

Sobre los límites de las máquinas lógicas: Peirce y Babbage*

Aldana D'Andrea[†]

Resumen

A partir de un artículo de Peirce, *Logical Machines*, proponemos poner en discusión los enfoques de Babbage y Peirce sobre la mecanización de los procesos de cálculo, señalando que los distintos conceptos de máquina conllevan consideraciones distintas sobre los límites y potencialidades de los mecanismos. Argumentamos que ante la pregunta sobre *cuánto del trabajo del razonamiento puede realizar una máquina*, la respuesta requiere no solo una reflexión sobre la naturaleza de los procesos inferenciales, sino también un esclarecimiento de la noción de máquina que subyace y de cómo ella define la tesis sobre el alcance y/o los límites de lo mecanizable.

1. La mecanización del razonamiento: entre lógica e ingeniería

Muchos acuerdan en que el *¡calculemos!* de Leibniz en el siglo XVII inaugura el proyecto lógico de la mecanización del razonamiento que culminará con la construcción de máquinas lógicas y la noción de computación en el siglo XX.¹ En efecto, a partir del proyecto leibniziano puede comprenderse la elaboración de una noción de inferencia mecánica que centra su interés en el desarrollo de un lenguaje simbólico y reglas formales para manipularlo; el razonamiento desde esta perspectiva es un cálculo y éste a su vez es comprendido como un proceso mecánico, es decir un proceso simbólico y normativo que se desarrolla sin la apelación a ningún tipo de inteligencia.

La noción de cálculo mecánico de Leibniz tiene un interés lógico-epistemológico y una fundamentación filosófica relativa a la naturaleza del razonamiento. Si bien en Leibniz se destacan sus proyectos de máquinas calculadoras y la posibilidad de que la comparación entre el cálculo humano y el cálculo maquínico represente un proyecto de desarrollo del cálculo humano en máquinas, las consideraciones sobre el concepto general de proceso mecánico están vinculadas más a reflexiones sobre el proceso de razonamiento que a reflexiones sobre la noción de máquina o procesos maquínicos. Dicho de otro modo, su *calculemos* esclarece la noción de procedimiento mecánico por principios lógicos-epistemológicos, más que por referencia a máquinas.

Dos siglos más adelante el proyecto de mecanización del razonamiento vuelve a ser planteado pero en un nuevo marco. El siglo XIX se presenta con una visión más práctica y empírica sobre lo mecánico. Por un lado, el siglo XVIII había logrado debilitar las oposiciones valorativas que habían impedido el desarrollo del maquinismo: “El arte se apresta a rivalizar con la naturaleza, la acción se eleva al nivel de la contemplación. Las profesiones mecánicas están en vías de rehabilitación. La ciencia tiende a aproximarse al taller” (Schuhl, 1955, p. 53). Por otro lado, el

* La autora ha publicado una versión previa de este artículo bajo el título: *¿Impotencias de las máquinas? El motor analítico de Babbage y los límites de lo mecanizable*. En: *Revista de la Enseñanza de la Ingeniería. Número temático sobre filosofía de la tecnología* 5 (10): 17 - 23, 2016. URL: http://www.ing.unrc.edu.ar/raei/archivos/img/arc_2016-02-19_12_26_18-Informe%203.pdf

[†] Dpto. de Filosofía, Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC). Para contactar a la autora, por favor, escribir a: aldana.dandrea@gmail.com.

¹ Véase, por ejemplo, Davis (2000).

siglo XIX, signado en gran medida por la revolución industrial y el incremento del uso de maquinaria en los procesos productivos, ofrece a la reflexión teórica una perspectiva directamente técnica o ingenieril, pues la relación cada vez más estrecha y cotidiana del humano con la máquina proporcionó metáforas y modelos posibles de pensamiento que afectaron otras áreas de estudio independientes de la manufacturación industrial (Priestley, 2010, p. 7).

En este marco, la noción de inferencia mecánica es esclarecida mediante una apelación directa a las máquinas, esto no significa que el proyecto sea netamente ingenieril, sino que la reflexión lógico-epistémica sobre los procesos mecánicos de razonamiento es producida a la luz de la creación de máquinas de cálculo. Son las máquinas las que delinean el plano del pensamiento sobre el alcance y los límites, los méritos y los inconvenientes, de la mecanización del razonamiento.

2. Las máquinas lógicas del siglo XIX y los límites de lo mecanizable de acuerdo a Peirce

El siglo XIX puede caracterizarse a partir del hecho de que las máquinas ya no sólo se dirigen a asistir y reemplazar al ser humano en trabajos físicos, sino que además pueden realizar trabajos intelectuales. Este es el caso de las máquinas lógicas desarrolladas en Europa, como los *pianos lógicos* de Stanley Jevons y Allan Marquand, o las máquinas matemáticas como el Motor Analítico de Babbage. Estos mecanismos esconden una ambivalencia en su génesis, por un lado representan la concreción de ciertos ideales logico-epistemológicos y metodológicos –los mismos que reclamó Leibniz– como el control y la transparencia de las deducciones, la predecibilidad e infalibilidad de los procesos, o incluso la economía de tiempo y esfuerzos; pero por otro lado refuerzan los argumentos humanistas anti-mecanicistas, pues el fenómeno de la mecanización del razonamiento es interpretado como una pérdida del empleo de la intuición y la inteligencia en el trabajo lógico y matemático. Las máquinas lógicas y matemáticas plantean así la necesidad filosófica de delimitar el dominio de aquello que es susceptible de mecanización y diferenciarlo de aquello confinado necesariamente a la mente humana.

Charles Peirce se hizo eco de este problema. En un artículo publicado en 1887, titulado *Logical Machines*, Peirce admite que este tipo especial de máquinas que realizan trabajos mentales, a las cual engloba bajo el nombre de máquinas lógicas, desarrollan razonamientos que no son en absoluto simples y remarca que esta habilidad del raciocinio ha sido hasta entonces reino exclusivo de los seres humanos. La pregunta central para Peirce es, por lo tanto: “¿Cuánto del trabajo del pensamiento podría ser realizado por una máquina y qué parte de él debería ser confiado a la mente viva?” (Peirce, [1887], 1997, p. 165). La delimitación no es en absoluto simple, dado que como Peirce mismo indica, éste es un asunto que concierne a la naturaleza misma de los procesos de razonamiento; además, y esta es nuestra apuesta, concierne al concepto de máquina que se sostenga.

En su artículo, Peirce empieza analizando los modos en que las máquinas lógicas de Jevons y Marquand realizan sus inferencias e identifica el *secreto* de toda máquina de razonamiento:

Que toda relación entre los objetos sobre los que se razona esté destinada a ser la bisagra del raciocinio, [y que] esa misma relación general pueda ser introducida entre ciertas partes de la máquina (Peirce, [1887], 1997, p. 168).

El *secreto* de toda máquina de razonamiento puede ser reducido, por tanto, a la construcción de un artefacto en el cual la organización móvil de sus partes esté de acuerdo a conexiones causales, las cuales representen a su vez ciertas reglas y “desde este punto de vista [...] cada máquina es una máquina de razonamiento” (Peirce, [1887], 1997, p.168). La diferencia entre una máquina lógica y cualquier otra máquina no es de carácter empírico, sostiene Peirce, la distinción radica en que la primera se sustenta en las leyes de la mente humana, mientras que la segunda depende de la razón objetiva expresada en las leyes de la naturaleza.

Nos preguntamos entonces ¿Hay alguna diferencia entre la capacidad de una máquina que realiza inferencias y la del razonamiento humano? Peirce sostiene que sí, que si bien hay máquinas lógicas y matemáticas que realizan ciertos razonamientos, hay razonamientos que no pueden ser desarrollados por ninguna máquina. De acuerdo a Peirce las máquinas tienen dos *impotencias inherentes* que cuestionan la posibilidad de reducir el raciocinio a un puro procedimiento mecánico:

- (I) En primer lugar, [la máquina] está desprovista de toda originalidad, de toda iniciativa. No puede encontrar sus propios problemas, no puede alimentarse a sí misma. No puede dirigirse a sí misma entre diferentes procedimientos posibles (Peirce, [1887], 1997, p. 168).
- (II) En segundo lugar, la capacidad de una máquina tiene limitaciones absolutas, ha sido ideada para hacer una cierta cosa, y no puede hacer nada más (Peirce, [1887], 1997, p. 169).

Ambas apreciaciones aportan una cierta concepción de máquina en consonancia con aquello que Peirce llama el *secreto* de toda máquina –o máquina de razonamiento, lo que es lo mismo para él–, esto es la relación causal entre sus partes físicas que permite la descripción determinista y normativa del comportamiento global.

Peirce utilizó estos argumentos para probar que no todo razonamiento puede ser mecánico y que hay inferencias que sólo la *mente viva* puede desarrollar.² Este modo de pensar el fenómeno maquínico, que tiende a afirmar supuestas capacidades particularmente humanas en detrimento de las capacidades de las máquinas, se sostiene, claro está, en torno a una cierta noción particular de máquina. Peirce parece definir su noción en términos tanto negativos como positivos, señalando tanto lo que una máquina no es –o más literalmente, lo que no puede hacer– como lo que define su forma de funcionamiento, su *secreto*; sin embargo, el *secreto*, tal y como lo plantea Peirce, recuerda a una incapacidad, puesto que el arreglo particular de las partes físicas de una máquina está determinada por el fin particular para el cual esa máquina fue diseñada, impidiéndole la realización de otras tareas –esto es la segunda impotencia señalada por Peirce–. De modo que la elaboración del concepto de máquina redundaría en una apreciación sobre lo que la máquina no puede hacer, de allí que el alcance de lo mecanizable, lo que llamamos en nuestro estudio *la tesis de Peirce* (P), se defina en función de este límite establecido por la misma noción de máquina:

- (P) Cada máquina de razonamiento, es decir cada máquina, tiene impotencias que le son inherentes (Peirce, [1887], 1997, p. 168)

² Argumentos similares son esgrimidos en la actualidad para cuestionar las tesis de la inteligencia artificial, el modelado computacional de la mente o, incluso, para *demostrar* la imposibilidad de una tesis mecanicista, todo lo cual tendería a apoyar alguna forma de antimecanicismo que subraya la tesis cartesiana al respecto: entre humanos y máquinas hay una diferencia insalvable.

Ahora bien, la noción de máquina es una noción situada históricamente, depende en gran medida de las máquinas existentes y de la reflexión teórica sobre ellas. Aunque en la época histórica en que Peirce escribe, estos argumentos son válidos para la mayoría de las máquinas disponibles, ya habían sido desarrollados resultados teóricos que estaban al alcance de Peirce y que podrían haber puesto en cuestión su concepto de máquina y con ello los límites adjudicados a la mecanización; nos referimos al Motor Analítico de Charles Babbage. Entendemos la noción de máquina de Peirce como una noción tradicional que bien puede ser discutida a la luz de la concepción de máquina que surge del trabajo de Babbage.

El trabajo de Babbage fue casi desconocido e incluso desestimado en su tiempo y por la posteridad inmediata. Los inconvenientes técnicos y la falta de financiación que impidieron que el diseño de Babbage fuera construido en los albores del siglo XIX parecen haber sido la causa de la desestimación de su relevancia teórica. Sin embargo, nada de ello excusa a Peirce de su desconocimiento, aunque sí quizá de su incompreensión.³ Peirce, al igual que muchos de sus contemporáneos, fue incapaz de vislumbrar la significancia teórica de los principios bajo los cuales la máquina analítica de Babbage fue diseñada y la relevancia filosófica de la ampliación de los límites de lo mecanizable más allá de operaciones simples.

3. El motor analítico y la tesis de Babbage

El motor analítico de Babbage es una de las máquinas que Peirce tiene en mente cuando refiere a máquinas lógicas, pero hay dos aspectos que, en conjunto, diferencian a ésta de cualquier otra máquina del siglo XIX: la reflexividad y la programabilidad.

La reflexividad del motor analítico queda bien ilustrada en una imagen que proporciona Babbage mismo “el motor come su propia cola” (Babbage, [1888], 2010, p. 331), esto es, el motor analítico produce mediante su mismo funcionamiento los datos que son tomados como *inputs* en los procesos complejos de cálculo. Esta reflexividad está física y estructuralmente soportada en la máquina en la diferenciación entre la memoria y el molino, esto es entre el almacenamiento de los datos y el mecanismo que desarrolla las operaciones de cálculo. Notemos que la reflexividad permite que en la memoria esté tanto el dato ingresado inicialmente por el operario humano como los datos generados por el proceso mecánico.

A este proceso reflexivo del motor hay que sumarle la noción de programabilidad⁴, esto es la posibilidad de que la máquina arroje diversos resultados de acuerdo con una entrada específica.

³ Peirce conocía el trabajo de Babbage, incluso escribió un obituario tras la muerte de Babbage en 1871, allí lo recuerda como “el inventor de máquinas calculadoras” y a continuación agrega que el Motor Analítico “es incuestionablemente la obra más estupenda de la invención humana” (Peirce, 1871). Por otra parte, en el artículo de 1887, *Logical Machines*, Peirce considera al Motor Analítico como una clase de máquina lógica *útil*, aunque entre paréntesis agrega lo que podríamos considerar la causa injustificada de su desestimación: *diseñada pero jamás construida*.

⁴ La noción de programa y programación es una noción de mediados del siglo XX, no obstante ello, nos tomamos la licencia de emplearla para caracterizar una de las propiedades relevantes del motor analítico ya que a la luz de la noción actual, la máquina de Babbage es, de hecho, una máquina programable, cuyo modo de programación es físico.

En el proceso de determinar un resultado, el Motor Analítico pasa por una secuencia de estados operativos que determinan el curso de una computación. Ada Lovelace relata

En cada uno de esos estados el mecanismo está listo para actuar en una manera peculiar para ese estado, sobre cualquier par de números que puedan ser autorizados a entrar en su esfera de acción (Lovelace, [1843], 1961, p. 261).

Aquello que permite a la máquina seleccionar cuál es la operación adecuada en cada paso del cálculo es la noción de programa, la cual está materializada en la utilización de tarjetas perforadas (tarjetas de variable o tarjetas de operaciones) que inician procesos internos controlados por lo que Babbage llama barriles [*barrels*].⁵ La idea de utilizar tarjetas perforadas para mecanizar el curso variable de la máquina es retomada del telar de Jacquard, que es curiosamente el único mecanismo disponible en el momento que puede ser adaptado al Motor Analítico.

La utilización de tarjetas perforadas para controlar tanto el curso y naturaleza de las operaciones como los objetos operados, le otorga universalidad al mecanismo, convirtiéndolo en una máquina del tipo más general. Así como Babbage señala que gracias a la utilización de tarjetas perforadas el telar de Jacquard es capaz de tejer cualquier diseño que la imaginación conciba (Babbage, [1864], 1961, p. 55), del mismo modo Luigi Menabrea sostiene que las tarjetas de control son capaces de reproducir todas las operaciones que el intelecto realiza en orden a obtener un resultado (Menabrea, [1842], 1961, p. 241) y Lovelace recuerda que el motor no es sólo capaz de calcular una función particular, sino cualquier función, de cualquier grado de generalidad y complejidad (Lovelace, [1843], 1961, p. 245).

Todo esto convierte al Motor Analítico en una máquina absolutamente distinta de todas sus predecesoras y contemporáneas, habilitando el paso desde la idea de mecanizar operaciones aritméticas simples a la idea de desarrollar un cálculo algorítmico general. En efecto, el diseño del motor analítico y la constatación de su potencialidad llevan a Babbage al planteo de lo que Robin Gandy (1988) llama una *versión de la tesis de Church*:

(B) La totalidad de los desarrollos y operaciones del análisis son ahora susceptibles de ser desarrollados por maquinaria (Babbage, [1864], 1961, p. 68).

Gandy señala que si condujéramos a Babbage a especular sobre lo que se podría lograr con una máquina abstracta, libre de limitaciones de almacenamiento, seguramente hubiera acordado con la tesis de Church. Ciertamente, la tesis de Babbage es la afirmación intuitiva de la implicación: *si un procedimiento es efectivo entonces es mecánico*. Utilizando la terminología de Babbage,

(B') Si un procedimiento puede ser expresado en el lenguaje del análisis, entonces puede ser desarrollado por el Motor Analítico.

A partir de un enfoque tanto lógico matemático como técnico o ingenieril, la tesis (B) evidencia la estrecha relación –la inter-definibilidad– que hay en Babbage entre su noción de máquina y su noción de cálculo mecánico en la indagación sobre la mecanización de los procesos inferenciales.

⁵ Las tarjetas y los barriles conciernen a distintas jerarquías de control, correspondiéndose con las ideas de programación y microprogramación respectivamente. Bromley llama la atención sobre este punto: "la persona programando el Motor Analítico usa tarjetas perforadas iniciando secuencias de micro-operaciones. Babbage tiene un claro entendimiento de tales jerarquías de control" (Bromley, 1982: 198).

A su vez, la conformación de una nueva noción de máquina a la luz del trabajo de Babbage, permite discutir el planteo antimecanicista de Peirce en su mismo contexto.

4. Discusión: El motor analítico a la luz de *las impotencias de las máquinas*

4.1. La ausencia de originalidad e iniciativa

Al explicar la primera de las impotencias Peirce apunta a la ausencia de autonomía de cualquier mecanismo: no puede encontrar sus propios problemas, no puede alimentarse ni dirigirse a sí mismo. “Todo el trabajo de la iniciativa es arrojado a la mente, y ésta es la labor principal” (Peirce, [1887], 1997, p. 169).

Al examinar algunos principios básicos del Motor Analítico de Babbage, parece claro que la impotencia que señala Peirce en (I) no es en absoluto una impotencia inherente a cada máquina, sino a su propia noción tradicional de máquina, definida exclusivamente a partir de conexiones causales entre las partes de un mecanismo físico. No obstante, como ya hemos señalado, el Motor Analítico no es igual a *cualquier* máquina de su tiempo, tiene ciertas particularidades que hace de ella una máquina que no necesita que cada dato y cada instrucción le sean administrados por un agente humano, sino que es una máquina que *muerde su propia cola*, esto significa tanto que es capaz de *alimentarse a sí misma* por el mismo proceso de cálculo, como que puede encontrar sus propios problemas y sus propios cursos de acción. Las operaciones realizadas y controladas por el mismo motor –y no tan sólo los datos que el operario ingresa– determinan el curso de la computación y cambian el conjunto de instrucciones dentro de la máquina y por su sola acción, sin la intervención de la inteligencia humana.

Menabrea destaca esta capacidad que permite que Motor Analítico ejecute por sí mismo, y por su naturaleza condicional, la secuencia de operaciones necesarias para la solución de un problema dado:

Desde el momento en que la naturaleza del cálculo a ser ejecutado o del problema a ser resuelto han sido indicados, la máquina, por su propio poder intrínseco, se dirige a sí misma a través de todas las operaciones intermedias que conducen al resultado sugerido, lo cual excluye todos los métodos de ensayo y conjetura, y puede solo admitir el proceso directo de cálculo. (Menabrea, [1842], 1961, p. 230).

Las palabras de Menabrea ilustran la noción de proceso mecánico y la intuición de efectividad que hay en él, refiere a un proceso paso a paso iniciado por un conjunto de datos y desarrollado determinísticamente de acuerdo a un conjunto de reglas preestablecidas. Menabrea destaca así que la capacidad del motor de encontrar sus propios problemas no radica en una capacidad *mental* al estilo de lo que señala Peirce, sino precisamente en la misma potencialidad de la idea de un cálculo mecánico: “... pues la máquina no es un ser pensante sino simplemente un autómatas que actúa de acuerdo a las leyes que se le imponen” (Ibíd.). En una nota a pie de página Lovelace redobla la apuesta y señala, en relación a las palabras de Menabrea, que la naturaleza mecánica del cálculo no sólo no impide, sino que posibilita, que el motor modele su propio camino: “el motor es capaz, bajo ciertas circunstancias, de descubrir cuáles de dos o más contingencias posibles han ocurrido y entonces determinar consecuentemente su curso futuro” (Lovelace, [1843], 1961, p. 230). Lovelace puede estar refiriendo aquí al mecanismo de “acarreo anticipatorio” [*anticipatory carriage*] descrito por Babbage como el mecanismo mediante el cual el motor *prevé* por sí mismo

el efecto de una operación de acarreo en la suma y actúa bajo esa previsión (Babbage, [1864], 1961, p. 53). Este mecanismo permite que la máquina *tome decisiones* en beneficio del tiempo requerido para realizar el cálculo y realice *loops* de instrucciones. Pero es de destacar que la máquina no tan sólo *puede* decidir cuál es el curso de acción más conveniente, sino que incluso en su accionar permanente *debe* decidir cursos fundamentales de acción y es esto lo que hace que la efectividad del proceso no sólo sea vista como un elemento auxiliar para reducir tiempos, sino que se la comprenda como un elemento clave y original de la naturaleza de esta máquina. Este es el caso cuando el Motor Analítico cambia de un conjunto de tarjetas de operación a otro, sin la necesidad del control de un agente humano.

A este respecto, es útil señalar que el telar de Jacquard, del cual Babbage tomó la idea de tarjetas perforadas, requería la intervención de un operario que decidiera y efectuara los cambios de tarjetas para dirigir los procesos que se iniciaban, en cambio, en el Motor Analítico, este procedimiento está bajo el absoluto control de la máquina, al punto que toma cursos de acción desconocidos por la misma persona que opera o programa. Así Babbage relata en su autobiografía la enorme dificultad a la que se enfrentó para pasar del modo de control asistido del telar de Jacquard a un modo de auto-control requerido por su máquina:

La dificultad real consistió en enseñarle al motor a conocer cuándo cambiar un conjunto de tarjetas por otro y volver repetidamente a intervalos no conocidos por la persona que da las órdenes (Babbage, [1864], 1961, p. 66).

De acuerdo a lo analizado, parece ser claro que la máquina de Babbage excede la impotencia señalada por Peirce en (I), el Motor Analítico tiene la suficiente originalidad e iniciativa como para actuar de acuerdo a su propia dirección en la búsqueda de problemas y sus resultados.

Pese a lo considerado, Lovelace señala otra arista a considerar de esta misma impotencia, la cual Turing (1950) llamó la *Objeción de Lady Lovelace*: “El Motor Analítico no tiene pretensión alguna de originar nada. No puede hacer nada que nosotras no sepamos cómo ordenarle realizar” (Lovelace, [1843], 1961, p. 284). Lovelace nota aquí que, pese a que la máquina tenga la capacidad de actuar bajo su propio control en relación a las acciones intermedias, su comportamiento es sin embargo teleológico, apunta a un fin último especificado por el agente humano que la programa.

Ante la objeción de Lady Lovelace, y retirando a Peirce y su momento histórico en este punto, nos remitimos a Turing (1950): efectivamente, el Motor Analítico, como una máquina computadora programable, responde al plan de una programadora, pero nada impide que ese plan tenga como finalidad el aprendizaje; el concepto que emplea Turing es el de *máquina-niño*, una máquina que transforma sus mismas reglas de operación en el proceso de aprendizaje y conforme pasa el tiempo, el aprendizaje consiste, precisamente, en esta transformación de las propias instrucciones. Claro está que Turing está explorando en 1950 la posibilidad de que una máquina exhiba un comportamiento inteligente, este problema –y las condiciones de su planteo– no está en el horizonte de problemas que discute Lovelace ni Babbage; en todo caso, sigue siendo válida la observación de Turing, *ellos no tenían por qué reivindicar todo lo reivindicable*.

4.2. Los límites absolutos

La segunda impotencia que señala Peirce apunta a las limitaciones absolutas de las máquinas, y con ello refiere a dos aspectos, esto es tanto a la limitación de la cantidad de datos con los que una máquina puede tratar como a la limitación del propósito particular para el cual la máquina fue ideada.

Respecto de la primera limitación, sobre la cual curiosamente Peirce se explaya más, las máquinas lógicas según explica están limitadas a un número preestablecido de términos o variables y no pueden sobrepasarlo, en cambio, la mente humana, aunque en sí misma posee también estas limitaciones, puede excederlas si cuenta con lapicera y papel y se hace buen uso del álgebra: “Cualquier límite que sea asignado hoy a su capacidad, puede sobrepasarse mañana” (Peirce, [1887], 1997, p. 169). Peirce parece haber obviado aquí también la capacidad del Motor Analítico para tratar con cualquier cantidad y magnitud de datos, pues ciertamente la máquina no tiene límites ni en la magnitud de los números usados ni en el número de cantidades, ya sea variables o constantes (Lovelace, [1843], 1961, p. 284). Claro que hay un límite material o técnico en las posibilidades de almacenamiento y procesamiento de grandes cantidades de datos, pero esto concierne más al nivel de desarrollo tecnológico y a la complejidad de los problemas que a impotencias o límites absolutos.

Lo relevante es que la máquina de Babbage no sólo podría trascender estos límites materiales –basta con agregar más ejes o más ruedas sobre un eje, la posibilidad de incremento es potencialmente infinita-, la capacidad a destacar para trascender aquellos límites *absolutos* que señala Peirce se encuentra en la naturaleza reflexiva y programable de la máquina. La capacidad del motor de tomar el resultado de sus mismas operaciones y determinar en base a ello el curso de sus acciones siguientes, dándose a sí mismo –de un modo condicional- la dirección a seguir, le aporta la potencia necesaria para realizar *cualquier especie de cálculo* (Menabrea, [1842], 1961, p. 231) y no sólo uno en particular como se desprende de la crítica de Peirce; esto es, de acuerdo a la tesis de Babbage, cualquier cálculo que pueda ser física o analíticamente especificable para la máquina.

Si cuando Peirce sostiene que las máquinas tienen limitaciones absolutas está indicando la limitación a propósitos particulares, el Motor Analítico sortea exitosamente esta impotencia, no sólo en dirección a la cantidad de datos –exigencia menor- sino también y sobre todo en dirección a la posibilidad de ampliar los límites de lo mecanizable más allá de propósitos particulares en una única máquina. El Motor analítico es, sin más una máquina universal (Turing, 1950).

5. Conclusiones

En base a lo considerado, podemos sostener que el Motor Analítico de Babbage es capaz de exceder límites así como lo hace la mente humana. Los límites que señala Peirce no son absolutos y las impotencias no son inherentes a las máquinas, deberá pasar medio siglo para que el esclarecimiento del concepto de procedimiento efectivo evidencie que los límites *absolutos* de las máquinas de cálculo no resultan de límites técnicos sino de la distinción formal entre lo computable y lo no-computable.

Podemos entender al Motor Analítico de Babbage como un precursor teórico de la máquina universal de Turing y un antecesor práctico de nuestras computadoras programables, pues él da nacimiento a un concepto de máquina novedoso donde la conexión causal entre sus partes móviles

no lo explica todo. Desde esta perspectiva, el concepto tradicional de máquina, sostenido por Peirce, es limitado en tanto no concibe la reflexividad y programabilidad de los mecanismos, que es, precisamente, lo que constituye aquello que permitió que el fenómeno de la mecanización del cálculo avanzara hacia la consecución de procesos complejos de cualquier naturaleza.

Más allá del interés histórico de esta disputa, lo que queremos destacar es que el concepto de máquina de cada época, modelada por máquinas particulares y concretas, influye sobre discusiones filosóficas sustanciales y no siempre el concepto utilizado va en consonancia con los desarrollos teóricos y técnicos de la época. Actualmente, muchas de las discusiones en ontología, antropología, filosofía de la mente y de la técnica prescinden de la universalidad asociada al concepto de cálculo mecánico derivado del análisis Turing en 1936 y vislumbrado por Babbage en la década de 1840. Debemos enfatizar que las máquinas de nuestra época –aquellas que constituyen nuestro concepto de máquina– ya no son sólo las máquinas que usamos, son también las máquinas teóricas y sus principios formales.

Bibliografía

- Babbage, C. Passages from the Life of a Philosopher [1864]. En: Morrison, P., & Morrison, E. (eds.). *Charles Babbage and his Calculating Engines*. New York: Dover, 1961. Pp. 9-157.
- Babbage, H. Proceedings of the British Association, 1888. En: Babbage, H. (ed.). *Babbage's Calculating Engines*. Cambridge: Cambridge University Press, 2010. Pp. 331–337.
- Bromley, A. (1982). Charles Babbage's Analytical Engine, 1838. *Annals of the History of Computing* 4 (3), 196-217, 1982.
- Davis, M. *The universal computer: the Road from Leibniz to Turing*. New York: W. W. Norton & Company, 2000.
- Gandy, R. The confluence of ideas in 1936. En: Herken, R. (ed.) *A half-century survey on The Universal Turing Machine*. New York: Oxford University Press, 1988. Pp. 55–11.
- Lovelace, A. Sketch of the Analytical Engine invented by Charles Babbage [1843]. En: Morrison, P., & Morrison, E. (eds.). *Charles Babbage and his Calculating Engines*. New York: Dover, 1961. Pp. 225–297.
- Menabrea, L. Sketch of the Analytical Engine invented by Charles Babbage [1842]. En: Morrison, P., & Morrison, E. (eds.). *Charles Babbage and his Calculating Engines*. New York: Dover, 1961. Pp. 225–245.
- Peirce, C. Logical Machines [1887]. *American Journal of Psychology* 1 (1): 165–170, 1997.
- Peirce, C. Charles Babbage, *Nation* 9 (November): 307–308, 1871.
- Priestley, M. *A Science of Operations: Machines, Logic and the Invention of programming*. London: Springer, 2010.
- Schull, P. *Maquinismo y filosofía*. Buenos Aires: Galatea y Nueva Visión, 1955.
- Turing, A. Computing machinery and intelligence. *Mind* LIX (236): 433-460, 1950.