

Los caballos dieron paso a los automóviles. El caucho al plástico. El algodón al poliéster. ¿Y que sucede con la inteligencia? ¿Están las computadoras a punto de reemplazar la inteligencia humana? ¿Constituye la inteligencia artificial una amenaza para los seres humanos?

El término Inteligencia Artificial (IA) es relativamente nuevo. A lo largo de este siglo, las teorías concernientes a la IA han evolucionado en torno a dos perspectivas: un acercamiento formal, por medio del empleo de un programa de computadoras determinista y un acercamiento biológico.

### Comprendiendo la IA formal

La IA inmediatamente evoca imágenes de robots amigables al consumidor, de películas como "Guerra de las Galaxias" o "Viaje a las Estrellas". Sin embargo, en realidad, el significado de la IA es algo nebuloso. Nota cuán variadas son las definiciones:

- "IA es el intento de contestar a la pregunta...acerca de cómo hace el cerebro humano para concebir pensamientos, sentimientos y conciencia".
- "IA es el estudio de problemas de computación que no han sido resueltos".
- "IA es el arte de crear máquinas que ejecuten funciones que requieran el uso de inteligencia cuando son desempeñadas por personas".<sup>1</sup>

Cada una de estas afirmaciones, define a la IA según los objetivos de los intereses particulares de una investigación. Pero ninguna de ellas define a la IA en forma conclusiva. Entonces, ¿a qué se refieren los científicos cuando hablan de la IA formal? Básicamente, se refieren a un programa de computadoras determinista con la capacidad de imitar un comportamiento inteligente.

**Antecedentes históricos.** La IA emerge de la fértil revolución de las matemáticas producida entre 1870 y 1930, cuando el objetivo final era el de unificar las matemáticas empleando una pequeña colección de principios fundamentales. Sin embargo este objetivo permaneció difícil de comprender. La más ambiciosa de estas intenciones fue concebida por David Hilbert como un problema matemático conocido como *Entscheidungsproblem* o el décimo problema.

El objetivo de Hilbert era el de comprobar que las matemáticas son

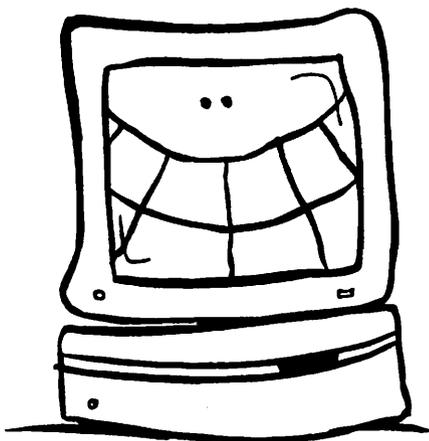
consistentes (sin contradicciones), completas (toda declaración matemática puede demostrarse válida o incorrecta) y computables (el verdadero valor de una declaración matemática puede determinarse por medio de un dispositivo mecánico). Sin embargo, para evitar las dificultades asociadas con otros esfuerzos de unificar las matemáticas, los problemas y sus demostraciones fueron delineados por medio de métodos formales muy estrictos, esto es, siguiendo reglas lógicas de

# Inteligencia Artificial: ¿Pueden Pensar las Máquinas?

inferencia basadas en axiomas. Estos métodos formales sustituirían por medios mecánicos la comprensión y el razonamiento humanos.<sup>2</sup>

El *Entscheidungsproblem* de Hilbert fue últimamente comprobado como imposible por el lógico Kurt Gödel, quien en 1931 demostró que las matemáticas no podían ser completas y al mismo tiempo consistentes. No obstante, aunque Gödel ignoró el asunto de la computabilidad, sus descubrimientos modificaron la cuestión asociada con ello, para preguntar: "¿Existe algún algoritmo para decidir si un problema tiene solución?" En 1936 un modelo teórico de computación llamado "la máquina de Turing" (TM, en inglés, de Turing *machine*), comprobó que esto tampoco era posible.

Raymond  
L. Paden  
y James  
Wolfer



La TM (ver la casilla, p.11), creada por el matemático Alan Turing, es un artefacto mecánico que precisamente define la noción de un algoritmo. En otras palabras, escribe los pasos que uno debe seguir para completar una tarea, es como una “receta”. La máquina está programada para resolver un problema definido estrictamente en términos formales. Sin embargo, aunque esos problemas no requieran una comprensión semántica —a saber, tener conocimiento del significado de una regla o de un símbolo— pueden potencialmente representar problemas de la vida real, abarcando desde el balance de una cuenta bancaria hasta la simulación del comportamiento de la intimidad humana. Los computadores de hoy son equivalentes a una TM, en que todo problema que tiene solución en una TM puede resolverse en una computadora y viceversa. (De allí que en este ensayo los términos *computadora* y *TM* son intercambiables). Los problemas que pueden ser resueltos, o cuya solución puede intentarse aunque no tienen solución en una TM, son llamados computables. Los problemas que son tan complejos que no pueden ni siquiera intentarse en una TM son llamados no computables.

**La tesis de Church y el objetivo de la IA formal.** Una MT es una máquina simple. A pesar de su simplicidad, se cree que es la forma más poderosa de computación mecánica conocida por el hombre. Es capaz de ejecutar cualquier procedimiento que puede hacerse mecánicamente. Mientras que esta afirmación con respecto al poder de la MT, conocida como la “tesis de Church”, no puede comprobarse formalmente, ningún modelo mecánico de computación que haya sido inventado es más poderoso.<sup>4</sup> Podemos dar un paso más adelante y formular la pregunta: ¿Puede ejecutarse toda la

inteligencia humana por medio de procedimientos mecánicos equivalentes?

A esto Hofstadter responde en forma retórica: “Aquí uno se mueve en dirección a una aparente paradoja. Por naturaleza las computadoras son las bestias más inflexibles seguidoras de reglas sin deseos propios. Aún cuando supremamente rápidas, son sin embargo el epítome del inconsciente. ¿Cómo, entonces, puede programarse la conducta inteligente? No es ésta acaso la más obvia contradicción de términos?”<sup>5</sup>

Para los defensores de la IA formal, incluyendo a Hofstadter, esto no es de ninguna manera una contradicción. Efectivamente ellos creen que el próximo siglo verá computadoras que serán el equivalente funcional del ser humano. Sin embargo, los críticos de la IA formal como Joseph Weizenbaum, aseguran: “Tenemos la capacidad de escuchar con el tercer oído, de percibir la verdad viviente, que es la verdad más allá de cualquier standard de prueba. Es ese tipo de entendimiento, y el tipo de inteligencia que se deriva de este el que yo reclamo, que está por encima de la posibilidad de ser simulado por las computadoras”.<sup>6</sup>

Tal vez se pueda especular que esa verdad viviente —la cual representa formas más elevadas de inteligencia humana— está en el dominio de las funciones incomputables que no son accesibles a las computadoras.

### **El significado de la esencia del ser humano**

Tratar de emular la inteligencia humana cuestiona nuestra humanidad. Durante muchos siglos, el cristianismo y la ciencia no han estado de acuerdo en este punto.

La Escritura contempla a los humanos desde la perspectiva de la creación y la redención. Se pregunta: “¿Qué son los seres humanos?” (Salmos 8:4) y provee algunas respuestas. Los seres humanos son creados “a la imagen de Dios” (Génesis 1:27). Son espirituales (Romanos 8:16; 1 Corintios 2:11, 14-16), intelectuales (Isaías 1:18; Marcos 12:30), creativos (Exodo 31:1-5; Salmos 33:3), sociales (Génesis 2:18), afectivos (Proverbios 18:24; Eclesiastés 3:5) y sexuales (Génesis 4:1, Cantar de los Cantares 4:16-5:1). Dios les ha dado a los seres humanos la libertad de escoger (Deuteronomio 30:19; Josué 24:15; Juan 7:17), pero esta libertad no es absoluta (Romanos 6:23). Dios los ha hecho criaturas amables (Mateo 22:37-39), pero también con la capacidad de odiar (Eclesiastés 3:8). Por su libre albedrío

cayeron (Romanos 5:12,17), pero Dios ha enviado a su Hijo (Juan 3:16; Filipenses 2:6-11) para restaurarlos a su imagen (Hechos 3:21; 1 Juan 3:2), con la condición de que así lo quieran (Juan 14:15). Es más todavía, en el día del juicio, Dios los hará responsables de sus decisiones (Eclesiastés 12:13,14).

La ciencia contempla a los seres humanos desde una perspectiva completamente diferente. La IA formal considera a la mente en términos “conductivistas”, basándose en la doctrina de la lógica positivista.<sup>7</sup> Se concibe a la mente como una máquina y la tarea de la IA formal es la de crear otra máquina, una computadora propiamente programada, para ser el equivalente de la mente.<sup>8</sup> Por lo tanto, la ciencia típicamente ignora muchos conceptos que resaltan de la perspectiva bíblica.

A primera vista, estos dos enfoques acerca de la humanidad parecen estar en contradicción; ¿pero es realmente así? Uno se debe preguntar si hay algún aspecto especial acerca de los mecanismos del cerebro. Sin importar si el proceso es llevado a cabo por un circuito integrado de computadora o bioquímico, se trata de la inteligencia y no de los mecanismos que la sostienen. Es más, los defensores de la IA formal argumentarían que estos encumbrados aspectos de nuestra humanidad pueden ser programados o aun que son meras ilusiones.

**Libertad de elección.** Un buen ejemplo de las complejidades involucradas en tales preguntas puede verse en el tema del indeterminismo (i.e. libertad de elección). Al emular el comportamiento inteligente de manera formal, uno emplea una computadora que está programada en forma determinista. Pero puede ser comprobado que las TM deterministas y las no deterministas son equivalentes. Es así que los científicos concluyen que nuestra percepción del libre albedrío puede ser programada empleando técnicas deterministas.

Hofstadter se expresa acerca de esta “percepción” del libre albedrío de la siguiente forma: “No importa si el sistema se lleva a cabo en forma determinista; lo que nos hace llamarlo un ‘elector’, es si podemos identificarnos con un alto nivel de descripción del proceso, el cual tiene lugar cuando el programa se está llevando a cabo. A un nivel...bajo, el programa se parece a cualquier otro programa (determinista); a un nivel...alto, pueden surgir cualidades tales como ‘la voluntad’, ‘la intuición’, ‘la creatividad’ y ‘la conciencia’”<sup>9</sup>.

Así pues, los defensores de la IA argumentan que al nivel neurofisiológico bajo, las decisiones deterministas se llevan a cabo en el cerebro en forma similar a la manera en que son hechas en una TM, y que a nivel alto de la conciencia, la gente meramente tiene la percepción del libre albedrío. De allí el argumento de que el ser humano es sólo un autómata.

Si este fuera el caso, como cristianos creyentes en la Biblia, tendríamos que hacer tres observaciones. Primero, este punto de vista acerca de la humanidad es contrario a las enseñanzas básicas de los adventistas.<sup>10</sup> Segundo, contradice a las Escrituras, las cuales afirman que el ser humano tiene que escoger a quién va a seguir. Como en el juicio seremos considerados responsables por esta elección (Eclesiastés 12:13,14), tenemos que tener la habilidad de escoger nuestro destino. Y tercero, niega que el principio del amor es el ideal que Dios tiene para la humanidad (Mateo 22:37-39; 1 Juan 4:8). Ya que el libre albedrío es la infraestructura del amor, como consecuencia tenemos que ser libres para poder amar a Dios. Estas observaciones deberían conducir a cuestionar, si no a rechazar, la propuesta equivalencia entre la mente humana y la TM.

### La ética de la IA

Además, se debe considerar otra pregunta: ¿Es deseable la creación de una "máquina" idéntica al ser humano? Desde una perspectiva práctica, muchos probablemente contestarían que no. Tendría poco sentido crear una máquina que los científicos fueran a programar para cometer errores de aritmética, para enojarse o para mentir. Es más, no tendría sentido programar una computadora para anticipar el futuro, para luego tener que "desmantelarla" una vez que se convierta en obsoleta y que su programa (Software) no sea transferible a una nueva generación de computadoras.

Si fuera posible crear IA formal, muchos científicos probablemente desarrollarían una máquina con una inteligencia no humana que sería comprensible y sumisa a la gente, como los robots en las películas de ciencia-ficción. Se programarían las tales máquinas con la capacidad de reconocer el lenguaje y tener visión. Se les proporcionarían medios agradables socialmente y accesibles para relacionarse con los humanos. También tendría que garantizárseles los derechos que corresponden a los seres inteligentes.

Sin embargo, una visión tal de IA formal, puede no ser necesaria para un modelo de TM de inteligencia genuina. En

vez de crear verdaderas máquinas inteligentes, se podrían diseñar programas que parecen meramente inteligentes, para imitar aquellos aspectos de la mente humana que son programables. En este sentido, la inteligencia llega a ser una metáfora práctica empleada en el diseño de programas. Los aspectos de la inteligencia menos accesibles tales como el libre albedrío y la vitalidad espiritual, no deberían ni se podrían programar.

### IA biológicamente inspirada

Mientras que la IA formal ha alcanzado cierto grado de éxito en áreas tales como en sistemas de experiencia y estrategias de juego, ha fracasado esencialmente en alcanzar el éxito sobre muchas necesidades de sobrevivencia que se presentan a diario, tales como la capacidad de ver, de la cual están dotadas aun las criaturas más simples. Los adelantos teóricos recientes han producido un renacimiento de paradigmas basados en metáforas biológicas, las cuales incluyen redes nerviosas artificiales, algoritmos genéticos, programación genética y vida artificial. Estas consideraciones comparten la presuposición básica de que el comportamiento complejo puede emerger de computaciones o procesos simples.

Las redes nerviosas artificiales, por ejemplo, se basan en el concepto de que, a través de un sistema de elementos computacionales muy simples ("neuronas") pueden distribuirse computaciones útiles por medio de la codificación de la información en los puntos de conexión entre estos elementos. Los científicos han desarrollado procedimientos que les permiten a las redes de estas neuronas metafóricas interconectadas aprender a relacionarse por imitación. Entre las aplicaciones de estas redes nerviosas artificiales se incluye el aprender a conducir un vehículo "mirando" a un conductor humano, la observación del cáncer en la pantalla y la gerencia financiera.<sup>11</sup>

Teóricamente uno puede aplicar el mecanismo genético de la naturaleza para la transferencia de información, tal como la selección, mutación y la reproducción sexual. Uno también puede aplicar mecanismos genéticos en la búsqueda de un conjunto de soluciones, bajo los cuales un organismo podría sobrevivir operando dentro de un conjunto de estímulos y condiciones estipuladas. La programación genética es un ejemplo de computación evolucionista, que efectivamente hace

### La "Prueba de Turing" y la Inteligencia Artificial (IA)

Un dilema importante que encaran los defensores de la IA formal es cómo reconocer inteligencia en una computadora cuando ésta se manifiesta, ya que no hay una definición adecuada para la inteligencia. En 1950, Alan Turing trató de contestar a esta pregunta desde un punto de vista operacional de la IA, empleando lo que ahora se conoce como "La prueba de Turing".<sup>17</sup> Una persona y una computadora considerada como inteligente por sus diseñadores, están ocultos a la vista de un grupo de jueces. Estos entrevistan a la computadora y a la persona a través de un teclado y una pantalla con el objeto de determinar quién es la computadora y quién es la persona. Supón que un juez le pregunta a los entrevistados que factoricen un entero de 30 dígitos. La respuesta sería dada con gran rapidez por la computadora, pero para la persona sería un trabajo más tedioso. Entonces sería necesario programar la computadora para que fuera más lenta al resolver problemas de matemáticas e inclusive para que cometiera errores. También sería necesario programar la computadora para que se enfadara, mentara y defraudara, como también para que imitara los más nobles aspectos de la humanidad, tales como el de apreciar la atracción estética de una composición musical.

Supón ahora que la posibilidad de que en el circuito de la computadora haya una computadora que aparezca como genuinamente humana (por ejemplo, con la capacidad de pensar y de sentir). ¿Implicaría necesariamente esto que en el circuito de la computadora hay un aspecto humano real vivo? Si una computadora actúa en forma inteligente por medio de un programa, entonces, para los defensores de la IA, es inteligente. Para otros, si no hay un entendimiento del significado que hay detrás de la regla o de un símbolo (comprensión semántica), no hay inteligencia en ello: "Actuar, no importa con cuánta destreza, no es la verdadera realidad"<sup>18</sup>

evolucionar programas para la solución de problemas en particular.<sup>12</sup> Entre las aplicaciones de la programación genética, se incluyen la creación de un arte estéticamente placentero, el aprender a balancear un péndulo invertido ("balanceo

de la escoba en posición invertida”) y el reconocimiento automático de la imagen del blanco.

Las investigaciones sobre la vida artificial intentan abstraer las características de la vida y reproducirlas en alguna forma computacional. Farmer y Belin identifican algunos de estos atributos: la vida como un modelo en el espacio y el tiempo, (por ejemplo, la mayoría de nuestras células son reemplazadas durante el transcurso de nuestra vida); la auto-reproducción; el almacenamiento de la información de la auto-representación (por ejemplo, DNA); el metabolismo; la habilidad de interacción con el medio ambiente; la interdependencia de las partes que forman el organismo; la estabilidad bajo perturbaciones y cambios menores y la capacidad de evolucionar del linaje.<sup>13</sup>

Los investigadores de la vida artificial reconocen que hay dos declaraciones diferentes: una fuerte y una débil. La declaración débil afirma que cualquier cosa producida es una simulación que puede explicar ciertas propiedades de la vida. La declaración fuerte afirma que los programas de computadora, eventualmente, lograrán alcanzar el estado “vivo”. ¿Podrá una máquina llegar a ser inteligente? ¿Podrá una máquina llegar a estar “viva”? ¿Están nuestros conceptos de inteligencia y de vida tan enfocados en las formas biológicas que vamos a excluir cualquier cosa que alcance esa condición por prejuicios tácitos? Estas preguntas no pueden contestarse en este momento, pero hay mucho que ganar todavía al considerarlas. Como dice Langton: “Aun cuando la IA no ha alcanzado nada todavía que, inclusive sus más ardientes defensores, puedan llamar inteligencia mecánica genuina, la IA ha cambiado completamente la manera en que los científicos piensan acerca de lo que significa ser “inteligente”, y por lo tanto ha hecho una contribución científica considerable a pesar de que no ha alcanzado en general sus metas”.<sup>14</sup>

En forma similar, la investigación sobre la vida artificial nos forzará a pensar nuevamente en lo que significa el estar “vivo”. Farmer proyecta algunas posibilidades: “Con el advenimiento de la vida artificial, podemos ser la primera especie que crea a sus propios sucesores. ¿Qué formas tendrán estos sucesores? Si fallamos en nuestra tarea como creadores, podrían ser verdaderamente fríos y malévolos. Sin embargo, si tenemos éxito, podrían ser gloriosos, criaturas ilustres que nos sobrepasen por mucho en inteligencia y sabiduría. Es absolutamente posible que en el futuro, cuando los seres conscientes

miren hacia atrás a esta época, seremos muy dignos de notar, no por lo que somos, sino por lo que fuimos capaces de engendrar. La vida artificial es potencialmente la más bella creación de la humanidad. Esquivar la vida artificial sin darle una consideración más profunda refleja un antropocentrismo superficial”.<sup>15</sup>

## Una respuesta cristiana a la IA

Desde el estado actual de investigación acerca de la IA, al estado de conciencia hay un largo peregrinaje que ha logrado avanzar muy poco hacia su meta. Sin embargo, algunos lo presuponen y otros tienen como meta. Consideran que no sólo es posible sino que es inevitable que se produzca.

Aun cuando los autores de este ensayo tienen opiniones diferentes acerca del potencial que existe para la creación de agentes inteligentes artificiales, están de acuerdo en que deberíamos ejercer cautela y no descalificar el asunto categóricamente. A pesar de que la ciencia es incapaz de descubrir la verdad completa,<sup>16</sup> sin embargo muchos de sus descubrimientos experimentales han producido beneficios tangibles. Además, siempre debemos reconocer que nuestros argumentos pueden ser incompletos o inclusive equivocados. Por ejemplo, recuerda eventos tales como el “Gran Chasco” del movimiento de Miller, o afirmaciones de que el hombre nunca alunizaría porque el hombre está en pecado y la luna no conoció pecado. Si basamos nuestras creencias en el temor por lo desconocido, éstas se fragmentarían desencadenando una crisis de fe.

Entonces, ¿cuál debe ser la respuesta del cristiano? La Biblia no parece excluir en forma directa la inteligencia artificial. Pero la Escritura provee una base estable desde la cual se pueden evaluar las consecuencias de la inteligencia artificial. Aun cuando la inteligencia de las máquinas sobrepase a la inteligencia humana en algunas áreas, como cristianos no tenemos que perder ningún aspecto de nuestra valía propia o identidad. Muchos se sienten amenazados en su humanidad por la posible invasión de la IA. En una era en la cual a veces estamos reducidos a números e intimidados por las computadoras, ¿no es la intención de hacer de las máquinas nuestro igual la última amenaza contra la humanidad? La respuesta es un enfático no. Nuestra humanidad está enraizada en nuestra relación con nuestro Creador y nuestro destino último está bien definido en las Escrituras.

Independientemente de los éxitos o fracasos de la IA, tenemos que recordar que, como obra de Dios, somos “formidables” y

maravillosas criaturas (Salmo 139:14), que él envió a su Hijo para redimirnos (Juan 3:16; 1 Juan 2:1-2) y que se nos da la bienvenida ante su trono (Hebreos 4:16). Nada nos puede separar del amor de Dios (Romanos 8:38-39). Esto, por lo menos, nos distingue a los humanos de las máquinas. ☞

Raymond L. Paden (Ph.D., Instituto Tecnológico de Illinois) y James Wolfer (Ph.D., Instituto Tecnológico de Illinois) son, respectivamente, decano y profesor asistente en el Departamento de Ciencias de Computación de la Universidad Andrews en Berrien Springs, Michigan, EE. UU. de N.A.

## Notas y referencias

1. R. Kurzweil, *The Age of Intelligent Machines* (Cambridge, Mas.: MIT Press, 1990), pp. 13-15.
2. Ver R. Penrose, *The Emperor's New Mind* (New York: Penguin Books, 1989), pp. 102-105.
3. D. I. A. Cohen, *Introduction to Computer Science*, ed. rev. (New York: John Wiley & Sons, 1991), p. 806.
4. Ver M. Minsky, *Computation: Finite and Infinite Machines* (Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1967), p. 108.
5. D. R. Hofstadter y Escher Goedel, *Escher, Bach: An Eternal Golden Braid* (New York: Vintage Books, 1980), p. 26.
6. J. Weizenbaum, *Computer Power and Human Reason: From Judgement to Calculation* (San Francisco: W. H. Freeman and Co., 1976), p. 222. Nota: Aunque no sabemos cuáles son las convicciones religiosas de Weizenbaum, su referencia a “la verdad viviente” le resulta familiar al creyente.
7. Ver H. Smith, *Beyond the Post-Modern Mind* (New York: Crossroads Press, 1982), p. 82; Kurzweil, *op. cit.*, p. 35.
8. Para un ejemplo de la equivalencia entre computadoras y mente, ver: “A Conversation with Einstein's Brain” en D. R. Hofstadter y D. C. Dennett, eds., *The Mind's I* (Harmondsworth, Middlx., England: Basic Books, Inc., 1981).
9. Hofstadter, *Escher, Bach...*, p. 713, 714.
10. *Seventh-day Adventists Believe...* (Hagerstown, Maryland: Review and Herald Publ. Assn., 1988), pp. 78-96.
11. Ver D. E. Windrow y M. A. Lehr, “Neural Networks: Applications in Industry, Business and Science”, *Comm. ACM* 37:3 (March 1994), pp. 103-105; y T. Kanade y L. E. Weiss, “New Technologies and Applications in Robotics”, *Comm. ACM* 37:3 (March 1994), pp. 58-68.
12. Ver “Genetic evolution and co-evolution of computer programs”, en Christopher Langton, ed., *Artificial Life II* (Reading, Mass.: Addison Wesley, 1992).
13. Ver J. D. Farmer y A. Belin, “Artificial Life: the Coming Evolution”, en *Artificial Life II* (Reading, Mass.: Addison Wesley, 1992).
14. Citado en Langton, *Artificial Life II*.
15. Farmer, citado en Langton, en *Artificial Life II*.
16. Ver Smith, *Op. cit.*, p. 134.
17. A. M. Turing: “Computing Machinery and Intelligence”, *Mind*, 59:36 (1950), pp. 433-460.
18. Ver Penrose, *Op. cit.*, pp. 5-11.