

# Lógica sin verdad y la inteligencia artificial

## Logic without truth and artificial intelligence

**Miguel Salinas Molina**

masepistemologia@gmail.com

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

RECIBIDO: 02/05/2024 - ACEPTADO: 15/06/2024 - PUBLICADO: 31/07/2024

### RESUMEN

El presente documento versa sobre la importancia de la lógica en la Inteligencia Artificial y la dificultad de la lógica clásica por restringir su campo de estudio solo a las proposiciones que son verdaderas o falsas, excluyendo a cualquier otra expresión como las órdenes o las preguntas. Sabemos que los programas para las computadoras son secuencias de instrucciones que ejecutan las computadoras, por ser así, tenemos el problema de que los programas no deberían ser considerados como lógicos.

Para resolver el problema mencionado nos valemos de las investigaciones realizadas por Georg von Wright, Carlos Alchourron y Antonio Martino, incorporando estos resultados para la Inteligencia Artificial en el marco propuesto por Alan Turing sobre la inteligencia en las máquinas y de McCarthy sobre la Inteligencia Artificial usando la lógica no monotónica y circunscripción.

**Palabras clave:** Lógica, Verdad como referencia, Lógica sin verdad, Inteligencia Artificial, Circunscripción.

### ABSTRACT

This document deals with the importance of logic in Artificial Intelligence and the difficulty of classical logic in restricting its field of study only to propositions that are true or false, excluding any other expression such as orders or questions. We know that computer programs are sequences of instructions that computers execute, so we have the problem that programs should not be considered logical.

To solve the aforementioned problem we use the research carried out by Georg von Wright, Carlos Alchourron and Antonio Martino, incorporating these results for Artificial Intelligence in the framework proposed by Alan Turing on intelligence in machines and by McCarthy on Artificial Intelligence using non-monotonic logic and circumscription.

**Keywords:** Logic, Truth as a reference, Logic without truth, Artificial Intelligence, Circumscription.

## I. INTRODUCCIÓN

Tratamos como un problema el que la lógica clásica ignore las ordenes en su campo de estudio y presentamos una solución con la lógica sin verdad y su aplicabilidad en los sistemas computarizados específicamente en la Inteligencia Artificial.

Consideramos lo expresado por Francisco Miro Quesada<sup>1</sup> “La lógica estudia formalmente dos regiones íntimamente relacionadas, pero en si diferentes: la relación del pensamiento y la región del Ser o de los objetos en general” (Francisco Miro Quesada, 1946: 346). Miro Quesada nos dice que hay diversas disciplinas denominadas lógica, de manera que de ellas establece dos grupos con la intención de definir la lógica

... una de ellas está constituida por investigaciones sobre formas del pensamiento y la otra por estudios sobre Ontología formal... Por lo tanto si se quiere nombrar a estas disciplinas con una sola palabra es necesario emplearla en dos sentidos, uno amplio y otro estricto (Francisco Miro Quesada, 1946: 346).

Sostiene que la lógica en sentido amplio se ocupa de las propiedades de todo lo que es un algo y en el sentido estricto es el estudio de las formas del pensamiento.

Tratamos sobre la lógica sin verdad, que en nuestro entender cumple con lo expuesto por Miro Quesada siendo una definición útil para la computabilidad al resolver el problema mencionado al incorporar las expresiones de formas de órdenes o preguntas, ayudando a formalizar conceptos en la Ciencia de la Computación y en particular en la Inteligencia Artificial.

Sabemos que la Inteligencia Artificial abarca diferentes temáticas, por ser así, analizamos la lógica por su implicación en la construcción de los programas computacionales que son objetos básicos y necesarios para construir procesos inteligentes a ser ejecutados por máquinas.

1 José Francisco Miró-Quesada Cantuarias (Lima, 21 de diciembre de 1918, 11 de junio de 2019). Realizó estudios superiores en la Pontificia Universidad Católica del Perú, se graduó de bachiller en Filosofía (1938) y los continuó en la Universidad Mayor de San Marcos, donde estudió Filosofía optando el grado de doctor. Posteriormente, obtuvo los bachilleratos en Matemáticas y Derecho (1953) y el título de abogado en esta última universidad.

Presentamos la definición de lógica<sup>2</sup> proporcionada por el filósofo griego Aristóteles<sup>3</sup> que define el concepto de verdad como correspondencia, y la del lógico Alfred Tarski<sup>4</sup> que profundiza sobre la verdad como una concepción semántica. Ambos toman en cuenta el lenguaje y su relación a objetos ignorando las expresiones que son del tipo de imperativa o mandatos.

Según Mohamed et al. (2023), en su trabajo de investigación. El problema que actualmente se da es la ansiedad y depresión como principales causas de la discapacidad en millones de personas, para ello la investigación se centra en desarrollar e implementar un modelo de predicción basada en la clasificación de las etapas de ansiedad pre-clínica. Para abordar el problema se divide en 3 secciones principales, las cuales consta del modelo de predicción, análisis de datos y descripción de los algoritmos usados. Los resultados obtenidos complementan a su sistema de reglas de puntuación creado, que permite detectar rangos y asignar un color dependiendo la gravedad.

De acuerdo con los autores Hinduja et al. (2022), en su trabajo de investigación, describen la depresión como la tercera causa principal de la discapacidad en el mundo y su predominio en la mayoría de los países. Como objetivo buscan diseñar un marco genérico para complementar al monitoreo preventivo de la salud mental. En la metodología se propone el marco de detección de enfermedades que incluye la recopilación, preprocesamiento, construcción de registros históricos, análisis, verificación, generación de polaridad de datos, con selección de una técnica de machine learning. Se obtuvo como resultado que las técnicas de machine learning son eficientes en comparación con las de deep learning y el enfoque propuesto contribuyó a la gestión eficiente de la información referente a la salud mental en tiempo real.

2 La lógica aristotélica se expresa en los trabajos de Aristóteles, quien es ampliamente reconocido como el padre de la lógica. Sus trabajos sobre la materia se agrupan en el libro conocido como el *Órganon* y constituyen la primera investigación sistemática sobre los principios del razonamiento válido o correcto.

3 Aristóteles (384 A.C. y 322 A. C.) filósofo y científico griego nacido en la ciudad de Estagira, al norte de Grecia. Es considerado junto a Platón, el padre de la filosofía occidental. Sus ideas han ejercido una enorme influencia sobre la historia intelectual de Occidente por más de dos milenios.

4 Alfred Tarski (14 de enero de 1901 — 26 de octubre de 1983) lógico, matemático y filósofo polaco. Nació en la ciudad de Varsovia, Polonia, y murió en Berkeley, Estados Unidos. De origen judío acomodado, adoptó su apellido al convertirse en 1923 al catolicismo. Formó parte de la escuela polaca de lógica y filosofía hasta 1939, en que se estableció en Estados Unidos de América. Hizo aportaciones destacadas en la teoría de conjuntos, lógica polivalente, interpretabilidad, niveles de lenguaje y metalenguaje y conceptos semánticos. Fue el autor de Introducción a la lógica y a la metodología de las ciencias deductivas en el año 1941 y la concepción semántica de la verdad y los fundamentos de la semántica en 1944.

Tomamos prestado del campo del Derecho, el hecho de que los abogados se percataron de la necesidad de establecer una lógica para las normas que no son verdaderas ni falsas, y así resulta el conocido dilema de Jørgensen<sup>5</sup>, 1938, enunciando que si no hay verdades en las normas entonces no es posible una lógica. La solución al dilema fue investigado por Georg von Wright<sup>6</sup>, Carlos Alchourron<sup>7</sup> y Antonio Martino<sup>8</sup>, proponiendo una lógica sin verdad<sup>9</sup>.

La Inteligencia Artificial como disciplina de investigación fue propuesta inicialmente por Alan Turing<sup>10</sup>, para nosotros nos resulta interesante e ilustrativa su defensa de que las máquinas pueden pensar, tema tratado en su artículo *Can Digital Computers Think*, (1951), rechazando diversas ideas que proponen la imposibilidad de que las máquinas piensen. McCarthy<sup>11</sup> propondrá el término de Inteligencia Artificial y lo ira defendiendo y sustentando hasta conseguir que la comunidad científica lo acepte y sea hoy una disciplina en pleno desarrollo.

5 Jørgen Jørgensen (1894-1969) filósofo danés de la primera mitad del siglo XX, especialista en lógica formal (también conocida como lógica de primer orden) y lógica simbólica (que es el estudio de la lógica mediante la notación matemática). Fue uno de los personajes centrales del positivismo lógico. En su tiempo tomó parte activa en el debate público de su país, en el ámbito de la legislación y la educación.

6 Georg Henrik von Wright (14 de junio de 1916 - 16 de junio de 2003) filósofo finlandés, fundador de la lógica deóntica contemporánea. En 1951 su libro, *An Essay in Modal Logic and Deontic Logic* [Un ensayo sobre la lógica modal y la lógica deóntica], fueron hitos de la lógica. Estudiante de Ludwig Wittgenstein, participó junto a él como colaborador en algunas de sus publicaciones y colaboró en la edición de parte de su obra póstuma.

7 Carlos Eduardo Alchourrón (Buenos Aires, 1931- 1996). Filósofo argentino graduado en Derecho por la Universidad de Buenos Aires en 1958. Doctor en Derecho y Ciencias Sociales (UBA, 1969) con la tesis *Clarificación lógica de algunos conceptos normativos*. Consagró su vida al estudio y enseñanza de la Filosofía del Derecho, Lógica y Filosofía de la Ciencia, centrándose en problemas de la lógica.

8 Antonio Anselmo Martino, nació el 29 de agosto de 1937 en Buenos Aires. Jurista y politólogo italo-argentino. Abogado, Facultad de Derecho, Buenos Aires, 1963. Maestría en Ciencias, U. Torino, Italia, 1973. Doctor en Filosofía, U. Buenos Aires, 1974. Fue Profesor Asociado de Introducción al Derecho. En 1976, debido al golpe, se trasladó a Italia y posteriormente vivió en Pisa como profesor de Ciencias Políticas en la Facultad de Ciencias Políticas de la Universidad de Pisa.

9 La lógica sin verdad es un tema que resulta del estudio de incluir la lógica a las normas, su nacimiento se remonta al estudio de la lógica modal y luego a la lógica deóntica.

10 Alan Mathison Turing (Paddington, Londres; 23 de junio de 1912-Wilmslow, Cheshire; 7 de junio de 1954) fue un matemático, lógico, informático, criptógrafo, filósofo y biólogo teórico. Es considerado uno de los padres de la ciencia de la computación. Proporcionó una formalización influyente de los conceptos de algoritmo y computación: la máquina de Turing.

11 John McCarthy (Boston, Massachusetts, 4 de septiembre de 1927-Stanford, California, 24 de octubre de 2011) matemático e informático recibió el Premio Turing 1971 por sus contribuciones en el campo de la inteligencia artificial. Fue el responsable de introducir el término inteligencia artificial, concepto que acuñó en la Conferencia de Dartmouth en 1956. También se le atribuye el concepto de cloud computing.

## II. EL PROBLEMA

La lógica es presentada y en cierta forma definida por Aristóteles en su libro conocido como *Tratados de Lógica (Órganon)* que es un estudio del lenguaje y de las proposiciones lógicas basadas en la definición de Categorías<sup>12</sup> (clasificación para comprender el mundo). Define un conocimiento orgánico que se mantuvo intacto hasta finales del siglo XIX, donde surgen nuevos temas que amplían lo propuesto originalmente.

Aristóteles define la verdad en su libro *Metafísica* donde la presenta como una correspondencia entre lo que se dice y el mundo, así lo enuncia: “Pues decir que lo que es no es o que lo que no es es, es erróneo; pero decir que lo que es es y que lo que no es no es, es verdadero” (Aristóteles en Hernán Zucchi, 2004: 240)

El sustento de la lógica esta compilada en el libro *Órganon*, donde trata sobre nuestros pensamientos y el lenguaje, precisando que no a todos se les puede decir que son verdaderos o falsos en relación a los objetos del mundo, así sostiene:

Igual que a veces hay en nuestra mente pensamientos que no van acompañados de verdad o de falsedad, mientras que a veces hay otros que necesariamente son una u cosa de estas, lo mismo ocurre en nuestro lenguaje (Aristóteles en Gaspar Quintana Alberu, 1975:67)

La importancia que tienen las proposiciones es su valor de verdad o falsedad, de manera que si negamos alguna de ellas, inmediatamente cambia de valor por el contrario, de esta forma se define el principio del tercio excluido, solo se puede ser verdadero o falso.

Las afirmaciones y negaciones, evidentemente, no se oponen de ninguna de las maneras de que hemos tratado ahora mismo. Ocurre aquí, y solamente aquí, que un opuesto debe por necesidad ser verdadero, mientras que el otro debe ser siempre falso (Aristóteles en Gaspar Quintana Alberu, 1975:56)

Aristóteles define la proposición como la expresión que puede asignarse el valor de verdad o falsedad

12 Las categorías de Aristóteles son una herramienta para entender la realidad. Clasifica las cosas en diferentes categorías para una mejor comprensión de su naturaleza y relación con otras. Las categorías nos permiten hacer generalizaciones que ayudan a entender el mundo de forma más profunda y rigurosa. Las categorías son sustancia, cantidad, calidad, relación, lugar, tiempo, posición, estado, acción y pasión.

y rechaza de plano a todas las demás expresiones que no se les pueda asignar un valor, aquí radica la esencia del campo de estudio de Aristóteles sobre la lógica.

Ahora bien, mientras que toda sentencia o juicio tiene significado, aunque no como un instrumento de la naturaleza sino, como hemos observado, por convención, no todas pueden llamarse proposiciones. Llamamos solamente proposiciones a las que tienen en sí verdad o falsedad. Una súplica es, por ejemplo, una sentencia o expresión, pero no tienen ni verdad ni falsedad. Pasemos por alto todo esto, pues su estudio pertenece más bien al campo de la retórica o la poética. Tenemos solamente como tema de nuestra investigación actual las proposiciones” (Aristóteles en Gaspar Quintana Alberu, 1975: 69-79)

Durante más de 2,000 años la lógica de Aristóteles se ha mantenido intacta como el tratado de las proposiciones que operan en los silogismos<sup>13</sup> como deducciones dando forma al principio de consecuencia lógica donde los valores de verdad o falsedad contenidas en las premisas viajan hacia las proposiciones que son el resultado de las inferencias<sup>14</sup>.

Resaltamos el hecho de que en la lógica de Aristóteles se descartan las expresiones que son órdenes, preguntas, entre otras; en consecuencia los procedimientos que se definen mediante instrucciones imperativas no serían parte de la lógica tradicional.

### III. LA VERDAD

La verdad es un concepto que tiene diversas interpretaciones u orientaciones, nos resulta difícil precisarla, sabemos que es un asunto muy importante entre los filósofos. Nosotros con la finalidad de mostrar su amplio campo de estudio y precisar en donde nos ubicamos con respecto a la definición de verdad recurrimos el libro de las Teorías Contemporáneas de la Verdad de Juan Nicolas<sup>15</sup> y

13 Se trata de un método de razonamiento lógico que consta de tres partes: dos premisas y una conclusión.

14 En lógica, se denomina inferencia al proceso mediante el cual se obtienen conclusiones.

15 Juan Antonio Nicolás Profesor de Filosofía de la Universidad de Granada desde 1990. Dirige la "Cátedra G.W. Leibniz de filosofía" de la Universidad de Granada. Ha realizado estancias de investigación en la Universidad de Mainz, Centre National de la Recherche Scientifique (Paris), Universidad de la Sorbonne I (Paris), Leibniz-Archiv (Hannover), Leibniz Forschungsstelle (Münster) y Universidad Centroamericana (El Salvador).

María Frápolli<sup>16</sup> en la que los autores clasifican las teorías de la verdad en: (1) Teorías de la correspondencia (la verdad corresponde o se adecua entre la mente con las cosas), (2) Teorías Logico lingüistas (la verdad aparece como un concepto ignorándola como predicado en las expresiones), (3) Teorías fenomenológicas (la verdad no se da en la relación entre la mente y las cosas, se da como una satisfacción de nuestra expectativa), (4) Teorías hermenéuticas (la verdad se refiere simultáneamente y en la misma medida al objeto y el lenguaje), (5) Teorías de la coherencia (la coherencia se convierte en el criterio de la verdad), (6) Teorías pragmática (la verdad está en relevancia con la acción), y (7) Teorías intersubjetivas (la verdad consiste en una acción comunicativa la cual se comparten algunos supuestos).

Nosotros para este artículo, fijamos la verdad como una correspondencia siguiendo el sentido dado por Aristóteles, al corresponder lo mencionado del objeto con el objeto, y en esta relación lo expresado adquiere el valor de verdad o falsedad y por lo tanto resulta ser una proposición en la lógica.

Alfred Tarski en su artículo The Semantic Conception of Truth and the Foundations of Semantics (Concepción Semántica de la Verdad y los Fundamentos de la Semántica), 1944, inicia sus reflexiones de la verdad con lo enunciado por Aristóteles para luego establecer la famosa frase sobre la nieve es blanca:

Por consiguiente, si la definición de verdad ha de conformarse a nuestra concepción, debe implicar la siguiente equivalencia: La oración “la nieve es blanca” es verdadera si, y solo si, la nieve es blanca. (Tarski en Juan Nicolas y María Frápolli, 2012: 62)

Observamos que Tarski relaciona dos expresiones una entre comillas, lo que se dice, y al otro lado hay una expresión que es lo real, lo que está en el mundo; resultando una relación entre lo que ocurre entre dos mundos: el del lenguaje y el mundo<sup>17</sup>.

16 María José Frápolli Sanz (Madrid, 4 de febrero de 1960) filósofa española. En la actualidad es catedrática de Lógica y Filosofía de la Ciencia en la Universidad de Granada. Entre 2006 y 2012 fue presidenta de la Sociedad de Lógica, Metodología y Filosofía de la Ciencia en España y, entre 2018 y 2020, profesora honoraria del University College de Londres.

17 En conversaciones con el filósofo y amigo Miguel León y que nos resulta pertinente mencionarlo con respecto a las diferencias del concepto de verdad entre Aristóteles y Tarski, me resalta: mientras Tarski se mueve hacia la izquierda, Aristóteles se va a la derecha en una implicación de la forma  $p \leftrightarrow q$  (p si solo q), así para Aristóteles la verdad en la relación se sostiene en q (en el objeto), mientras que la verdad de Tarski en la relación se sostiene en p, tanto así que si construimos otra relación sobre la base de p tal como  $p' \leftrightarrow p$  (p' si solo p) la verdad se va hacia p'.

Tarski especifica la relación entre estos dos mundos como lenguajes, uno del que se habla y el otro del que hablamos, y define la verdad como necesaria en el primer lenguaje, y es en ese lugar donde considera su aplicación, así lo expresa:

El primero de estos lenguajes es el lenguaje acerca del que “se habla”, y que es el tema de toda la discusión; la definición de la verdad que estamos buscando se aplica a las oraciones de este lenguaje. El segundo es el lenguaje en que “hablamos acerca del” primer lenguaje, y en cuyos términos deseamos, en particular, construir la definición de verdad para el primer lenguaje. Denominamos lenguaje-objeto al primer lenguaje y metalenguaje al segundo. (Tarski en Juan Nicolas y María Frápolli, 2012: 70)

Por lo tanto la verdad se aplica en el lenguaje del que se habla y se construye en el lenguaje del que hablamos, denominándolo metalenguaje, lenguaje que trata del lenguaje, así es hace posible establecer la verdad en cada nivel superior en la medida que incluyamos otros metalenguajes como meta-metalenguajes, es decir lenguajes que hablan de lenguajes:

Si nos interesa la noción de verdad aplicada a oraciones, este último se convierte automáticamente en el lenguaje objeto... y para definir la verdad para este lenguaje debemos ir a un nuevo metalenguaje, a un lenguaje, por así decir de un nivel superior. De esta manera llegamos a toda una jerarquía de lenguajes (Tarski en Juan Nicolas y María Frápolli, 2012: 70)

En resumen la verdad de Tarski es un concepto semántico, porque las expresiones significan lo que representan, mencionado en otros términos, al decir “<a> de [a]”, será <a> verdadero si [a] es como se dice que es, por eso el sentido semántico; pero Tarski va más allá, sosteniendo la posibilidad de un meta-metalenguaje para un metalenguaje, por ser así, sus objetos no son los del mundo de Aristóteles, sin embargo podemos considerar que el punto de partida en la jerarquía de los lenguajes proporcionada por Tarski en cierta forma son del mundo de Aristóteles.

#### IV. ¿LOGICA SIN VERDAD?

Sabemos que la lógica tradicional trata solo de proposiciones (expresiones que tienen valor de verdadero o falso) ignora las expresiones normativas, al respecto Carlos Alchourron y Antonio Martino

sostienen lo siguiente: “Si la implicación lógica tiene lugar entre enunciados verdaderos o falsos y los directivos no tienen valores de verdad habrá que concluir que una lógica de normas no es posible” (Carlos Alchourron y Antonio Martino, 1987: 8)

Jørgensen<sup>18</sup> en su texto *Imperatives and Logic* (Imperativos y Lógica), 1938, expone sobre la imposibilidad del uso de la lógica tradicional en el contexto de las normas, y define dos situaciones, la primera de que las normas no tienen aplicación lógica y la segunda de que si la tienen y que no es posible su aplicación mediante las inferencias. La propuesta llama la atención de Alchourron y de Martino, indicando sobre el dilema de Jørgensen:

Dicho de otro modo bajo el supuesto que las normas carecen de valores de verdad, o bien 1. La noción de inferencia y los conectivos proposicionales se caracterizan en relación a las nociones de verdad y falsedad y no hay relación lógica entre normas ni pueden aplicarse los conectivos lógicos a las normas, o bien 2. Hay una lógica de las normas pero entonces la noción de inferencia no necesariamente debe caracterizarse con las nociones de verdad y falsedad ni los conectivos lógicos reciben su sentido de la dependencia del valor de verdad de sus compuestos. Este es el dilema de Jørgensen (1) (Carlos Alchourron y Antonio Martino, 1987: 11)

Para comprender el dilema nos valemos de un ejemplo en la Tesis para el doctorado en filosofía *El dilema de Jørgensen: Fundamentos semánticos de los imperativos* de Miguel León<sup>19</sup>, donde presenta dos expresiones imperativas (I) y una declarativa (D):

El dilema de Jørgensen está planteado en términos del argumento imperativo mixto, antes indicado. Veamos el siguiente ejemplo:

- 1 Todo aquel que comete un crimen debe ser castigado (tipo I)
- 2 Pedro comete un crimen (tipo D).

18 Jorge Jørgensen (1894-1969), filósofo danés de la primera mitad del siglo XX, especialista en lógica formal y lógica simbólica. Tomó parte activa en el debate público de su país, en el ámbito de la legislación y la educación, examinado y rechazado verdades del cristianismo, e inclinándose a favor del marxismo. En la última etapa de su vida se volvió un estalinista convencido, mostrando claras simpatías por la revolución cultural de Mao Tse-tung y sus postulados ideológicos.

19 Miguel León Untiveros, abogado de la Universidad Católica y Doctor en filosofía de la UNMSM, estudioso de la filosofía del derecho y de las matemáticas, ha publicado diversos artículos sobre temas de Jørgensen y de Condorcet entre otros.

3 Por lo tanto, Pedro debe ser castigado (tipo I). (

Miguel León, 2015: 91)

Luego Miguel León expone el siguiente razonamiento.

Para entender la perplejidad del dilema de Jørgensen, debe hacerse el siguiente razonamiento:

a. Sólo los enunciados declarativos (D), por tener un valor de verdad (V, F), son premisas y conclusiones de una inferencia lógica válida.

b. Las normas (1 y 3) no son enunciados lógicos.

c. Las normas no pueden ser premisas ni conclusiones de una genuina inferencia lógica.

d. Hay casos en que se da intuitivamente, una inferencia lógica válida, como en el ejemplo anterior.

(Miguel León, 2015: 91:92)

En el ejemplo se concluye de que el dilema es una paradoja “Como vemos la afirmación d contradice a las indicadas en a – c, podemos decir que el dilema de Jørgensen puede ser entendido como una paradoja” (Miguel León, 2015: 92)

Carlos Alchourron y Antonio Martino proponen una solución eligiendo el segundo camino del dilema de Jørgensen, aceptando que las normas no tienen valores de verdad o falsedad, pero se asientan de la propiedad de consecuencia lógica. En el ejemplo mostrado por Miguel León, se obtendría como conclusión que Pedro debe ser castigado, evidenciando que el concepto de consecuencia tiene sentido a pesar de que tratamos de expresiones imperativas y que desde la lógica de Aristóteles no deberían que ser tomados en cuenta.

Georg von Wright, considerado el padre de la lógica deóntica<sup>20</sup>, escribe el artículo *Logic without truth?* (¿Lógica sin verdad?), después de haber investigado por años la lógica de las normas y quedando al respecto en una posición escéptica, pero motivado por el trabajo de Alchourron y Martino sobre

20 La lógica deóntica es la lógica de las normas o ideas normativas. Su campo de estudio corresponde a lo autorizado, prohibido, obligatorio, e indiferente. Es un tipo de lógica modal como sistema que intenta capturar el comportamiento de operadores modales. Los operadores modales son expresiones que califican la verdad de los juicios, ejemplo: «es necesario que» o «siempre».

el tema de la verdad escribe el artículo mencionado y expresa lo siguiente: “En consecuencia, he vuelto finalmente a mi opinión primigenia: que la lógica trasciende la verdad” (von Wright en DOXA, 2016: 24)

Al final del artículo, Georg von Wright resalta la importancia de la implicación lógica, sosteniendo al respecto: “La implicación es una relación condicional lógicamente necesaria entre proposiciones” (von Wright en DOXA, 2016: 34), confirmando que se da sin importar la veracidad o falsedad de los términos del condicional, concluyendo en:

Por consiguiente, su aceptación no debe depender del previo rechazo de su antecedente ni de la previa aceptación de su consecuente. Pero esto no impide que, como cuestión de hecho, el antecedente sea rechazado como imposible, ni que el consecuente sea aceptado como necesario” (von Wright en DOXA, 2016: 34)

Ratificamos que una lógica de las normas es posible, incorporando expresiones de naturaleza imperativa, reforzando el principio de consecuencia lógica que cumple necesariamente con las condiciones de definición, designación y satisfacción, de manera que se cumpla con la pertinencia de la implicación.

## V. ¿LAS MÁQUINAS PUEDEN PENSAR?

Turing en su documento *Intelligent Machinery* (¿Máquina Inteligente?), 1948, sostiene que las máquinas pueden engañarnos haciéndonos creer que piensan, y rechaza diversas opiniones tratándolas como objeciones que van en contra de la posibilidad de una inteligencia en las computadoras.

La primera objeción se refiere a la idea de que las máquinas no pueden llegar a la posibilidad de competir intelectualmente con el hombre “(Objeción a) Una indisposición para admitir la posibilidad de lo que se pueda hacer, es que el hombre pueda tener un rival con poder intelectual” (Turing, 1948: 1), Turing la rechaza de plano por considerarla emocional, dice que es de naturaleza psicológica, hoy tenemos programas que podemos establecer una comunicación como si estuviéramos hablando con él.

La segunda objeción se refiere a la imposibilidad de crear máquinas que piensen, porque nos pondrá en la condición de un Dios “Objeción b) Una creencia religiosa en la que cualquier idea a construir una máquina es una clase de promesa irreverente...” (Turing, 1948: 1), Turing la rechaza por considerarla que son ideas religiosas.

La tercera Objeción se refiere a la capacidad limitada de las máquinas “(Objeción c) El límite máximo de caracteres de máquina que se pueden usar, según tiempos recientes (hasta 1940). Estimuló a creer que la máquina es limitada ante las exigencias extremas” (Turing, 1948: 1), Turing la rechaza colocando como ejemplo la máquina ENIAC<sup>21</sup>, mostrando sus capacidades en velocidad y almacenamiento, estableciendo que cada vez construimos mejores y más potentes computadoras.

La cuarta Objeción se refiere a la interpretación errada sobre el resultado del teorema de incompletitud de Gödel, en el sentido de que siempre nos encontraremos con la imposibilidad de deducir todas proposiciones “(Objeción d) El teorema de Gödel y sus resultados relacionados (Gödel, Church, Turing) muestran que si uno usa las máquinas para determinar la verdad o falsedad de teoremas matemáticos, no está dispuesta a tolerar un inesperado resultado errado, entonces cualquier máquina estará en el mismo caso de no proporcionar una respuesta a todo. De otro lado la inteligencia humana parece ser capaz a encontrar métodos e incrementar el poder de tratamiento con tales problemas.” (Turing, 1948: 1), Turing la rechaza porque considera que la posibilidad de un error no es un impedimento para hacer inteligencia, además dado un error podría ser superado como un aprendizaje de lo que no se debe repetir.

La quinta Objeción se refiere a que si las computadoras resuelven un problema esta se debe al creador del programa, no a la máquina “(Objeción e) Hasta donde una máquina pueda mostrar inteligencia y es contemplada de que si es posible, será como reflejo de la inteligencia de su creador” (Turing, 1948: 1). Turing rechaza la objeción “sostiene que se contradice con el siguiente ejemplo: Si un profesor ayuda a sus alumnos con métodos de enseñanza y luego abandona la comunicación con el pupilo, siendo el pupilo quien presenta los resultados y no el profesor, la decisión le corresponde al pupilo y no al profesor, en clara alusión a que la máquina presenta el resultado y no el creador del programa” (Miguel Salinas, 2022 7).

Sostenemos en nuestro documento sobre el Concepto de Computabilidad en Alan Turing, postula “sobre máquinas inteligentes, no refiere a una inteligencia en forma como se presenta en el hombre, la interpreta como una simulación mediante algo-

21 ENIAC, acrónimo de Electronic Numerical Integrator And Computer (Computador e Integrador Numérico Electrónico), fue una de las primeras computadoras de propósito general. Fue inicialmente diseñada para calcular tablas de tiro de artillería destinadas al Laboratorio de Investigación Balística del Ejército de los Estados Unidos.

ritmos, que se manifiestan en las máquinas en correspondencia ‘física’ a lo que se ejecuta mediante un programa” (Miguel Salinas, 2022 9). Conocemos la opinión de Turing de que se llegará a tener máquinas con mayor capacidad y programas que se muestren como si ‘pensaran’.

Jack Copeland<sup>22</sup> resalta el aporte de Alan Turing para el desarrollo de la Inteligencia Artificial, en su libro *Inteligencia Artificial*, menciona lo siguiente: “la filosofía de la IA apareció varios años antes que la IA misma. El padre fundador de esta rama de la filosofía fue Alan Turing” (Copeland, 1993: 29).

## VI. INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Cuando nos hablan sobre el origen de la Inteligencia Artificial, todos nos refieren al evento en la universidad Dartmouth College, en 1956, ubicada en Hanover, Nuevo Hampshire (Estados Unidos), como el evento que da inicio a la Inteligencia Artificial. Entre los organizadores del evento se encuentra el matemático e ingeniero John McCarthy que dedico mucho tiempo y esfuerzo para establecer la nueva disciplina.

El evento de Dartmouth fue planeado para que dure dos meses en el verano de 1956. Daniel Crevier<sup>23</sup> nos dice “En muchos aspectos la conferencia... no llego a ninguna conclusión John McCarthy su principal organizador, quedo muy insatisfecho de ella, lo que impidió la organización de reuniones plenarios” (Daniel Crevier, 1996:43)

Jack Copeland ratifica lo mencionado por Crevier, “La conferencia, en muchos sentidos, no fue un éxito. La mayoría de la gente que McCarthy invito no hallo que dos meses cabales de <tormenta de cerebros> fuera una perspectiva tentadora. Fueron frecuentes las visitas breves y la gente iba y venía errática” (Jack Copeland, 1996: 29)

La Inteligencia Artificial apareció posteriormente al evento de Dartmouth, se instalaron laboratorios de IA en diversas universidades, y tomo su tiempo para que el nombre de esta nueva rama reciba su aceptación, así lo explica Crevier:

22 Jack Copeland (nacido en 1950) es profesor de filosofía en la Universidad de Canterbury (Nueva Zelanda).

Recibió su D.Phil y B.Phil en filosofía de la Universidad de Oxford en 1979 por sus investigaciones sobre lógica modal y no-clásica. Es director del Archivo Turing para la Historia de la computación en Canterbury (Nueva Zelanda) desde 1985 y es decano de la escuela de filosofía y estudios religiosos.

23 Daniel Crevier (nacido en 1947) canadiense, empresario e investigador de inteligencia artificial. También es autor de *AI: la tumultuosa historia de la búsqueda de inteligencia artificial*. En 1974, Crevier recibió un doctorado. Licenciatura del Instituto de Tecnología de Massachusetts.

McCarthy recordando su desacuerdo con los artículos sobre Teoría de autómatas editados con Shannon, buscaba un nombre preciso y atractivo. Superando la resistencia de algunos participantes (Samuel creía que el término <artificial> sonaba mal, y Nowel y Simon siguieron durante años refiriéndose a su trabajo como <procesamiento complejo de información> McCarthy convenció a la mayoría de apoyar la expresión <inteligencia artificial> (Daniel Crevier, 1996: 44)

McCarthy define la Inteligencia artificial en su artículo, *What is Artificial Intelligence?* (¿Qué es Inteligencia Artificial?) de la siguiente forma:

Pregunta. ¿Qué es la inteligencia artificial?

Respuesta. Es la ciencia y la ingeniería de fabricar máquinas inteligentes, especialmente programas informáticos inteligentes. Está relacionado con la tarea similar de utilizar computadoras para comprender la inteligencia humana, pero la IA no tiene por qué limitarse a métodos que sean biológicamente observables.

(McCarthy, 2007:2)

Precisa sobre la ambigüedad del término de inteligencia, indicando que es amplia y con diversos sentidos:

Pregunta. Sí, pero ¿qué es la inteligencia?

Respuesta. La inteligencia es la parte computacional de la capacidad de lograr metas en el mundo. Las personas, muchos animales y algunas máquinas tienen distintos tipos y grados de inteligencia.

(McCarthy, 2007:2)

La visión positiva de McCarthy sobre la IA es manifiesta a pesar de que la Inteligencia Artificial se encuentra en proceso y con muchos aspectos por definir:

Pregunta. ¿No existe una definición sólida de inteligencia que no dependa de la relación con la inteligencia humana?

Respuesta. Todavía no. El problema es que todavía no podemos caracterizar en general qué tipo de procedimientos computacionales queremos llamar inteligentes. Nosotros comprendemos algunos de los mecanismos de la inteligencia y otros no.

(McCarthy, 2007:2-3)

Para McCarthy la Inteligencia Artificial se orienta hacia una inteligencia del tipo humano que resuelve problemas, estando en consecuencia a lo manifestado muchos años antes por Alan Turing, indicando lo siguiente:

Pregunta. ¿La IA apunta a una inteligencia a nivel humano?

Respuesta. Sí. El esfuerzo final es crear programas de computadora que puedan resolver problemas y alcanzar metas tanto en el mundo como en los humanos. Sin embargo, muchas personas involucradas en áreas de investigación particulares son mucho menos ambiciosas.

(McCarthy, 2007:5)

## VII. CIRCUNSCRIPCION

Hemos sostenido que la lógica tradicional no acepta expresiones que son del tipo imperativo y que hay solución al problema mediante el uso de una lógica sin verdad que utiliza fuertemente el principio de consecuencia.

McCarthy percibe que la deducción no puede abarcar todas las formas del razonamiento humano, así lo indica en su documento *Epistemological Problems of Artificial Intelligence* (Problemas Epistemológicos de la Inteligencia Artificial), tratando de establecer líneas de reflexión para el logro y desarrollo de una Inteligencia Artificial:

Existe la intuición de que no todo el razonamiento humano puede traducirse a deducción en algún sistema formal de lógica matemática y, por lo tanto, la lógica matemática debe rechazarse como un formalismo para expresar lo que un robot debería saber sobre el mundo. La intuición en sí misma no conlleva una idea convincente de lo que falta y cómo podría suplirse. (McCarthy, 1977:8)

La propuesta es lograr un tipo de razonamiento, denominándola circunscripción, no es una deducción es una forma de delimitar el campo de acción, lo dice de este modo:

La idea intuitiva de circunscripción es la siguiente: conocemos algunos objetos de una clase determinada y tenemos algunas formas de generar más. Llegamos a la conclusión de que esto da todos los objetos de la clase. Así circunscribimos la clase a los

objetos que sabemos cómo generar. (McCarthy, 1977:8-9)

La circunscripción consiste en conocer los objetos que participan del problema y de las reglas que las contienen, por ser así, los posibles objetos estarían definidos implícitamente y podrían aparecer nuevos para luego convertirse en parte de la clase de objetos tratados.

MacCarthy en su artículo *Circumscription a form of Nonmonotonic Reasoning* (Circunscripción una forma de razonamiento no-monótono), describe la importancia de la lógica no-monotónica<sup>24</sup> en su propuesta de la circunscripción, precisándola como la solución de un universo de objetos que están circunscritos a un ámbito de solución:

Los humanos y los programas informáticos inteligentes a menudo deben llegar a la conclusión de que los objetos que pueden determinar que tienen ciertas propiedades o relaciones son los únicos objetos que las tienen. La circunscripción formaliza tal razonamiento conjetural. (McCarthy, 1986:1)

Para McCarthy la circunscripción trata de la búsqueda de programar de forma que representemos el “sentido común”, priorizando lo que se sabe y mediante un lenguaje lógico decidir qué hacer, deduciendo la conclusión de un determinado acto, y luego del acto se crearía una situación y nuevamente decidir el qué hacer.

Para lograr capturar el “sentido común” mediante un programa se requiere representar el conocimiento de la situación problemática mediante oraciones lógicas, para operarlas usando algoritmos, para este fin se precisa determinar las propiedades de los objetos y los hechos que satisfacen sus propiedades, siendo la circunscripción una regla de conjetura:

La circunscripción es una regla de conjetura que puede ser utilizada por una persona o programa para “sacar conclusiones precipitadas”. Es decir, los objetos que se puede demostrar que tienen una determinada propiedad  $P$  razonando a partir de ciertos hechos  $A$  son todos los objetos que satisfacen  $P$ . De manera más general, la circunscrip-

ción se puede utilizar para conjeturar que las tuplas  $\langle x, y, \dots, z \rangle$  que se puede demostrar que satisfacen una relación  $P(x, y, \dots, z)$  son todas las tuplas que satisfacen esta relación. Así circunscribimos el conjunto de tuplas relevantes. (McCarthy, 1986:2)

McCarthy identifica la necesidad de la lógica no-monotónica en el sentido que la conclusión de una acción determina un nuevo ambiente reduciendo el universo de las soluciones, así después de cada nueva acción se sigue el sentido de ir acotando las soluciones posibles, de manera que se van fortaleciendo reglas particulares como resultado del caso, se imponen sobre las reglas generales, por esto se dice que las reglas generales se van “derrotando”<sup>25</sup>.

Para precisar lo enunciado, McCarthy presenta el problema de los 3 misioneros y 3 caníbales, tal que los 6 deben cruzar un río, tienen condiciones que definen la forma en que puedan viajar a la otra orilla del río:

El rompecabezas de los Misioneros y Caníbales, muy utilizado en la IA, contiene detalles más que suficientes para ilustrar muchos de los problemas. Tres misioneros y tres caníbales llegan a un río. Hay disponible un bote de remos con capacidad para dos personas. Si los caníbales alguna vez superan en número a los misioneros en cualquiera de las orillas del río, los misioneros serán devorados. ¿Cómo cruzarán el río? (McCarthy, 1986:4)

El objetivo mediante la circunscripción no es el encontrar la solución, aunque se trata de eso, más bien es el de establecer reglas mediante expresiones formales de los casos que corresponden al problema, en este propósito McCarthy indica que el sentido común ayuda a establecer reglas para el problema, como las innecesarias “para avanzar en el bote se usaran remos” o las que deben excluirse “pueden ir más de dos personas en el bote” o descartar soluciones no definidas “caminar una milla arriba hasta encontrar un puente”. Según lo expuesto, el término de circunscripción resulta pertinente porque justamente se trata de circunscribir como un marco de acción de lo que hay que tratar.

<sup>24</sup> Una lógica no monotónica, es un sistema lógico cuya relación de consecuencia lógica reduce el conjunto de las consecuencias, en contraste los sistemas lógicos monotónicos no producen una reducción de su conjunto de consecuencias. Ejemplo de Lógica monotónica: Todas las aves vuelan, la paloma es un ave, entonces la paloma vuela. Ejemplo de Lógica no-monotónica: Todas las aves vuelan, la paloma es un ave, el pingüino es ave y no vuela, entonces concluimos que el pingüino no vuela porque lo específico prevalece sobre la regla general.

<sup>25</sup> Derrotar lo explicamos mediante el siguiente ejemplo: (1) Sea la regla las niñas no deben trabajar, pero tenemos (2) Una niña que es madre y no tiene familiares, y sabemos que el Estado es ineficiente que no procura servicios para madres solteras; entonces la regla (3) La niña debe trabajar se tendría que aplicar. La regla (3) contradice la regla (1) y además es una regla particular que derrota a la reglas (1) que es general.

McCarthy propone una sistematización lógica usando predicados<sup>26</sup> mediante la lógica no-monotónica, donde los casos particulares se impondrán sobre las reglas generales, acotando en cada paso el universo solución hasta llegar a la respuesta deseada.

Se dice que la propuesta de McCarthy tiene errores para ciertos casos, se conoce como The Yale Shooting Problem (El problema del tiroteo en Yale), que dice: Se tiene como condición inicial a una persona y un arma que esta descargada, se espera cargar el arma, tomarse un momento y luego dispararle; sin embargo no se puede probar si está muerto; según el razonamiento expuesto. Caben dos soluciones contradictorias: muere o sobrevive. La propuesta la presentaron Steve Hanks<sup>27</sup> and Drew McDermott<sup>28</sup> en su artículo Default Reasoning, Nonmonotonic Logics, and the Frame Problem, (1986), indicando lo siguiente:

Se han propuesto sistemas formales no monótonos como una extensión de la lógica clásica de primer orden que capturará el proceso de "razonamiento por defecto" o "inferencia plausible" humana a través de sus mecanismos de inferencia, del mismo modo que el modus ponens proporciona un modelo para el razonamiento deductivo. Las propiedades de estas lógicas se han estudiado en detalle y se han identificado muchos ejemplos de razonamiento humano por defecto; en su mayor parte, estas lógicas en realidad no se han aplicado a problemas prácticos para ver si producen los resultados esperados. Proporcionamos axiomas para un problema simple de razonamiento temporal que durante mucho tiempo ha sido identificado como un caso de razonamiento por defecto, por lo que presumiblemente susceptible de representación en lógica no monótona. Sin embargo, al examinar las teorías no monótonas resultantes, encontramos que las inferencias permitidas por la lógica no son las que pretendíamos cuando escribimos los axiomas y, de hecho, son mucho más débiles. Se demuestra que este problema es independiente de la

lógica utilizada; ni depende de ninguna representación temporal particular. Al analizar el fracaso, encontramos que las lógicas no monótonas que consideramos son inherentemente incapaces de representar este tipo de razonamiento predeterminado. (Steve y McDermott, 1986:1)

Consideramos que la crítica a la propuesta por McCarthy no es fuerte: (1) La inscriben en medio de la lógica clásica de primer orden a la que hemos considerado insuficiente. (2) Consideran que la aplicación en un caso real se requiere el uso de lógica temporal y de ser así diríamos que la probabilidad debería ser tomada en cuenta, (3) Se interpreta la lógica no-monotónica como una aplicación dentro de la lógica clásica y necesariamente ocurre así si aceptamos el uso de expresiones del tipo normativo.

Finalmente, ante la posibilidad de la existencia de errores en los procesos de razonamiento, resaltamos lo expresado por Alan Turing, que indica que el errar no limita el que podamos hacer inteligencia mediante los algoritmos, esto nos lleva al tema del aprendizaje que se encuentra dentro de la temática de la Inteligencia artificial.

## VIII. CONCLUSION

1. La Inteligencia Artificial está en pleno desarrollo y con el aumento de las capacidades comunicación y de las computadoras el conocimiento al respecto avanza con mayor velocidad.
2. En la ciencia de la computación en todos sus aspectos requieren de formalismos para precisar conceptos, siendo el algoritmo el principal actor del funcionamiento de los diversos programas computacionales, razón por la que se necesita de la lógica, aunque sabemos que el algoritmo es una definición intuitiva por lo tanto no definible.
3. La lógica es parte fundamental para la formulación de los modelos y desarrollo de aplicaciones en la Inteligencia Artificial, para nuestro caso la lógica es mucho más que la verdad, para ser así, nos resulta necesario y suficiente el principio de implicación lógica.
4. Para lograr avances en la Inteligencia Artificial y en lo particular en la programación de las computadoras, hay que conocer la lógica clásica de Aristóteles. Su estudio debe considerarse como si fuera una estructura básica, colocando el énfasis en el principio de implicación y la utilidad de la lógica sin verdad.

26 Sabemos que una oración gramatical está formada por la unión de un sujeto y un predicado, el sujeto es de quien se habla y el predicado es lo que se dice del sujeto. En la lógica el predicado es una proposición que enuncia algo de un conjunto de sujetos, ejemplo las aves vuelan, sería  $V(x)$  donde  $V$  es "x vuela" y el término  $x$  tomaría los valores de paloma, condor, colibrí etc.

27 Steve Hanks, Doctor en Ciencias de la Computación de la Universidad de Yale.

28 Drew McDermott (Diciembre 27, 1949 – Mayo 26, 2022) fue profesor de Ciencias de la Computación en la Universidad de Yale. Conocido por sus contribuciones en Inteligencia Artificial y Planeamiento Automatizado.

5. La lógica sin verdad nos resulta pertinente para la aplicación de los diversos temas en la computabilidad, encontrando en la propuesta de McCarthy una representación que supera la visión de la lógica clásica. La circunscripción mediante lógica derrotable nos lleva a pensar que tiene mucho sentido las lógicas sin verdad como se ha expuesto en el presente artículo.
6. La circunscripción es un ejemplo de lo que se puede hacer para un mecanismo estratégico en la IA, resultando ser una regla de conjetura estableciendo el concepto de lógica usando la no-monotonía con expresiones imperativas como normas, aclarando que no es la única forma para avanzar en la Inteligencia Artificial, pero para los fines del presente artículo nos resulta esclarecedor.
7. Sobre el problema del límite de la circunscripción mediante lógica derrotable, nos dice que en los casos que correspondan a situaciones temporales no garantizan una solución porque se puede presentar un error. Los errores no impide que avancemos en la Inteligencia Artificial, para nosotros el uso de la lógica no-monotónica ayuda a descartar situaciones no deseadas que posibilitan que ocurra el error.
8. Finalmente cuando hablamos de Inteligencia Artificial se entiende del desarrollo de herramientas computacionales que actúan con inteligencia, como la que realiza el hombre para resolver problemas, tal como lo exponen los precursores de esta disciplina Alan Turing y John McCarthy.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Aristóteles. (2004). *Metafísica*. (Trad. Hernán Zucchi). Buenos Aires: Argentina. Editorial Sud América. S.A.
- [2] \_\_\_\_\_ (1975). *ORGANON Escritos de Lógica*. (Edit. Gaspar Quintana). La Habana: Cuba. Editorial de Ciencias Sociales.
- [3] Alchourron Carlos, Martino Antonio (1987). *Lógica Sin Verdad*. <https://www.studocu.com/es-ar/document/universidad-siglo-21/filosofia/alchourron-martino-logica-sin-verdad/25367000> (2024, 15 de febrero)
- [4] Daniel Crevier. (1996). *Inteligencia Artificial*. (Trad. Rodolfo Fernández). Madrid España. Acento Editorial.
- [5] Georg von Wright. (2016). ¿Lógica sin verdad? <https://doxa.ua.es/article/view/2016-n39-g-h-von-wright-y-la-logica-sin-verdad> (2024, 10 de enero)
- [6] Jack Copeland. (1996). *Inteligencia Artificial*. (Trad. Julio César Armero). Madrid España. Alianza Editorial.
- [7] John McCarthy (1977) *Epistemological problems of artificial Intelligence* <https://www-formal.stanford.edu/jmc/epistemological.pdf> (2024, 6 de enero)
- [8] \_\_\_\_\_ (1986) *Circumscription a form of Nonmonotonic reasoning* <http://jmc.stanford.edu/articles/circumscription/circumscription.pdf> (2024, 5 de enero)
- [9] \_\_\_\_\_ (2007). *What is Artificial Intelligence?* <http://jmc.stanford.edu/articles/whatisai/whatisai.pdf> (2024, 5 de enero)
- [10] León Untiveros Miguel. (2015). *El dilema de Jørgensen: Fundamentos semánticos de los imperativos* [https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/4690/Le%C3%B3n\\_um.pdf?sequence=1](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/4690/Le%C3%B3n_um.pdf?sequence=1) (2024, 25 de abril)
- [11] Miro Quesada Francisco. (1946). *Logica*. Lima, Peru. Biblioteca de la Sociedad de Filosofía.
- [12] Salinas Miguel. (2022). *El Concepto de Computabilidad en Alan Turing*. *Revista de investigación de sistemas e informática*, 15(2): 87-105.
- [13] Steve Hanks y Drew McDermott (1986) *Default Reasoning, Nonmonotonic Logics, and the Frame Problem*. <https://cdn.aaai.org/AAAI/1986/AAAI86-054.pdf> (2024, 4 de mayo)
- [14] Turing Alan (1948). *Intelligent Machinery*: [https://www.alanturing.net/turing\\_archive/archive/1/132/L32-001.html](https://www.alanturing.net/turing_archive/archive/1/132/L32-001.html) (2008, 14 de junio).
- [15] \_\_\_\_\_ (1950). *Computing machinery and intelligence* <https://www.loebner.net/Prizef/TuringArticle.html>. (2008, 14 de junio).
- [16] \_\_\_\_\_ (1951). *Can Digital Computer Think* <https://www.turingarchive.org/browse.php/B/5> (2008, 14 de junio).