

Límites de la Inteligencia Artificial: una perspectiva desde el desarrollo psicobiológico*¹

[Limits of Artificial Intelligence: a perspective from the psychobiological development]

[Limites da Inteligência Artificial: uma perspectiva do desenvolvimento psicobiológico]

ALEJANDRO LONDOÑO VALENCIA²

Recibo: 20.02.2016 – Aprobación: 15.09.2016

Resumen: Desde hace varias décadas el término Inteligencia Artificial, acuñado por John McCarthy en 1956, viene siendo utilizado para generar soluciones computacionales complejas a problemas cotidianos y para el desarrollo de tecnologías que, basadas en la conceptualización de inteligencia humana, permitan imitarla de la manera más cercana posible. A pesar de que se han producido avances muy importantes en este campo, no ha podido crearse ni una computadora ni un algoritmo lo bastante complejos que permitan hacer indiferenciable la inteligencia humana de la inteligencia artificial, tal y como lo proponía Alan Turing en su famoso test. Por esta razón es importante reflexionar acerca de las razones por las cuales no se ha podido llegar a lograr esta ambiciosa meta, por lo que se presenta en este artículo una propuesta analítica y comparada de los límites de la IA frente a las características y procesos psicobiológicos que soportan la inteligencia de los seres humanos.

Palabras clave: Inteligencia artificial, inteligencia humana, adaptación, desarrollo, biología, evolución

* **Modelo para la citación de este artículo:**

LONDOÑO VALENCIA, Alejandro (2016). Límites de la Inteligencia Artificial: una perspectiva desde el desarrollo psicobiológico. En: Ventana Informática No. 35 (jul-dic). Manizales (Colombia): Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad de Manizales. p. 111-126. ISSN: 0123-9678

- 1 Artículo de reflexión originado en el proyecto *Impacto de un protocolo de intervención basado en el neurofeedback en un grupo de adultos jóvenes diagnosticados con Trastorno de estrés postraumático*, vinculado al grupo de investigación en *Psicología del desarrollo*, de la Universidad de Manizales.
- 2 MSC. en Educación.Docencia, Esp. en Neuropsicología, Psicólogo, Tecnólogo en Informática. Docente de planta de la Universidad de Manizales (Manizales, Caldas, Colombia). Correo electrónico: alejandro.londono@umanizales.edu.co. ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8437-4098>

Abstract: *For several decades the term Artificial Intelligence, coined by John McCarthy in 1956, is being used to generate complex computer solutions to everyday problems and for the development of technologies based on the conceptualization about human intelligence, allowing imitate it the more closely possible. Although there have been major advances in this field, there has not been possible to create a computer or a sufficiently complex algorithm that allow to make undifferentiated the human intelligence of the artificial intelligence, such as proposed by Alan Turing in his famous test. For this reason it is important to reflect on the reasons for not been able to reach this ambitious goal, so an analytical and compared proposal is presented in this paper about the limits of AI paired against the psychobiological characteristics and processes that support the intelligence in humans.*

Keywords: *artificial intelligence, human intelligence, adaptation, development, biology, evolution.*

Resumo: *Durante várias décadas o termo Inteligência Artificial, cunhado por John McCarthy em 1956, está sendo usado para gerar soluções informáticas complexas para problemas cotidianos e desenvolvimento de tecnologias com base na conceituação de inteligência humana, permitindo que imitam a maneira mais próxima possível. Embora tenha havido avanços importantes neste campo, não foi criado ou um computador ou um algoritmo suficientemente complexa que permitem indistinguível inteligência humana da inteligência artificial, tal como proposto por Alan Turing em seu famoso teste. Por esta razão, é importante refletir sobre as razões pelas quais não tenha sido capaz de chegar atingir este objetivo ambicioso, por isso, uma proposta de análise é apresentada neste artigo e comparou os limites da IA contra as características psicobiológicas e processos apoiar a inteligência de seres humanos.*

Palavras-chave: *inteligência artificial, inteligência humana, adaptação, desenvolvimento, biologia, evolução.*

Introducción

El matemático y científico británico Alan Turing -quien es referencia ineludible en el tema de la Inteligencia Artificial– propuso el muy conocido test que lleva su nombre (Figura 1) y que pretende determinar si una computadora es o no inteligente. Esta prueba consiste en ubicar a una persona aislada (persona 1) que puede interactuar a través de una terminal de computadora conectada con dos cuartos independientes. En uno de dichos cuartos se encuentra un ser humano (persona 2)

que puede enviar y responder mensajes de la persona 1 a través de su propia terminal, mientras en el otro cuarto hay una computadora que puede comunicarse también con la persona 1 enviando y respondiendo mensajes. Si la persona 1 es incapaz de diferenciar cuál de los dos diálogos -que está teniendo con las entidades de ambos cuartos- pertenece al ser humano o a la computadora, querrá decir entonces que puede considerarse que esa computadora posee una real inteligencia.

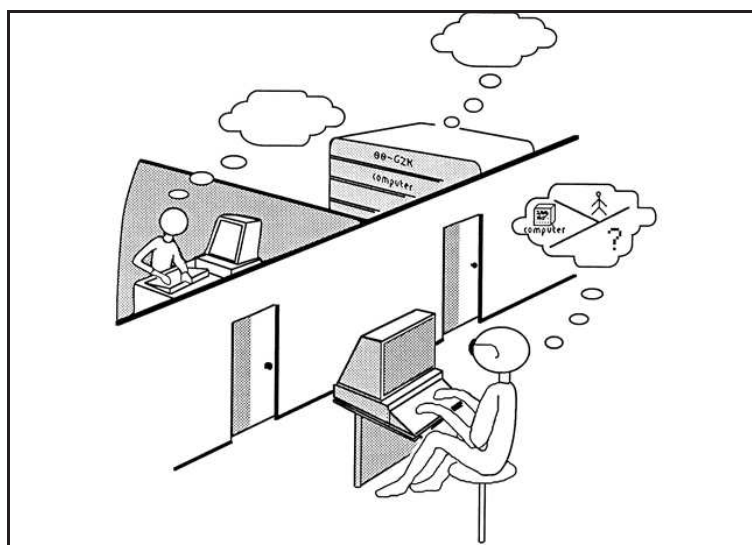


Figura 1. The Turing test (Copeland, 2000)

Aunque parezca un poco contradictorio, el mismo Turing (1954, 7-8) propuso que no podía existir ningún método sistemático para determinar si un problema o acertijo era o no sujeto de tener solución desde el punto de vista matemático. Sin embargo, esta afirmación ayuda a soportar la validez del test de Turing, en tanto no se trata de encontrar una solución matemática al problema de determinar si una computadora es o no inteligente, ya que la respuesta definitiva al problema parte del juicio que emite el sujeto humano expuesto al test, sin mediación de cálculos de ningún tipo. Por lo tanto, se llega a una conclusión tautológica acerca del test de Turing: solamente una entidad considerada inteligente, puede determinar si otra entidad estudiada es inteligente o no. Pero esta conclusión tiene un riesgo, que consiste en que la entidad que debe emitir el juicio lo hará sobre la base de la definición de su propia inteligencia, es decir, solo considerará inteligente aquello que se aproxime a las características de su propia inteligencia, aspecto que es analizado por Shieber (2004, 105-108).

Si el ideal de Turing consistía en pensar que en un futuro la humanidad podría diseñar máquinas inteligentes, dicha concepción de inteligencia estaría limitada a las características mismas de la inteligencia humana, lo cual constituye un serio problema porque aún la humanidad no ha podido encontrar una única definición de inteligencia.

Actualmente existen dentro de la extensa literatura disponible sobre el tema de la inteligencia artificial (en adelante IA), muchas definiciones entre las cuales se puede mencionar la de Pajares & Santos (2006, 4) quienes afirman que *«máquina inteligente es la que realiza el proceso de analizar, organizar y convertir los datos en conocimiento, donde el conocimiento del sistema es información estructurada adquirida y aplicada para reducir la ignorancia o la incertidumbre sobre una tarea específica a realizar»*. En cuanto a los limitantes de la IA se pueden encontrar trabajos similares como el de Armstrong, Sotola & ÓhÉigeartaigh (2016, 63) en los que se hace una crítica de las principales predicciones que históricamente se han hecho acerca de los avances en IA que a la fecha no han podido alcanzarse, el escrito de Hill, Ford & Farreras (2015, 245-250) acerca de las limitaciones del lenguaje natural, el de Davis & Marcus (2016, 71) sobre los alcances y límites de las simulaciones del razonamiento automatizado y las discusiones éticas en torno al uso de la IA que se puede ver en el trabajo de Russell (2015, 415-418).

Partiendo de los conceptos anteriores, el presente artículo expone las características de la inteligencia humana y la inteligencia artificial desde una perspectiva comparativa de manera que se puedan comprender las limitaciones que actualmente presenta ésta última. Se inicia con las definiciones de inteligencia, se describe brevemente la metáfora del ordenador como base de las ciencias cognitivas y la IA, posteriormente se hace un recorrido por las limitantes psicobiológicas de la IA frente a la inteligencia humana y se hace un cierre con las principales conclusiones que se derivan del escrito. El artículo tiene la intencionalidad de dar una mirada clara y definida de la IA como área de estudio en construcción permanente y basada en los principios funcionales de la mente, pero limitada por el sustrato material en el que se desenvuelve, de manera que pueda servir como referente para personas neófitas en el tema y pueda orientarlas acerca de los alcances realistas de ella.

1. Definiciones de inteligencia

La inteligencia viene siendo estudiada desde una perspectiva psicológica positivista desde principios del siglo XX en un afán de

poder comprender qué es aquello que intuitivamente se define como un ser humano inteligente. Pérez & Medrano (2013, 107-115) hacen un interesante recuento de las diferentes teorías clásicas y contemporáneas de inteligencia, entre las cuales se destacan:

- La teoría del factor general de Sperman generada a finales de la década de 1920 que se basa en la correlación positiva de los resultados de diferentes test psicológicos que indicaría que hay una tendencia del sujeto inteligente a obtener buenos resultados en dichas pruebas (factor general) y a puntuar también positivamente en las variables particulares de cada test.
- La teoría de Thurstone propone por primera vez en la mediados de la década de 1930 que la inteligencia debería ser descompuesta en diferentes aptitudes primarias independientes que debería ser medidas en sub-pruebas (razonamiento inductivo, comprensión y fluidez verbal, visualización espacial, memoria y aptitud numérica), perspectiva que dio origen a multitud de pruebas con este enfoque como por ejemplo las escalas Wechsler.
- Por influencia de este último autor, Guilford realiza estudios que entre 1967 y 1982 llevan a la construcción de pruebas de hasta 150 factores o sub-escalas de inteligencia, perspectiva que hoy día es insostenible por su excesiva especificidad.
- Como reacción a las perspectivas anteriores de factor general y factores específicos de la inteligencia, Gardner propone en 1994 su teoría de las inteligencias múltiples³, la cual defiende que no se puede considerar a un sujeto como inteligente por desempeñarse efectivamente en todas las pruebas o factores, sino que cada sujeto por su herencia genética, su historia previa y sus aprendizajes, desarrolla competencias específicas para realizar tareas puntuales, lo que no lo hace menos inteligente que los demás. Así entonces, propone ocho tipos de inteligencia: Lógico-matemática, lingüística, musical, cinestésico-corporal, espacial, intrapersonal, interpersonal y naturalista.
- Casi al mismo tiempo surge, a finales de 1993, la teoría de la Inteligencia emocional de Goleman, quien propone que las emociones juegan un papel preponderante dentro del desempeño social y contextual del individuo que trasciende la ejecución efectiva de tareas y lo llevan a su adaptación al entorno sociocultural en el cual se desenvuelve.

³ Este modelo ha tenido un impacto significativo en la reestructuración de propuestas pedagógicas clásicas y en el surgimiento de nuevos modelos didácticos tal y como lo describen Suárez, Maiz & Meza (2010, 93).

De esta propuesta se han derivado varios modelos, de acuerdo con García-Fernández & Giménez-Mas (2010, 46-50), cada uno con pequeñas variantes que no distan mucho de la propuesta original.

- En 1999, Sternberg propone su teoría de la inteligencia exitosa que critica las mediciones clásicas que se han realizado a partir de los factores y propone una mirada más integral y contextual, proponiendo entonces que la inteligencia debía incluir cuatro grandes elementos: primero, la capacidad del sujeto para definir y alcanzar sus objetivos desde su marco de referencia personal y sociocultural; segundo, el aprovechamiento de las fortalezas y potencialidades y la compensación de las debilidades; tercero, la selección, modificación y adaptación del entorno; finalmente, un cuarto elemento que sería la interacción de las habilidades creativas, analíticas y prácticas del sujeto⁴.
- McGrew, en 2009, propone su teoría de los tres estratos de la inteligencia, en la cual se considera que para analizarla integralmente hay que realizar medición de tres elementos: el factor general, 10 aptitudes generales y 56 aptitudes específicas.

En el caso de la definición de inteligencia artificial, ha sufrido muchas transformaciones a lo largo de la historia. De acuerdo con Isaacson (2014, 44-45) la referencia más antigua y seria, acerca de una conceptualización del nivel de inteligencia de las máquinas, la realizó la ilustre matemática británica Ada Lovelace en el siglo XIX quien, por sus estudios basados en la máquina calculadora de Charles Babbage, dejó clara su postura frente a las limitaciones de este tipo de artilugios que evidentemente podrían realizar cálculos numéricos complejos, pero que no tendrían la capacidad de anticipación de sucesos ni el nivel de análisis de un ser humano sobre los datos a procesar. El mismo Turing a mediados del siglo XX haría referencia a esta observación de la mencionada condesa como *la objeción de lady Lovelace*.

Con la culminación de la Segunda guerra mundial en 1945 los científicos de finales de esa década se preguntan qué utilidad se le podría dar a las computadoras que se habían empleado para complejos cálculos de las trayectorias de misiles balísticos y para descifrar códigos del ejército nazi. Esto tuvo un efecto paradójico en el desarrollo de la IA: por una parte se encontraron las serias deficiencias tecnológicas de la época que

⁴ Una revisión posterior producto de los innumerables trabajos, Sternberg (2003, 63-68) explica a profundidad este modelo y le da mucha fuerza a la interacción sujeto-contexto para comprender la inteligencia humana.

limitaban el uso de las computadoras a cálculos matemáticos complejos y rápidos pero con nula capacidad de abstracción compleja, pero por otro lado se comenzó a trabajar en el desarrollo de nuevas tecnologías que sirvieran para hacer más eficientes y eficaces a las computadoras y al mismo tiempo impulsar nuevamente la reflexión acerca de si las máquinas podrían tener en algún momento la capacidad de emular el cerebro y, consecuentemente, la inteligencia humana.

Muchos adelantos tecnológicos han sucedido desde esa época y la IA como campo de estudio y de aplicación se ha enriquecido a lo largo de las décadas hasta llegar al aprovechamiento de los recursos de hardware por medio de la implementación de lenguajes de alto nivel como el Lisp, el Prolog y el OPS5 que son de carácter declarativo y se basan en las reglas del pensamiento lógico humano.

Una definición que parece integrar de manera general las conceptualizaciones y tendencias contemporáneas de la IA es la de García (2012, 5) quien afirma que la IA es *«un conjunto de técnicas, algoritmos y herramientas que nos permiten resolver problemas para los que, a priori, es necesario cierto grado de inteligencia, en el sentido de que son problemas que suponen un desafío incluso para el cerebro humano»*. Se consideran éstas como definiciones muy abarcadoras de todo el espectro de posibilidades de aplicación de la IA a la resolución de los múltiples problemas de la cotidianidad, sin embargo, como muchas otras definiciones en este campo de estudio, no logran establecer una claridad en cuanto a las características y los alcances reales de la inteligencia en las máquinas y menos aún de su relación con la inteligencia de los seres humanos.

2. La metáfora del ordenador

Al finalizar la segunda guerra mundial, los científicos que se habían dedicado a crear y poner al servicio de la milicia aliada computadoras tan potentes como el Collosus en Inglaterra y el ENIAC en los Estados Unidos de América, aprovecharon el gran impulso que se le dio a la computación para pensar en desarrollar nuevas máquinas, cuyo poder radicara en la posibilidad de albergar y poner en funcionamiento algoritmos tan complejos que pudiesen imitar o parecerse a los procesos mentales del ser humano.

Por su parte, pensadores y científicos de múltiples disciplinas como la psicología, la neurociencia, la antropología, la filosofía, la inteligencia artificial y la lingüística estaban tratando de descifrar la manera

cómo funciona la mente humana. Castellaro (2011, 58-60) describe cómo las representaciones mentales que se estaban estudiando en aquel entonces se convierten en un pilar fundamental para que se generara una doble vía en la que los principios del procesamiento de la información y los algoritmos sirviesen de base para explicar los procesos mentales y estos últimos, a su vez, sirviesen para implementar nuevos desarrollos computacionales que imitaran la mente humana, a lo que se le denominó la metáfora del ordenador.

Este concepto, aunque fundamental para el desarrollo de la ciencia cognitiva, y por ende de la inteligencia, despojaba a los procesos mentales de los factores históricos y contextuales de la experiencia humana, suponía que el pensamiento se podía equiparar al software y el cerebro al hardware de las computadoras, descorporalizaba la mente centrándose en sus procesos sin importarle su correlato psicobiológico y daba énfasis a los esquemas representacionales basados en entradas, procesamiento y salida. Para Apud (2014, 139) esta propuesta *«delimitaba la cognición en tanto objeto discreto, modelizado a partir de la metáfora del ordenador, privilegiando los mecanismos relativos al procesamiento de información, y realizando una simplificación que hacía posible su abordaje científico»*. Así las cosas, la metáfora del ordenador se constituyó en un factor determinante para el desarrollo de la IA, pues a pesar de reconocer que el funcionamiento y la estructura biológica del ser humano es esencialmente diferente del funcionamiento y la estructura de las computadoras, la manera como operaba el pensamiento en los humanos y el procesamiento en los ordenadores eran esencialmente similares, por lo tanto, podían emplearse los esquemas mentales humanos para producir algoritmos que resolvieran problemas y a su vez los algoritmos podrían emplearse como herramienta para comprender el funcionamiento de la mente humana.

3. Limitantes psicobiológicos

Tanto los organismos biológicos como las computadoras pueden ser considerados sistemas, entendidos estos últimos como un conjunto estructurado de elementos que interactúan entre sí para tomar unos insumos, transformarlos mediante procesos y emitir respuestas o salidas, lo cual concordaría con la teoría general de los sistemas en la década de 1940. Esta característica común ha sido básica para la comprensión de la IA como una técnica que imita los procesos mentales humanos para dar respuesta a problemas de la cotidianidad. Al respecto existen aún muchas discusiones sobre si es pertinente o no equiparar

ambos tipos de sistemas, sobre todo porque el desarrollo del ser humano es un factor determinante en la inteligencia de cada individuo, asunto que ha sido tratado ampliamente por autores como García (2006, 14-73) quien hace una correlación de la teoría general de los sistemas con los trabajos que sobre el desarrollo efectuó el psicólogo Jean Piaget.

Esta cuestión de la diferencia del surgimiento del ser humano como sistema ontogenético (individuo) y filogenético (especie) frente a la computadora como sistema construido y dependiente de sus creadores, no solo plantea diferencias en el nivel de inteligencia desde el punto de vista evolutivo, sino además desde las características mismas de los correlatos biológicos que son la base fundante de los procesos de la inteligencia humana y que se mencionan a continuación.

3.1 La neurona como unidad fundamental del pensamiento y la inteligencia

La neurona como unidad anatómico-funcional del sistema nervioso central, analizada desde su histología, presenta una complejidad asombrosa en cuanto a su estructura, procesos y funciones, tal y como lo proponen Clark, Boutros & Méndez (2007). Los diferentes tipos de neuronas facilitan la comunicación de información, la conexión entre áreas y estructuras, la interacción entre funciones, el procesamiento de información en varios niveles de complejidad y el enrutamiento de entradas de información y salidas o respuestas a partir del procesamiento por medio de vías ascendentes y descendentes del sistema nervioso (Luria, 1988, 43-99).

Esta trama compleja de interconexiones neuronales o sinapsis es la que le permite al ser humano interactuar con el mundo de manera consciente, aprender de las experiencias, adaptarse al medio y construir conocimiento, características que se convierten en indicadores de la inteligencia. Ellas, señala Cardinalli (2007, 61), son de diferentes tipos, presentan multiplicidad de voltajes y se puede hacer evidente su funcionamiento a través de técnicas como la resonancia magnética funcional. Si se comparan con la estructura y funcionamiento de los procesadores de las computadoras y con sus circuitos de la RAM, se encuentran diferencias muy importantes: las neuronas son flexibles en tanto pueden cambiar su posición y conexiones con otras, mientras que los circuitos de las computadoras son estáticos y seriados; las neuronas pueden cambiar su potencial eléctrico en escalas muy variadas, mientras los circuitos de los ordenadores solo pueden estar encendidos o apagados; finalmente las neuronas pueden establecer conexiones

eléctricas o químicas, mientras que los circuitos del hardware solo establecen conexiones eléctricas directas.

Estas diferencias son extremadamente importantes, pues permiten explicar de manera clara el porqué de la adaptabilidad del cerebro humano y la estaticidad de las computadoras, que es un factor que explica la razón de la autonomía de las personas para aprender y la dependencia de los ordenadores de la modificación de un algoritmo para lograr cierta sensación de flexibilidad en la IA. Algunas técnicas han tratado de superar esta dificultad, aseguran Benítez, Escudero & Kanaan (2013, 120-125), mediante la implementación de técnicas como AdaBoost (basada en reglas) y el uso de lenguajes declarativos y heurísticos como el *Prolog* y el *Lisp*, el diseño de redes neuronales artificiales que se adaptan según la información cambiante que les ingrese o el diseño de algoritmos basados en lógica difusa, sin embargo, ninguna de ellas ha podido lograr el nivel de complejidad de la mente humana.

3.2 Los procesos psicológicos

El funcionamiento y las capacidades de los dispositivos periféricos de entrada que se conectan a una computadora como una cámara, un lápiz óptico, un teclado o un mouse, distan mucho de los de los órganos de los sentidos humanos. Aunque puede haber coincidencias en cuanto a lo funcional - porque ambos permiten capturar información del medio circundante que será posteriormente procesada – a la postre tienen diferencias muy marcadas en cuanto a su complejidad estructural y a los variados tipos y niveles de información que pueden obtener.

Por una parte, señala Pinel (2007, 141-204), los órganos de los sentidos humanos presentan unas vías neuronales que los interconectan con diferentes áreas del cerebro especializadas en el procesamiento de dicha información, mientras que las vías de interconexión de los periféricos de una computadora son bastante simples y procesadas por unidades muy específicas. Por otro lado codificaciones y decodificaciones especializadas de la información obtenida por los órganos de los sentidos del ser humano terminan integrándose en ciertas regiones cerebrales y capas más externas de la corteza cerebral, lo que genera el fenómeno de la conciencia acerca de sí mismo y del entorno, lo que no sucede en el caso de las computadoras pues la información obtenida se integra de manera estática mediante un algoritmo. Dicha integración tiene propósitos muy específicos y limitados por el alcance de los requerimientos del software y, por supuesto, nunca ha logrado generar conciencia.

Así las cosas, el desempeño del ser humano en su cotidianidad y su adaptabilidad al medio, no dependen de relaciones simples con el mismo, ni de procesamiento elementales de datos, sino que se ven influenciados por múltiples factores que se basan en la compleja interpretación de los hechos, a lo que se le ha denominado percepción. Este proceso tiene sus raíces en la flexibilidad del cerebro como estructura biológica y en las influencias culturales. Hasta ahora ninguna máquina ha podido imitar esta flexibilidad ni la interacción con la cultura y por lo tanto los datos que reciba desde el medio exterior serán procesados a través de algoritmos pero sin una interpretación contextual de las situaciones.

Otra seria limitante tiene que ver con la influencia de la emoción humana en las respuestas cognitivas y comportamentales. En 1992, Oatley (citado por Ramos et. al. 2009, 228) propone que la emoción es «una experiencia afectiva en cierta medida agradable o desagradable, que supone una cualidad fenomenológica característica y que compromete tres sistemas de respuesta: cognitivo-subjetivo, conductual-expresivo y fisiológico-adaptativo». Esta definición implica en sí misma que para que exista emoción debe estar presente la subjetividad, la cual es propia de la interpretación flexible y en contexto de la realidad captada por el cerebro humano, pero adicionalmente a lo anterior, son las estructuras biológicas y la bioquímica del sistema nervioso manifestada en hormonas y neurotransmisores que impactan los diferentes órganos y que permiten que se produzca la respuesta emocional.

Evidentemente este proceso psicológico no es inherente a las computadoras y, por lo tanto, a diferencia de las ellas, afirma Ekman (2007, 22-23), los seres humanos tienen en las emociones el impulso necesario para actuar en relación con el mundo y en movilizar ideas y pensamientos. A partir de lo anterior, se colige que la emoción es un elemento de gran influencia en la motivación de las personas para actuar y, a su vez, señala Pinel (2007, 321-412), la motivación se convierte en una fuerza impulsadora de la conducta que se origina en componentes biológicos complejos asociados a necesidades como la ingesta de alimentos y líquidos debido a las sensaciones de hambre y sed, los impulsos sexuales, la producción de hormonas, los ciclos circadianos y el sueño, los mecanismos cerebrales de recompensa, las necesidades de niveles más elevados que surgen por la influencia cultural y por la complejidad de las relaciones conceptuales del pensamiento.

Por otro lado la memoria funciona también de manera muy diferente si se compara entre seres humanos y computadoras:

- Estructuralmente, la RAM de las computadoras posee una estructura lineal, ordenada y fija que permite almacenar datos en posiciones de memoria específicas, mientras que la memoria humana tiene unas estructuras ubicadas en el sistema límbico, más específicamente en el hipocampo, el fornix y en el cuerpo mamilar, que interactúan de manera dinámica entre ellas y con conexiones complejas con la corteza cerebral que permiten estructurar recuerdos complejos e incluso dotados de significado emocional por la participación de la amígdala cerebral.
- Funcionalmente, la memoria humana se puede desarrollar y ampliar a través de la práctica constante, que estimula la creación de nuevas sinapsis entre las neuronas, mientras que la memoria de una computadora no tiene esta característica flexible y su crecimiento está supeditado al remplazo de las tarjetas con intervención directa de los seres humanos y al aumento de la capacidad que permitan los avances nanotecnológicos del momento. Aun más, la memoria a largo plazo en las computadoras tiene mayor confiabilidad al almacenar y reproducir los datos de manera más fiel a la realidad, pero tiene serias limitantes a la hora de dotar de significado al dato o procesarlo para convertirlo en información, ya que depende de la mediación de un software con instrucciones limitadas que le permita direccionar dicho procesamiento, mientras que en los seres humanos la capacidad de dar sentido a los datos es mucho más flexible, amplia e incluso impredecible por el inmenso grado de complejidad del pensamiento que le permite desarrollar abstracciones muy complejas.

3.3 Las funciones ejecutivas

La complejidad del cerebro humano, en comparación con la capacidad de cómputo de los ordenadores, le permite realizar una serie de acciones de alto nivel que se denominan funciones ejecutivas. Ellas son descritas por Ardila & Rosselli (2007, 187) como un conjunto de actividades ubicadas en los lóbulos prefrontales de cerebro y que realizan tareas como la orientación de la actividad motora hacia un objetivo, el control e inhibición de las respuestas, la capacidad de abstracción, el control verbal de la conducta, la solución de problemas, la consonancia de la conducta de acuerdo con la norma social y cultural, la reorientación de la conducta de acuerdo con las consecuencias de la emisión de la misma, la predicción de la consecuencia de la conducta y la integralidad de la personalidad de cada sujeto. Todas estas características de las funciones ejecutivas están directamente ligadas al libre albedrío de los sujetos, es decir, la toma de

decisiones a lo largo de la cotidianidad de los sujetos humanos. Así las cosas, las personas se ven obligadas sopesar permanentemente cuáles serán las mejores formas de actuación que les permitan lograr una mejor adaptación al medio, garantizando así su supervivencia.

A diferencia del modelo anterior, las computadoras no están obligadas a sobrevivir y los ejercicios de adaptación que pueden realizar dependen de una programación previa que, si bien puede ser ejecutada a través de procesos heurísticos como sucede en el lenguaje Prolog, señala Bramer (2013, 13-27), distan mucho de la invención, la creatividad o la transformación de recursos del ambiente que ejecutan los seres humanos para la adaptación a su entorno.

3.4 Sociedad y cultura

Existen dos conceptos que evidencian la complejidad de las interacciones humanas y que, para el contexto del presente escrito, también muestran la gran brecha existente entre la inteligencia humana y la inteligencia artificial, como son sociedad y cultura, con una infinidad de definiciones en torno a ambos términos, pero pueden ser descritos de manera muy integrada desde la perspectiva de Giddens (2000, 739) quien afirma que *«una sociedad es un grupo de personas que vive en un territorio determinado, que está sometido a un sistema común de autoridad política y que es consciente de poseer una identidad que lo distingue de los otros grupos que lo rodean»*. Esta definición implica una interacción entre sujetos humanos que llegan a unos acuerdos mínimos de convivencia bajo la tutela de unos individuos que actúan como líderes orientadores del grupo y bajo unas reglas acordadas de manera expresa o tácita, estableciendo unas diferencias claras con otros grupos humanos.

Por otro lado, el mismo autor considera la cultura como toda construcción de los miembros de una sociedad que comprende el arte, la literatura, la pintura, las costumbres, pautas de comportamiento, formas de vestir y la religión, aspectos éstos que pueden tener similitudes con otras estructuras sociales y culturales, pero que presentan sus propias particularidades que hacen de estas construcciones en conjunto como algo único y en constante cambio de acuerdo con el contexto en el que surgen.

Estas asociaciones de personas y sus respectivas construcciones culturales se originan en elementos circunstanciales, coincidentes y complejos que no siguen reglas preestablecidas, sino que suceden por los acontecimientos del momento y por la causalidad impredecible del devenir histórico, mientras que las relaciones entre las computadoras

se dan por interconexiones muy bien definidas regladas por protocolos de comunicación preestablecidos creados por sujetos humanos que no tienen posibilidad de flexibilizarse y que no generan construcción cultural en las máquinas, sino en los individuos que las usan.

4. Conclusiones

Ninguna de las definiciones de inteligencia propuestas hasta el momento por la humanidad, concuerda con las ejecuciones de la pretendida inteligencia artificial. Solo hay acercamientos a la misma a través de resultados parcialmente exitosos en tareas muy específicas en campos como la robótica, los videojuegos, la realidad virtual, los sistemas expertos, el procesamiento del lenguaje natural y la minería de datos, entre otros.

En el diseño computacional actual no existe la flexibilidad y la adaptabilidad del hardware y software, lo que sí sucede en las estructuras biológicas que soportan la inteligencia de los seres vivos y que facilitan el surgimiento de la inteligencia humana a partir de los desarrollos evolutivos ontogenético y filogenético. Así pues, las características anatómicas y funcionales de los organismos biológicos presentadas a lo largo del presente escrito son la base para la construcción de la inteligencia como medio de la interacción y la adaptación a las exigencias del entorno, situación que dista en gran medida de la construcción que hace la IA de procesos que imiten dichas características, tanto por la dependencia de los programadores humanos, como por las limitantes de interacción de las máquinas con el medio ambiente que requieren de periféricos especializados para tal efecto.

Los lenguajes de programación de alto nivel y aquellos dedicados específicamente a producir software de IA como los tradicionales – y en algunos casos en desuso - Prolog, el Lisp o el OPS5 y otros más actuales como Java, C++, Python y C# proponen interesantes metodologías que intentan representar abstracciones, objetos, reglas y análisis heurísticos que permiten la resolución más eficiente de problemas complejos, pero aún no alcanzan a tener una flexibilidad comparable a la del funcionamiento del cerebro para la evaluación contextual de las situaciones de la realidad y la toma de decisiones, además de la seria limitante de las computadoras traducida en la carencia de una conciencia de sí mismo, lo que implica una imposibilidad para desarrollar un libre albedrío.

Así también, es evidente que actividades propiamente humanas como el sentido del humor, la construcción de abstracciones complejas de la realidad manifestadas en refranes, la creación artística y

su interpretación, la formulación de reglas de interacción con sus congéneres que regulen la sociedad, el surgimiento de la cultura, la influencia de las emociones en el pensamiento y en las actuaciones cotidianas, así como la conciencia de sí mismo y del entorno, son productos finales del complejo entramado neuronal del cerebro humano, que a su vez es la consecuencia inconclusa de millones de años de evolución filogenética y que no tienen posibilidad – al menos por ahora – de ser simulados integralmente por las computadoras.

Aunque es complejo comparar la inteligencia en organismos biológicos con las máquinas, es precisamente el factor ontológico el que define las propiedades de la IA y es a su vez, a partir de dichas propiedades, que se han formulado las características de los comportamientos inteligentes en las máquinas, por lo que se concluye que la comparación es relevante. Sin embargo, se reconoce que la literatura referente a la IA ha reconocido muchas de las limitantes descritas y se ha esforzado en plantear nuevos enfoques y abordajes como el aprendizaje progresivo aplicado a las redes neuronales y la interacción adaptativa con el medio circundante aplicando los principios de la lógica difusa, por mencionar solo algunos ejemplos.

Para terminar, sería interesante que la se analizara - bajo las argumentaciones y hechos planteados en el presente artículo y otros que pudiesen surgir complementariamente - si sería pertinente replantear el nombre de Inteligencia Artificial o emplear otro como *Simulación computacional de procesos cognitivos*, que esté más acorde con la realidad actual de lo que pueden o no hacer las computadoras.

Referencias bibliográficas

- APUD, Ismael (2013). ¿La mente se extiende a través de los artefactos? Algunas cuestiones sobre el concepto de cognición distribuida aplicado a la interacción mente-tecnología. En: Revista de Filosofía, Vol. 1, No. 39. Madrid (España). p. 137-161. ISSN: 0034-8244.
- ARDILA, Alfredo & ROSSELLI, Mónica. Neuropsicología clínica. Ciudad de México (México): Manual moderno. 364 p. ISBN: 978-970-729-279-6.
- ARMSTRONG, Stuart, SOTALA, Kaj & ÓHÉIGEARTAIGH, Sean (2016). Errors, insights and lessons of famous artificial intelligence predictions. In: MÜLLER, Vincent C. (edit.). Risks of artificial intelligence. Boca Raton (FL, USA): CRC Press. 277 p. ISBN: 978-1-4987-3483-7.
- BENÍTEZ, Raúl; ESCUDERO, Gerard & KANAAN, Samir (2013). Inteligencia artificial avanzada. Barcelona (España): Editorial UOC. 296 p. ISBN: 978-84-9064-321-1.
- BRAMER, Max (2013). Logic programming with Prolog. London (UK): Springer. 253 p. ISBN: 978-1-4471-5487-7.
- CARDINALLI, Daniel (2007). Neurociencia aplicada. Buenos Aires (Argentina): Panamericana. 503 p. ISBN: 978-950-06-0328-7.
- CASTELLARO, Mariano (2011). El concepto de representación mental como fundamento epistemológico de la psicología. En: Revista Límite. Vol. 6, No. 24. Arica (Chile): Universidad de Tarapacá. p. 55-67. ISSN: 0718-1361.

- CLARK, David; BOUTROS, Nashaat & MÉNDEZ, Mario (2007). El cerebro y la conducta. Ciudad de México (México): Manual moderno. 309 p. ISBN: 970-729-284-9.
- COPELAND, Jack (2000). The Turing Test [online]. Christchurch (NZ): University of Canterbury, The Turing Project. <http://www.alanturing.net/turing_archive/pages/reference%20articles/theturingtest.html> [consult: 12/01/2016].
- DAVIS, Ernest & MARCUS, Gary (2016). The scope and limits of simulation in automated reasoning. In: Artificial Intelligence, Vol. 233 (Apr). Cambridge (MA, USA): Elsevier B.V. p. 60–72. ISSN: 0004-3702.
- EKMAN, Paul (2007). Emotions revealed. New York (USA): Owl Books. 287 p. ISBN: 978-0-8050-8339-2.
- GARCÍA, Alberto (2012). Inteligencia artificial: fundamentos práctica y aplicaciones. Madrid (España): RC Libros. 285 p. ISBN: 978-84-939450-2-2.
- GARCÍA, Rolando (2006). Sistemas complejos: conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria. Barcelona (España): Gedisa. 201 p. ISBN: 94-9784-164-6.
- GARCÍA-FERNÁNDEZ, Mariano & GIMÉNEZ-MAS, Sara Isabel (2010). La inteligencia emocional y sus principales modelos: propuesta de un modelo integrador [en línea]. En: Espiral: Cuadernos del Profesorado, Vol. 3, No. 6. Almería (España): Centro del Profesorado de Cuevas-Olula. p. 43-52. ISSN: 1988-7701. <http://www.cepcuevasolula.es/espiral/articulos/ESPIRAL_VOL_3_N_6_ART_4.pdf> [consulta: 12/04/2016]
- GIDDENS, Anthony (2000). Sociología. Madrid (España): Alianza Editorial. 785 p. ISBN: 84-206-8176-8.
- HILL, Jeniffer, FORD, W. Randolph & FARRERAS, Ingrid G. (2015). Real conversations with artificial intelligence: A comparison between human–human online conversations and human–chatbot conversations. In: Computers in Human Behavior, Vol. 49 (Aug). Cambridge (MA, USA): Elsevier B.V. p. 245-250. ISSN: 0747-5632.
- ISAACSON, Walter (2014). Los innovadores. Bogotá (Colombia): Debate. 605 p. ISBN: 978-958-8806-78-5.
- LURIA, Alexander (1988). El cerebro en acción. Barcelona (España): Martínez-Roca. 383 p. ISBN 842700866X.
- PAJARES, Gonzalo & SANTOS, Matilde (2006). Inteligencia artificial e ingeniería del conocimiento. México D.F. (México): Alfaomega. 364 p. ISBN: 84-7897-676-0.
- PÉREZ, Edgardo & MEDRANO, Leonardo Adrián (2013). Teorías contemporáneas de la inteligencia: una revisión crítica de la literatura. En: Psiencia: Revista latinoamericana de ciencia psicológica. Vol. 2, No. 5. Buenos Aires (Argentina): Asociación para el Avance de la Ciencia Psicológica. p. 105-118. ISSN: 2250-5504.
- PINEL, John P.J. (2007). Biopsicología. Madrid (España): Pearson Educación S.A. 640 p. ISBN: 978-84-7829-081-9.
- RAMOS LINARES, Victoriano; PIQUERAS RODRÍGUEZ, José Antonio; MARTÍNEZ GONZÁLEZ, Agustín Ernesto & OBLITAS GUADALUPE, Luis Armando (2009). Emoción y Cognición: Implicaciones para el tratamiento [en línea]. En: Terapia Psicológica, Vol. 27, No. 2 (dic). Santiago de Chile (Chile): Sociedad Chilena de Psicología Clínica. p. 227-237. e-ISSN: 0718-4808. <<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-48082009000200008>>, <<http://www.scielo.cl/pdf/terpsicol/v27n2/art08.pdf>> [consulta: 12/04/2016].
- RUSSELL, Stuart (2005). Take a stand on AI weapons. In: Nature. Vol. 521, No. 7553 (May). London (UK): Macmillan Publishers Limited. p. 415-418. ISSN: 0028-0836.
- SHIEBER, Stuart (2004). The Turing Test: Verbal Behavior as the Hallmark of Intelligence. Cambridge (MA, USA): The MIT Press. 346 p. ISBN: 0-262-69293-7.
- STERNBERG, Robert J. (2003). ¿Qué es la inteligencia? Enfoque actual de su naturaleza y definición. 3 ed. Madrid (España): Ediciones Pirámide. 257 p. ISBN: 978-84-368-1831-4
- SUÁREZ, Jaqueline; MAIZ, Francelys & MEZA, Mariana (2010). Inteligencias múltiples: una innovación pedagógica para potenciar el proceso enseñanza aprendizaje. En: Revista Investigación y Postgrado, Vol. 25, No. 1 (abr). Caracas (Venezuela): Universidad Pedagógica Experimental Libertador. p. 81-94. ISSN: 1316-0087.
- TURING, Alan Mathison (1954). Solvable and unsolvable problems. In: Science News, No. 31. Washington, D.C (USA): Society for Science & the Public. p. 7-23. ISSN: 1943-0930.