposicional; una popular explicación del nuevo método binario de manejo del cálculo; e instrucciones para construir unas curiosas y originales tarjetas de cartulina que identifican los silogismos válidos y muestran las falacias formales de los no válidos.

El lector puede preguntarse por qué ha sido dedicada tan gran parte del capítulo primero a la vida y personalidad de Ramón Llull. La respuesta es que la vida de Llull es mucho más fascinante que su estafalaria lógica. Quizá otros lógicos mencionados en el libro distasen de aburrir a quienes les conocían, pero con la posible excepción de Lord Stanhope, los detalles que de sus vidas tenemos son comparativamente descoloridos y sin brillo. Fuera de España y Francia, apenas si es conocida la quijotesca carrera de Llull; no pediré por tanto disculpas al lector por presentar una de las más sobresalientes y tragicómicas figuras de la Edad Media.

Al elegir un simbolismo con que denotar las conectivas del cálculo proposicional, he adoptado el que utiliza el Profesor Alonzo Church en el Volumen I de su *Introduction to Mathematical Logic*, 1956. He usado en todo el libro el símbolo de negación, \sim , aun cuando la lógica que se esté considerando pueda ser la lógica de clases tradicional, o su formalización moderna como álgebra booleana o álgebra de conjuntos. En lógica de clases es habitual hablar de «complemento», más que de negación, y simbolizarlo \bar{A} o A' ; pero en este libro se utiliza tan poca notación en lógica de clases, que ha parecido preferible evitar la introducción de símbolos especiales para ella.

Quiero dar gracias a George W. Patterson y Wolfe Mays, por sus numerosas sugerencias y correcciones; a William Burkhart, por su valiosa ayuda en la preparación de los dos últimos capítulos; y a mi esposa, por toda clase de ayudas por toda clase de conceptos.

MARTIN GARDNER

1. El Ars Magna de Ramón Llull

Cerca de la ciudad de Palma, en la isla de Mallorca, la mayor de las Baleares, se eleva abruptamente sobre una cadena de lomas y colinas bajas, de monótona uniformidad, una montaña semejante a una enorme silla de montar, el monte Randa. Fue a esta desolada montaña a donde Ramón Llull, teólogo y visionario, se retiró en 1274, en busca de renovación espiritual. Tras muchos días de ayuno y contemplación, Llull experimentó una iluminación divina, en la cual Dios le reveló el Gran Arte con el que podría confundir a los infieles y establecer con certidumbre los dogmas de su fe. Según una de las muchas antiguas leyendas que relatan este acontecimiento, las hojas de un lentisco (un pequeño arbusto que se da todavía en la región) quedaron milagrosamente grabadas con los caracteres alfabéticos de muchos idiomas: los idiomas en que estaba destinado el Arte Magno de Llull a ser enseñado.

Después de su iluminación, Llull se retiró a un monasterio, donde completó su famosa *Ars Magna*, el primero de unos cuarenta tratados dedicados al funcionamiento y aplicación de su extravagante método. Fue el suyo el primer intento de la historia de la lógica formal que se valió de diagramas geométricos al objeto de descubrir verdades no matemáticas, y fue también la primera tentativa de utilizar un dispositivo mecánico —una especie de rudimentaria maquinaria lógica— para facilitar el manejo de sistemas lógicos.

Durante el resto de su quijotesca y extraordinaria vida, y durante siglos después de su muerte, el Arte de Llull fue centro de una tormentosa polémica. La jerarquía franciscana (Llull pertenecía a una rama lega de esta Orden) trató su método con complacencia; los dominicos, por el contrario, la consideraron siempre obra de un demente. En una carta a su hijo Pantagruel (Rabelais, *Gargantúa y Pantagruel*, Libro II, Capítulo 8), Gargantúa le recomienda dominar la astronomía, pero «desechar la astrología y el arte divinadorio de Lullius, por no ser sino vanidad e impostura». En forma semejante ridiculizó el Arte Francis Bacon, en dos pasajes de casi idéntica fraseología, uno, en *The Advance of Learning* (Libro II), el otro, en *De Augmentis Scientiarum*, que es versión

corregida y aumentada del primero. El pasaje de *De augmentis* (Libro VI, Capítulo 2) reza como sigue:

Y empero, no debo omitir mencionar que algunas personas, con mayor ostentación que sabiduría han elaborado un método, que no merece ser lícitamente llamado método, por ser más bien método de impostura, el cual, no obstante, sería muy aceptable a ciertos espíritus mediocres. Es su objeto rociar en torno a sí gotitas de ciencia, de modo que cualquier pedante pueda así hacer ostentación de sabiduría. Tal fue al Arte de Lullius; tal la Tipocosmía, que otros han escudriñado; y ello, por no ser sino masa y amontonamiento de términos de todas las artes, con la finalidad de que aquéllos que adquieran familiaridad con los términos puedan pensar que comprenden las artes propiamente dichas. Tales colecciones son como la tienda del traperero, que tiene restos de todo, pero nada de valor.

Se cree que Swift estaba pensando en el Arte de Lull cuando describió la máquina inventada por un profesor de Laputa (*Viajes de Gulliver*, Parte III, Capítulo 5). El artilugio en cuestión consistía en un marco cuadrado de unos seis metros de lado, que contenía centenares de diminutos cubos enfilados en alambres. En cada cara de cada cubo estaba escrita una palabra del idioma laputano. Dándole vueltas a un manubrio se hacían girar los cubos, produciéndose combinaciones aleatorias de sus caras. En cuanto unas pocas palabras podían formar frases con sentido, eran copiadas; después, a partir de estas frases contrahechas se componían tratados eruditos. Así, explicaba Swift, «la persona más ignorante podía, con un dispendio razonable y un poco de trabajo corporal, escribir libros de filosofía, de poesía, de política, derecho, matemáticas, o teología, y ello, sin el menor auxilio del genio o del estudio».

En la opinión contraria encontramos a Giordano Bruno, el gran mártir renacentista, que dice de Lull ser «omnisciente, y casi divino». Bruno escribió tratados fantásticamente elaborados acerca del Arte luliano, Arte que enseñaba a los ricos y poderosos nobles venecianos, donde el Arte había llegado a ser una locura de moda. Más tarde nos tropezamos con Leibnitz, fascinado de joven por el método de Lull. A los 19 años escribía Leibnitz su *Dissertio de arte combinatoria* (Leipzig, 1666), en donde descubre en el trabajo de Lull el germen de un álgebra universal, gracias a la cual todo conocimiento —verdades morales y teológicas incluidas— podría algún día quedar encuadrado en un único sistema deductivo.^[1] «Si hubieran de surgir controversias», declaraba posteriormente Leibnitz, en un pasaje muchas veces citado, «no ha-

bría necesidad de mayor disputa entre dos filósofos que entre dos contables. Pues bastaría que, tomando en sus manos el lápiz, se sentaran frente a sus pizarras, y se dijieran (con un amigo como testigo, si así lo deseaban): Calculemos».

Estas especulaciones de Leibnitz han llevado a muchos historiadores a atribuir a Llull el mérito de haber prefigurado el desarrollo de la moderna lógica simbólica, y el sueño «de la unidad de la ciencia» tan caro a los empiristas. ¿Es merecida semejante fama? ¿No será el método luliano sino la obra fantástica de un chiflado con talento, pero tan baladí como los diseños geométricos de la brujería medieval? Antes de explicar y tratar de evaluar el abigarrado Arte luliano, convendrá, sin duda, esbozar sucintamente la extraordinaria y casi increíble carrera de su inventor⁽²⁾.

Ramón Llull nació en Palma, probablemente en 1232. Alrededor de los catorce años llegó a ser paje al servicio del rey Jaime I de Aragón, en cuya corte pronto se elevó hasta posición influyente. Se casó joven, y tuvo dos hijos, pero su vida de cortesano fue notoriamente disoluta. «La belleza de las mujeres, ¡oh Señor!», recordaba Llull a la edad de cuarenta años, «ha sido una plaga y una tribulación para mis ojos, pues a causa de la belleza de las mujeres no he prestado la atención debida a Vuestra gran bondad, ni a la belleza de Vuestras obras».

La historia de la conversión de Llull es la más novelesca de las muchas y pintorescas leyendas que a él se refieren, y entre los ejemplos célebres de conversiones tras una vida de indulgencia sólo cede el puesto a la de San Agustín. Comienza con la pasión adúltera que Llull sentía por una mujer casada, muy bella y pía, que había siempre rechazado sus insinuaciones y ofrecimientos. Un día, yendo Llull a caballo por la calle, vio a la dama, que iba a la misa mayor, entrar en la catedral. Llull entró al galope tras ella, acabando por ser arrojado por los indignados fieles. Afligida por esta escena, la dama resolvió poner fin al acoso de Llull. Tras invitarlo a su cámara, ella descubrió sus senos, tan ensalzados por él en sus poemas, y le mostró un pecho parcialmente consumido por un cáncer. « ¡Ved, Ramón», exclamó, «la vileza de este cuerpo que ha merecido vuestro afecto! ¡Cuán mejor no haríais poniendo vuestro amor en Jesucristo, de Quien podríais recibir un premio que es eterno!»

Llull se retiró con gran vergüenza y agitación. Al poco de este incidente, estando en su alcoba componiendo unos versos amorosos, se vio sorprendido por la visión de Cristo colgado de la Cruz. En cuatro ocasiones posteriores, sigue narrando la historia,

intentó terminar los versos, siendo todas las veces interrumpido por la misma visión. Tras una noche de contrición y examen de conciencia, marchó apresurado a una confesión, muy de mañana, convertido en cristiano penitente y entregado.

La conversión de Llull fue seguida por el ardiente deseo de ganar para la cristiandad nada menos que todo el mundo islámico. Esta obsesión dominó el resto de sus días, y acabó trayéndole muerte violenta. Como paso primero y necesario para tan ambicioso proyecto misionero, Llull emprendió un intenso estudio del idioma y la teología árabes. Compróse un esclavo sarraceno, que durante nueve años vivió en su casa, para que le instruyese en el idioma. Se dice que un día Llull pegó en la cara a su esclavo, tras oírle blasfemar del nombre de Cristo. Poco después, el moro quiso vengarse, y atacó a Llull con un cuchillo. Llull consiguió desarmarle, y el esclavo fue puesto en prisión, mientras Llull deliberaba sobre el castigo que debería imponérsele. Convencido de que sería muerto, el esclavo se ahorcó con la cuerda que le ataba.

Antes de este desdichado incidente, Llull había conseguido terminar, en árabe probablemente, el *Libro de contemplación* (*Libre de contemplado en Déu*). Es una obra inmensa y farragosa, que a lo largo de varios miles de páginas busca demostrar, por medio de «razones necesarias», todas las verdades fundamentales del cristianismo. Tomás de Aquino había trazado ya una cuidadosa distinción entre las verdades de la teología natural, que creía podían ser demostradas mediante la sola razón, y las verdades de revelación, que únicamente podían ser conocidas por la fe. Llull encontró innecesaria esta distinción. Estaba convencido de que todos los principales dogmas del cristianismo, incluidos los de la Trinidad y la Encarnación, podían ser demostrados mediante razonamientos irrefutables, si bien hay pruebas de que Llull consideraba que la «fe» sería una valiosa ayuda para entender tales demostraciones.

Aunque Llull no había descubierto todavía su Arte Magna, el *Libro de contemplación* sí revela su temprana preocupación por una alegoría numérica, característica de muchos eruditos de la época. La obra está dividida en cinco partes, para honrar las cinco llagas de Cristo. Sus cuarenta subdivisiones aluden a los cuarenta días que Cristo pasó haciendo penitencia en el desierto. Los 366 capítulos están concebidos para ser leídos a razón de uno por día; el último capítulo debe consultarse tan sólo en años bisiestos. Cada capítulo consta de diez párrafos (los diez mandamientos); cada párrafo, de tres partes (la Trinidad), lo que