

REDES NEURONALES ARTIFICIALES (RNA) A LA LUZ DE LAS RELACIONES ENTRE LA INTELIGENCIA Y LA VOLUNTAD HUMANAS EN SANTO TOMÁS DE AQUINO^a

Artificial Neural Networks (ANN) in the light of the
relationships between human intelligence and the will in
Saint Thomas Aquinas

Artículo de investigación

DOI: <https://doi.org/10.21501/23461780.5006>

Recibido: junio 17 de 2024. Aceptado: enero 20 de 2025. Publicado: mayo 30 de 2025

*Manuel Ocampo Ponce**

^a Este artículo forma parte del proyecto de investigación: "Transhumanismo bioprogresista extropianista, posthumanismo y bioconservadurismo, desde la perspectiva realista de Tomás de Aquino" realizado en el Instituto de Humanidades de la Universidad Panamericana, Guadalajara, México.

* Doctor en Filosofía y Letras. Profesor investigador del Instituto de Humanidades en la Universidad Panamericana, Guadalajara, México. Correo electrónico: maocampo@up.edu.mx, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2895-3340>.

Resumen

El conocimiento humano es una realidad difícil de abordar debido a que involucra distintas facultades, tanto cognoscitivas como apetitivas, en las que intervienen procesos biológicos y espirituales. No obstante, últimamente se ha intentado emular, mediante modelos computacionales, las funciones cerebrales que condicionan este conocimiento. Es lo que dentro de la Inteligencia Artificial (IA) ha sido denominado como redes neuronales artificiales (RNA). Sin embargo, es necesario indagar hasta qué punto las redes neuronales coinciden con dichos procesos cognoscitivos. El presente trabajo está encaminado a estudiar las innovadoras redes neuronales a la luz de las relaciones entre el intelecto y la voluntad humanas en el proceso del conocimiento. Se ha considerado oportuno hacerlo desde la perspectiva de santo Tomás de Aquino debido a que es un autor que recoge, sintetiza y desarrolla magistralmente toda la herencia cultural clásica y medieval en torno al tema del conocimiento.

Palabras clave

Facultad; Inteligencia; Inteligencia artificial; Redes neuronales; Voluntad.

Abstract

Human knowledge is a difficult reality to address, as it involves different faculties, both cognitive and appetitive, in which biological and spiritual processes are involved. In recent times, however, human beings have tried to emulate, through computational models, the brain functions that underlie human knowledge. This is what within Artificial Intelligence (AI) has been called artificial neural networks (ANN). Nonetheless, it is necessary to examine to what extent neural networks coincide with human cognitive processes. The objective of this work is to study innovative neural networks in light of the relationships between human intellect and the will in the process of knowledge. We have considered it appropriate to do so from the perspective of Saint Thomas Aquinas because he is an author who collects, synthesizes and develops the entire classical and medieval cultural heritage around the topic of knowledge.

Keywords

Artificial intelligence; Faculty; Intelligence; Neural networks; Will.

Estado de la cuestión

El cerebro humano de un adulto, de un volumen aproximado de 1.350 cm³ y un peso de 1.500 g, contiene cerca de 20 billones de neuronas (Pakkenberg & Gundersen, 1997, pp. 312-320) y evolutivamente es considerablemente mayor que el de cualquier prehomínido o primate cercano al hombre (Stephan et al., 1981, pp.1-29) del que nos hemos separado hace más de 7 millones de años (Brunet et al., 2007, pp.260-267). Las diferencias entre los parientes más cercanos del hombre, como el *Pan paniscus* y el *Pan troglodytes*, son morfológicas (físico-químicas), cognitivas y culturales, y pueden ser atribuidas biológicamente a la evolución que les ha permitido la adaptación a un entorno constantemente cambiante (Rosales-Reynoso et al., 2018, p. 258).

Entre los principales mecanismos genéticos que se han relacionado con la evolución del cerebro humano se encuentran: a) la selección positiva en regiones codificantes de proteínas del genoma que conducen a cambios en las secuencias de proteínas existentes; b) la duplicación y la delección de genes, y c) los cambios a través de la evolución en regiones no codificantes del genoma, especialmente en las secuencias reguladoras en *cis* que dan lugar a la expresión de genes alterados. (Rosales-Reynoso et al., 2018, p. 259)

Existen otros cambios y diferencias como el del direccionamiento de los axones de las neuronas desde el cerebro hasta la médula espinal, y otros más que nos hacen ver que las diferencias biológicas entre el hombre y los primates más evolucionados son significativas y responden a causas más profundas que es necesario indagar (Rosales-Reynoso et al., 2018, p. 262).

Aun desde la neurobiología, no se ha podido saber el porqué de un órgano cognoscitivo tan peculiar, sobre todo cuando lo comparamos con el cerebro de otros primates más evolucionados y homínidos ancestrales; tampoco se sabe cuándo nuestro cerebro comenzó a ser un cerebro humano (Zapata Yance, 2009, p. 115; Rosales-Reynoso et al., 2018, p. 262).

No es posible saber, desde las ciencias experimentales, qué es lo que hace que un humano piense, aun cuando se conozcan los procesos bioquímicos que intervienen como condiciones del pensamiento humano. Por otra parte, es

necesario contemplar que en los procesos de conocimiento humano no solo interviene la inteligencia, sino también la facultad apetitiva superior del hombre, que es la voluntad e incluso otras facultades sensitivas (Astorquiza, 2008, p. 117) que se encuentran en otros primates, pero que no se encuentran en las máquinas.

En cuanto al conocimiento humano relacionado con su aspecto físico y bioquímico, y en términos muy generales, los procesos cerebrales se llevan a cabo gracias a la unidad funcional del sistema nervioso que es la neurona y que está constituida por un cuerpo neuronal, dendritas y axones que permiten la transmisión de información para sentir, pensar y actuar. La sinapsis permite que señales eléctricas pasen de una neurona a otra mediante impulsos eléctricos, esta hace que se liberen neurotransmisores que viajan del axón de una neurona hasta la hendidura sináptica, donde se produce la sinapsis que puede ser eléctrica o química (Hall, 2021, p. 341).

El conocimiento de esos mecanismos bioquímicos del cerebro humano ha permitido que la biotecnología, junto con la ingeniería, desarrollen sistemas que emulan algunas de las funciones cerebrales y que quedan incluidas entre lo que se ha denominado inteligencia artificial (IA). Una de esas tecnologías ha sido llamada red neuronal artificial (RNA). “Una red neuronal es un modelo de computación cuya estructura de capas se asemeja a la estructura interconectada de las neuronas en el cerebro con capas de nodos conectados” (MathWorks, s.f., párr.1). Se trata de modelos matemáticos computacionales formados por su capa de entrada, algunas capas de salidas y otras capas ocultas, conformadas por neuronas artificiales interconectadas por sinapsis con un peso respectivo, y cuyo funcionamiento simula el comportamiento del cerebro humano (Incio Flores et al., 2021, p. 108).

Los procesos se basan en algoritmos o programas informáticos que aprenden imitando el aprendizaje neuronal biológico mediante procesos de señales compartidas por sinapsis que conectan neuronas, cuya información es analizada y procesada por procesos electroquímicos (Castaneda et al., 2023, p. 53). Los axones transmiten *data* e información a las neuronas que procesan la información, tal y como sucede en el cerebro humano. Dichas redes también emulan

el aprendizaje mediante un entrenamiento basado en repeticiones (Amershi et al., 2005) y se utilizan para predecir resultados en muchos ámbitos, entre los que se encuentra: el ámbito educativo, el comportamiento de materias primas y sus propiedades mecánicas, el pronóstico de eventos futuros, el incremento de utilidades, la disminución de errores, la mejora de la calidad de los productos, y la resolución de problemas complejos, entre otros.

El funcionamiento de las redes neuronales artificiales consiste en que las redes neuronales procesan y comparten información entre sí mediante conexiones de red que además se clasifican en *pesos de importancia* (González et al., 2021, p. 96). Una de las ventajas es la capacidad de clasificar y agrupar datos a gran velocidad, de aprender de la experiencia y generalizar a partir de casos anteriores a otros posteriores, de separar o abstraer características esenciales partiendo de entradas que representan información irrelevante (Matich, 2001, p. 8). Dentro de las más antiguas están el perceptrón creado por Frank Rosenblatt en 1958 (Matich, 2001, p. 6), los perceptrones multicapa (MLP), las redes neuronales convolucionales (CNN) y las redes neuronales recurrentes (RNN).

Otras ventajas que ofrecen son: el aprendizaje adaptativo, la auto-organización, la tolerancia a fallos, la operación en tiempo real y la facilidad para ser insertadas dentro de la tecnología existente (Matich, 2001, p. 8). Todas estas afirmaciones y ventajas resultan muy prometedoras. Sin embargo, hemos visto que aun la neurociencia ha declarado que, en el ámbito del conocimiento humano, hay muchas preguntas por contestar. También hemos resaltado la importancia de considerar que en los procesos de conocimiento humano no solo interviene la inteligencia, sino también la voluntad y otras facultades.

Ese es el motivo por el que pensamos que es conveniente precisar algunos puntos fundamentales que puedan aportar, a la biología y a la tecnología que la emula, elementos que ayuden a determinar el estatuto ontológico de la parte biológica y tecnológica a la vez que nos permitan precisar si, mediante las redes neuronales artificiales, podríamos lograr una verdadera inteligencia capaz de

abstraer o separar la esencia de las cosas sensibles, hacer juicios e inferencias para obtener conclusiones nuevas, es decir, pensar, y luego generar actos libres para discernir con libertad y responsabilidad.

Hemos pensado importante rescatar algunos fundamentos relacionados con la esencia o naturaleza de la inteligencia y la voluntad humanas desarrollados por santo Tomás de Aquino en el siglo XIII d.C., que ha integrado elementos clásicos y medievales de perenne validez, para que nos ayuden a determinar el estatuto ontológico de la inteligencia humana, de su relación con la voluntad, con la biología y las redes neuronales artificiales (RNA), como una de las tecnologías fundamentales en el desarrollo de lo que se ha denominado IA.

Para lograr ese objetivo, es necesario hacer un esfuerzo que consiste en la integración de los conceptos filosóficos con los conceptos biológicos y tecnológicos pertenecientes a contextos históricos y culturales muy distintos, pero que, por su perenne validez, aportan elementos muy importantes que es conveniente rescatar e integrar para una valoración filosófica objetiva.

La producción de conceptos universales frente a la neurociencia y la biotecnología

En efecto, en el siglo XIII, cuando aún no se conocía la neurona como unidad funcional del sistema nervioso, ni se vislumbraba una tecnología capaz de emular algunas de las funciones cerebrales, santo Tomás de Aquino aprovechó la teoría de la potencia y el acto, formulada por Aristóteles, y varios conceptos que se desarrollaron en el diálogo del cristianismo con la filosofía clásica para resolver, mediante dichos conceptos, la discusión sobre la capacidad del intelecto para producir conceptos universales en un mundo de realidades singulares y concretas, así como la relación entre las facultades cognoscitiva y volitiva superiores del hombre.

Santo Tomás logra un intelectualismo moderado al descubrir el valor y la preeminencia que les corresponde a la inteligencia y a la voluntad, superando el relativismo y el voluntarismo, a la vez que logrando una profundidad que no ha podido ser superada en los siglos posteriores, aun con el desarrollo de la neurociencia y de la biotecnología.

Evidentemente, la discusión filosófica del siglo XIII no giraba en torno a las ciencias experimentales y a la tecnología, sino que se caracterizaba por una fuerte influencia platónica proveniente de los seguidores de san Agustín que traía como consecuencia la prioridad del bien respecto a la verdad, es decir, de la facultad espiritual apetitiva sobre la cognoscitiva, en Dios y en los hombres, tal y como lo exponía san Agustín (De Hipona, 1958, XXII, 29).

Pero esa no era la única consecuencia de la influencia platónica. Otras consecuencias del platonismo fueron la unión accidental del alma en relación con el cuerpo, así como el hecho de que un cuerpo está compuesto por una pluralidad de formas sustanciales, la composición de materia y forma en los entes sustanciales espirituales, las razones seminales, así como la afirmación de que el alma y sus potencias o facultades son sustancialmente idénticas (De Hipona, 1956, IX, c.4). No obstante, la consecuencia del neoplatonismo que impacta más directamente el objetivo de este trabajo, es la de la iluminación divina para explicar el conocimiento humano propuesta por san Agustín (De Hipona, 1958, X, c.2), y que fue superada por santo Tomás mediante una visión rigurosamente filosófica.

Para resolver el interrogante que resulta del hecho de que, a partir del conocimiento de entes singulares, materiales y concretos, el intelecto produce conceptos universales y abstractos, san Agustín proponía la iluminación divina procedente actual y directamente de Dios para ver todo lo espiritual que hace posible el conocimiento humano (De Hipona, 1956, XII, c; De Hipona, 2022, I, c.1). Sin embargo, en los siglos XII y XIII d.C. ya había quienes mezclaban la abstracción de Aristóteles, para el conocimiento de la realidad sensible, con la iluminación agustiniana, para el conocimiento de las realidades espirituales. También había quienes conservaban un platonismo y un agustinismo centrado en la iluminación divina como fuente de todo conocimiento.

En el siglo XIII, habían muchos otros problemas que impactaban en la concepción del conocimiento, así como su relación con el ser, entre los que destacan: el del intelecto agente separado, de Aristóteles y Averroes; la separación entre la fe y la razón y, por lo tanto, entre la filosofía y la teología; así como la unión entre el cuerpo y el alma, que santo Tomás sostiene como unión sustancial en el libro II del *Comentario a las sentencias de Pedro Lombardo* (Aquino, 2015, II, d.19, q.1, a.1, sol.) y en la *Suma Teológica* (Aquino, 1994, I, q.75, a.4, resp.), entre otras de sus obras.

Lo importante es que santo Tomás fue capaz de resolver todos esos problemas con respuestas de validez filosófica, por medio de la aplicación de la teoría aristotélica del acto y la potencia, en un tiempo en que, aunque la neurociencia y la biotecnología estaban ausentes, ya se consideraba la relación ontológica entre lo corpóreo y lo espiritual. Esta perspectiva, que considera la relación entre el cuerpo y el alma, puede aplicarse actualmente, no solo al ámbito de la neurociencia, sino de la inteligencia artificial, permitiéndonos una visión más precisa, con una mayor profundidad y más completa de la realidad al integrar los elementos filosóficos con los de las ciencias experimentales.

Unidad sustancial entre lo sensible y lo espiritual, y su relación con las redes neuronales de la IA

Ya decíamos que santo Tomás no estuvo de acuerdo con el platonismo agustiniano que proponía la teoría de la iluminación. La propuesta de santo Tomás incorporaba y perfeccionaba la doctrina aristotélica del intelecto posible y del intelecto agente en la que, en este mundo, todo conocimiento natural y racional, es obtenido de las cosas sensibles (Aquino, 2007, II, 62, 66, 73, 76; III, 84). Santo Tomás recuerda que para Aristóteles el intelecto es como una tabla lisa y que en él no hay absolutamente nada que no provenga de los sentidos (Aquino, 1994, I, q.84, 85, 97, 88), de modo que el intelecto humano no tiene ningún conocimiento debido a que está en potencia de todas las formas espirituales, así como la materia prima se encuentra en potencia respecto a todas las formas sensibles (Aquino, 1994, I, q.79, a.2; q.84, a.3).

Santo Tomás resalta el hecho de que las imágenes son necesarias para el conocimiento, pero al mismo tiempo destaca que, en su operación, el intelecto no depende totalmente y de manera absoluta de la materia, aun cuando algunas lesiones orgánicas de los sentidos puedan afectarlo hasta el punto de impedir el pensamiento (Aquino, 1994, I, q.84, a.7).

Eso es debido a la unión sustancial o hipostática entre el cuerpo y el alma (Aquino, 2007, II, 54, 55) que implica la unión de lo espiritual con lo sensible de modo que, aunque en la actividad intelectual intervienen funciones orgánicas, el objeto propio del intelecto humano son las esencias abstraídas de las cosas sensibles con las que posteriormente el intelecto realiza juicios y raciocinios (Aquino, 1994, I, q.85, a.6; q.88, a. 1-3). Es así que la verdad o el error se llevan a cabo en la segunda operación de la mente humana que es el juicio, y que consiste en unir conceptos (Aquino, 1994, I, q.85, a.6).

Para santo Tomás las esencias, que son separadas de las cosas sensibles por el intelecto, son necesarias, universales e intemporales y en cuanto separadas o abstraídas están, de alguna manera, fuera del espacio, del tiempo, de la materia y del principio de contingencia (Aquino, 2005, q.5, a.9, ad.16). Por ese motivo, si queremos entender los procesos de la IA bajo la perspectiva de santo Tomás y en su relación con los procesos del intelecto humano, es necesario superar una visión materialista y comprender que todo conocimiento humano está en dependencia de la universalidad e inmutabilidad necesaria de las esencias de las cosas.

Lo anterior es debido a que la evidencia inmediata e intrínseca de los primeros principios que el intelecto humano conoce espontáneamente, al entrar en contacto con la realidad sensible, radica en esa inmutabilidad necesaria (Aquino, 1994, I, q.17, a.3, ad.2). De eso se sigue que, para que haya verdad en el ámbito del conocimiento, la inteligencia humana debe adecuarse a la esencia o naturaleza de las cosas tal y como santo Tomás lo menciona en el libro I del *Comentario a las sentencias de Pedro Lombardo* (Aquino, 2002, d.19, q.5, a.2, ad.2), a la vez que estas, las cosas, se adecúen a las razones eternas del intelecto divino (Aquino, 2007, I, 54).

Para santo Tomás las esencias, incluida la esencia del intelecto humano, son imagen del intelecto divino y por eso considera que el intelecto es como una luz que brilla (Aquino, 1994, I, q.88, a.3, ad.1)¹, pero este brillo proviene de la facultad o potencia activa, que es el intelecto humano. Lo que en la propuesta platónico-agustiniana se atribuye a la luz divina, en santo Tomás es el alma espiritual humana como forma substancial (*esse*) la que opera a través de sus facultades. De modo que, para que el conocimiento intelectual humano sea posible y cierto, se requieren dos cosas: el intelecto y las especies inteligibles abstractas (Aquino, 1994, I, q.84, a.5; Aquino, 2007, III, 47).

Santo Tomás sostiene que el intelecto tiene como objeto común con otros intelectos superiores, el ser, es decir, la verdad. Pero por ser limitado por la materia, alcanza su objeto discursivamente y a partir de lo sensible. La manera propia de conocer la verdad, el objeto propio del intelecto, es a partir de las especies separadas o abstractas que le presentan las esencias de las cosas sensibles. Aquí hay que precisar que, como las especies son las mismas cosas en el intelecto humano, eso hace que su conocimiento sea infalible.

La abstracción de las especies sensibles tiene infalibilidad aun cuando se puedan presentar errores en el juicio y en el raciocinio (Aquino, 1994, I, q.85, a.6). Es evidente que esa actividad fundamental del intelecto humano no puede ser realizada por las RNA debido a que su forma substancial es una forma material y no espiritual. Las formas materiales solo poseen potencia pasiva y no poseen facultades o potencias activas tal y como se verá más adelante.

Pero, además, por el hecho de que, en el juicio o raciocinio, la actividad intelectual humana pueda fallar, no significa que no podamos tener certeza de la verdad, pues contamos con el criterio de verdad que es la evidencia y que consiste en la indudable adecuación del intelecto humano a la cosa. Es la evidencia objetiva la que otorga al hombre la certeza de que la cosa corresponde al concepto que el intelecto produce, ya que el concepto es la transformación intencional que el intelecto sufre en la cosa que está en él por modo de especie (Aquino, 1994, I, q. 85, a.6). De hecho, del proceso de simple aprehensión o abs-

¹ "Ipsum enim lumen intellectuale quod est in nobis, nihil est aliud quam quaedam participata similitudo luminis increati, in quo continentur rationes aeternae". "Pues la misma luz intelectual que hay en nosotros no es más que una cierta semejanza participada de la luz increada en la que están contenidas las razones eternas". (Aquino, 1994, I, q.84, a.5).

tracción y de la comparación del intelecto obtenemos los axiomas evidentes e indubitables por sí mismos. Por eso, los axiomas o primeros principios ofrecen al entendimiento humano la más perfecta e indubitable certeza cognoscitiva (Aquino, 2016, q.11, a.1, ad.13). Pero todo eso implica un proceso que va de lo sensible a lo espiritual, así como de lo singular a lo universal.

Como se puede ver, santo Tomás supera la propuesta de san Agustín al no limitarse a la seguridad subjetiva de una iluminación divina, sino que se fundamenta en las esencias de las cosas sensibles que obtiene del ejemplarismo; santo Tomás une el orden lógico, el físico y el abstracto-metafísico para resolver el problema del conocimiento (Ocampo Ponce, 2019, p. 9) garantizando la certeza de los principios, de las proposiciones y de las pruebas que son lógicamente necesarias y universales debido a que tienen como causa la necesidad e inmutabilidad interna de las esencias de las cosas sensibles que a su vez se fundamentan en el espíritu de Dios.

Por otra parte, santo Tomás considera que el mundo físico, cuyo ser es participado por Dios conforme a sus ideas eternas, contiene un orden de la finalidad que es alcanzado por la inteligencia humana, en la medida que cada cosa del mundo cumple con la ley natural que es ley eterna en cuanto es establecida por Dios. Santo Tomás integra el orden físico y el metafísico ofreciendo una visión filosófica realista. Parte del mundo sensible para la obtención de los conceptos mediante la abstracción de las naturalezas o esencias, gracias a la especie inteligible que se encuentra potencialmente en las imágenes sensibles (Aquino, 1994, I, q. 79, a.3) y que el intelecto agente tiene la capacidad de separar (Aquino, 1994, I, q.78, a.1).

Cada una de las cosas materiales posee su propia esencia, compuesta de materia y forma, que es necesaria e inmutable y que es lo que le determina a ser de un modo que, además, contiene los elementos comunes a un grupo de entes que están conformados por esa esencia o naturaleza. El intelecto agente o activo, por ser potencia activa o facultad, tiene la capacidad real de depurar aquello inteligible que obtiene de la imagen, o fantasma, actualizando o

poniendo en acto la especie sensible tornándola inteligible en acto. Ese proceso es imposible para un artefacto que solo es potencia pasiva o capacidad pasiva para recibir las instrucciones dadas por una inteligencia.

En el intelecto humano la especie inteligible en acto se encuentra en un modo de ser distinto y superior al sensible, pues se trata de la misma esencia depurada sin que eso signifique que el intelecto le proporcione un contenido nuevo a la manera kantiana o idealista. De hecho, santo Tomás aclara que el conocimiento espiritual no es causado por el conocimiento sensible (Aquino, 1994, I, q.84, a.6)², pero la necesidad e inmutabilidad de las esencias que se encuentran de una manera objetiva en las cosas, tampoco es causada por el intelecto. Esas notas comunes o universales están en las cosas y el intelecto las separa de las cosas.

Santo Tomás descubre la especie sensible que el intelecto agente depura de la sensibilidad tornándola inteligible en acto. De modo que podemos decir que la cosa conocida se encuentra, por modo de especie inteligible, formalmente e intencionalmente en el intelecto en el que se imprime, transformando ese intelecto en la cosa conocida, es decir, produciendo un concepto. Eso solo es posible porque el intelecto agente, que es una potencia activa o facultad, cuenta con la capacidad real de depurar lo inteligible que hay en lo sensible. Hay que insistir en que la máquina no es capaz de esa operación, porque es solo potencia pasiva.

Abstraer una esencia para que se convierta en una especie impresa, no es un resumen a la manera de una reducción fenomenológica o a partir de fenómenos que tienen algo en común y que puede ser resumido por un algoritmo basado en una estadística, sino que consiste en separar aquello inteligible y universal que hay en lo sensible o singular lo cual solo es alcanzable para una potencia activa.

Es así como la propuesta de santo Tomás garantiza el conocimiento objetivo al integrar lo sensible con lo inteligible, así como los órdenes lógico y ontológico. Siguiendo a Aristóteles sostiene que la fuente del conocimiento humano es la

² "Non potest dici quod sensibilis cognitio sit totalis et perfecta causa intellectualis cognitionis, sed magis quodammodo est materia causae". "No puede decirse que el conocimiento sensible sea la causa total y perfecta del conocimiento intelectual, sino que, en cierto modo, es la materia de la causa". (Aquino, 1994, I, q.84, a.6).

experiencia sensible, pero aporta mucho más al descubrir la especie sensible que el intelecto torna inteligible en acto. Eso es lo que hace al hombre muy superior no solo respecto a las máquinas, sino a los prehomínidos y a otras especies animales cercanas al hombre.

Esa aportación nos deja ver que la unidad de alma y cuerpo como acto y potencia y como forma y materia, hace que el alma humana y sus operaciones, dependan de la actividad del cuerpo, pero no se limiten a la actividad del cuerpo, pues eso no impide que, en el caso del conocimiento humano, se realicen operaciones que no requieren ser causadas por un órgano corporal.

En este mundo, el conocimiento humano depende de la realidad sensible, pero no se limita a ella (Aquino, 1994, I, q.84, a.7). Por esa razón, aunque las redes neuronales emulen las operaciones físico-químicas y biológicas, que constituyen la condición del conocimiento humano, estas no son realmente inteligencia, pues la inteligencia es una potencia activa que supera el orden físico o material al ser capaz de abstraer las esencias universales de los entes singulares sensibles.

En el compuesto hilemórfico hay una única forma sustancial que es acto de ser y que es la causa remota del conocimiento. La materia es pura potencia, por lo que la forma o alma es el acto de ser (*esse*) en el hombre, al igual que en todo ente corpóreo. El intelecto también está en potencia de todo aquello que puede conocer, pero se trata de una potencia que no solo es pasiva sino también activa y que, como *accidente cualidad*, recibe el ser del compuesto sustancial de materia (potencia) y forma (*esse*), siendo esta última la causa eficiente que hace posible a la inteligencia y el conocimiento. La parte física de los procesos cognoscitivos que imitan las redes neuronales artificiales constituye un gran avance tecnológico capaz de proporcionar grandes beneficios en cuanto reproduce algunos de los procesos físicos que condicionan el conocimiento humano. De ese modo realizan muchas operaciones de gran valor, basadas en el procesamiento de datos, pero distan de ser una facultad intelectual, en cuanto adolecen de aquello que realmente es causa eficiente del conocimiento intelectual.

Relaciones sujeto-objeto e inteligencia artificial

Santo Tomás desarrolló la propuesta de Aristóteles que consideraba que el sujeto de las potencias sensibles es el compuesto hilemórfico. Si en los actos que realiza el alma hay una distinción real, esos actos suponen facultades o potencias activas como principios inmediatos y realmente distintos. De modo que, el principio próximo de la actividad son las facultades o potencias activas (Aquino, 1999, a.12), mientras el alma como forma substancial del cuerpo, es el principio remoto.

La forma sustancial del cuerpo que es el alma y sus facultades que son accidentes, no se identifican sustancialmente (Aquino, 1994, I, q.77, a.1). El alma por ser acto (*esse*), no se encuentra en potencia para realizar otras actividades como sucede con las facultades cuyo estatuto ontológico es ser cualidades o *accidente cualidad*, y en el orden lógico accidente o predicamental propio (Aquino, 1994, I, q.77, a.1, ad.15).

Para comprender el estatuto ontológico de la inteligencia y el hecho de que las redes neuronales sean una condición física de los procesos intelectuales, la teoría del acto y la potencia es fundamental, ya que nos permite precisar la distinción del alma y las potencias. Dicha distinción nos permite unir y distinguir la función del sujeto y del objeto en el proceso de conocimiento.

Las esencias de los entes que los sentidos externos abstraen de ellos, son ampliadas, primero por los sentidos internos y, posteriormente, por el intelecto, pasando de las impresiones sensibles, completamente singulares, hasta alcanzar la transformación del intelecto en los conceptos universales (Aquino, 1994, I, q.78, a.1).

Lo universal está potencialmente en la naturaleza debido a que en ella solo lo concreto está en acto. En lo que se refiere al objeto, la forma espiritual humana está en potencia pasiva frente a él (Aquino, 2016, q.16, a.1, ad.13). Los sentidos externos esperan, pasivamente, recibir los objetos extramentales, pero por ser facultades o potencias activas, podemos afirmar que no solo tienen pasividad, sino también actividad, y eso supone el compuesto hilemórfico de alma y cuerpo

como sujeto remoto del conocimiento sensible: este recibe el objeto primero, en las facultades sensitivas cognoscitivas externas, o sentidos externos, de una manera pasiva, para generar, luego, los conceptos necesarios para el conocer, gracias a los sentidos internos y el intelecto (Aquino, 1994, I, q.78, a.8).

Sin embargo, el intelecto, cuyo conocimiento es medido por el objeto, también es activo y pasivo respecto al objeto y durante el conocimiento, puesto que depende del objeto (Aquino, 1994, I, q.79, a.2), a la vez que está abierto al infinito en cuanto su objeto común es el ser. De modo que, mientras el objeto común del intelecto es el ser, su modo propio de acceso es a través de las esencias separadas de las cosas sensibles, que realiza gracias a las facultades o potencias activas que dependen remotamente del compuesto hilemórfico de materia y forma espiritual. Eso es imposible en las redes neuronales que son potencia pasiva en cuanto no tienen la forma espiritual humana, ni tienen el intelecto que, junto con la forma espiritual, son las causas eficientes del conocimiento.

Las redes neuronales de la IA solo son potencia pasiva, que es capacidad de ser movido por otro en cuanto tal, ya que recibe los algoritmos y los contenidos que va a procesar por medio de ellos, emulando la actividad de las redes neuronales del cerebro humano. Pero por no ser potencia activa, no pueden causar el conocimiento. No tienen el acto de ser de una naturaleza capaz de conocer en sentido estricto. Un artefacto no es un ser racional ni espiritual y, por lo mismo, siempre dependerá próximamente y/o remotamente de un intelecto humano.

La relación entre el intelecto y la voluntad en el conocimiento humano y las redes neuronales de IA

Una vez establecidos los antecedentes que constituyen los cimientos de nuestra indagación, es el momento de pasar a la parte central de este estudio y que consiste en las relaciones entre el intelecto y la voluntad humana frente a las redes neuronales artificiales. Para eso hay que recordar que la voluntad es la facultad apetitiva espiritual del hombre cuyo objeto son los bienes que le presenta la inteligencia (Aquino, 2016, q.22). También es necesario retomar que, mientras los agustinianos influenciados por el platonismo ubicaban la

voluntad como anterior al intelecto y, por tanto, el bien quedaba por encima de la verdad, santo Tomás destaca la importancia del orden especulativo (Aquino, 1994, I, q.1, a.4).

Santo Tomás evita el voluntarismo sin caer en el intelectualismo, colocando el intelecto y la voluntad con una primacía que depende del enfoque que se le dé. Otorga al entendimiento una primacía primordial o *simpliciter*, y a la voluntad una primacía secundaria o *secundum quid*, pero igual de importante que la inteligencia. Y eso es relevante porque, en el conocimiento humano no solo interviene la inteligencia sino también la voluntad, y en la actividad de las redes neuronales de la IA, tampoco existe la voluntad que es una facultad distinta al intelecto.

Por eso es importante comprender la naturaleza y las relaciones de estas facultades para compararlas con las RNA. Como lo hemos dicho antes, basándose en la distinción del acto y la potencia, santo Tomás defiende la distinción real entre el alma como forma sustancial del cuerpo y sus potencias o facultades que se distinguen por sus objetos y por sus actividades (Aquino, 1994, I, q.77, a.3). De modo que el intelecto y la voluntad son facultades distintas en cuanto tienen objetos y actividades distintas. La inteligencia tiene como objeto la verdad que es el ser en cuanto inteligible, y la voluntad tiene como objeto el bien, que es el ser en cuanto apetecible. Pero la verdad y el bien como propiedades trascendentales del ser, no se distinguen realmente entre sí y con el ser, sino que su distinción es únicamente una distinción de razón (Aquino, q.1, a.1, c).

Por su parte, las potencias o facultades, sí se distinguen realmente entre sí, porque mientras el intelecto tiene una naturaleza discursiva, la voluntad tiene una naturaleza apetitiva, de donde se pueden deducir dos aspectos que se pueden tomar en cuenta dentro del mismo ente (Aquino, 2016, q.22, a.10, ad.1).

Al considerar el objeto desde un par de puntos de vista diferentes, se llega a la conclusión de la distinción formal entre los actos de la inteligencia y de la voluntad. Mientras el intelecto recibe la cosa pasivamente desde fuera, la voluntad, sale volcándose hacia la cosa como es en sí (Aquino, 1993, I-II, q.9, a.1). Por eso, la verdad y el error radican en el intelecto, mientras el bien y el mal radican

en la cosa (Aquino, 1994, I, q.82, a.3). La voluntad no conoce y el intelecto no apetece, pero ambos son inherentes al alma espiritual, de modo que la voluntad requiere lo que el conocimiento le presenta para querer (Aquino, 1993, I-II, q.27, a.2) y hace que el intelecto pase de la potencia al acto (Aquino, 1993, I-II, q.9, a.1). El intelecto antecede a la voluntad para que elija lo que quiere (Aquino, 1993, I-II, q.9, a.1). Por eso las virtudes en sentido pleno, son las virtudes morales, porque una vez que reciben de las intelectuales lo que conviene, garantizan que se realice el bien. Pero primero se requiere el conocimiento, es decir, la conciencia verdadera que juzgue en conformidad con la ley natural moral o la ordenación de la recta razón (Aquino, 1993, I-II, q.58, a.2). Lo que hace al hombre libre es la verdad, porque la libertad está enraizada en la inteligencia (Aquino, 1993, I-II, q.1, ad.2) lo cual es imposible para la IA, que únicamente emula la parte física de las redes neuronales del cerebro humano. La libertad del hombre depende de su racionalidad (Aquino, 1994, I, q.83, a.1), mientras la máquina ni es racional ni es libre.

El acto libre resulta de la relación entre el intelecto y la voluntad (Aquino, 1994, I, q.83, a.2, ad.2.), lo cual es imposible para una máquina. Ontológicamente, el objeto de la voluntad supone el objeto del intelecto haciendo que la voluntad dependa de la verdad conocida. El conocimiento es la posesión actual del objeto conocido en el sujeto cognoscente (Aquino, 1994, I, q.82, a.3). El intelecto hace pasar a la voluntad de la potencia al acto cuando le presenta su objeto (Aquino, 1994, I, q.82, a.3, ad.2). En lo que respecta a la voluntad, esta se proyecta hacia afuera haciendo que el intelecto sea más perfecto por tener la cosa dentro de sí mismo en lugar de buscarla fuera (Aquino, 2016, q. 22, a.11). Como la razón de la bondad del bien está en la verdad, el intelecto es primordialmente o *simpliciter* más perfecto que la voluntad, pues el apetito sigue siempre al conocimiento (Aquino, 1994, I, q.81, a.1). Para santo Tomás, ninguna actividad es más noble que el conocimiento, debido a que es fundamental para alcanzar la felicidad trascendente o eterna, ya que el fin último de todo el universo es la verdad (Aquino, 2007, I, 1), y es el intelecto el que mueve a la voluntad hacia el bien en sí.

De la razón que juzga conforme al orden objetivo que el intelecto descubre en la realidad, y que se llama ley natural, depende toda la vida moral del hombre. Por eso santo Tomás sostiene que la recta razón es la norma inmediata de los actos humanos (Aquino, 1993, I-II, q.19, a.5; q.57, a.1). De eso se sigue que los principios más importantes del orden moral son metafísicos. Es la inteligencia la que nos da la evidencia objetiva mediante la cual el mismo entendimiento asiente a las causas necesarias que son objeto de la ciencia. La voluntad no interfiere en el asentimiento del entendimiento cuya primera operación es la simple aprehensión o abstracción (Aquino, 1994, I, q.82, a.4, ad.1). Sin embargo, la voluntad actúa sobre los actos humanos concretos para que estos se realicen voluntaria y libremente.

Por eso se ve que, en el intelectualismo de santo Tomás, la voluntad también tiene cierta primacía, aunque *secundum quid*, porque cuando algo apetece, la voluntad también es potencia activa con capacidad para impulsar a otras facultades al movimiento. La voluntad incluso puede apetecer realidades que están por encima de las capacidades intelectuales superando al entendimiento, tal y como sucede con Dios. Por eso, santo Tomás sostiene que, respecto a las cosas superiores al entendimiento humano, es más perfecto amarlas que conocerlas, porque amándolos se eleva el espíritu a una dimensión superior (Aquino, 1995, II-II, q.9, a.1). Lo anterior tiene que ver con el objetivo de nuestro estudio, porque nos hace ver la complejidad del conocimiento humano y su interacción necesaria con la voluntad de modo que pondere la distancia que hay entre las operaciones humanas y los procesos de las redes neuronales de la inteligencia artificial.

El intelecto humano puede conocer el alma humana y sus facultades, y aun el intelecto y la voluntad con sus objetos y sus actos; es consciente. La voluntad apetece lo que le presenta el entendimiento y también apetece al mismo intelecto y al conocimiento que deriva de él junto con su objeto que es la verdad. Pero, además, el fin de la verdad es el bien común o bien universal que está en todas las cosas que son y que el intelecto y la voluntad conocen y aman respectivamente.

La voluntad mueve a las facultades a su actividad que consiste en que aquello que está en potencia se actualice. La voluntad, cuyo fin es el bien, empuja como causa eficiente a las facultades incluida la inteligencia (Aquino, 1993, I-II, q.58, a.1). En ese sentido, la voluntad queda por encima del intelecto en tanto que aquella lo mueve. Eso es muy importante en nuestra valoración, porque la máquina no puede ser movida por una facultad que no posee, sino que solo puede responder a lo que la inteligencia y la voluntad humanas han establecido o programado en ella. El aprendizaje humano supone la voluntad que le mueve a estudiar, a investigar y a muchas cosas más, gracias al impulso de la voluntad.

Cuando la voluntad se relaciona con el intelecto se puede encontrar con un juicio teórico, es decir, sobre algo necesario, o bien con juicios teórico-prácticos, como cuando juzga sobre la bondad o maldad de algo y, en ese caso puede quedar inmóvil. Pero cuando el intelecto le ofrece un juicio práctico, es decir, sobre algo contingente, entonces la voluntad motiva al intelecto a juzgar qué es lo conveniente o inconveniente, o lo que se ha de hacer en un momento dado o en una situación concreta. Y es que la voluntad está determinada por el bien universal, que es su objeto, pero eso mismo la hace libre respecto a los bienes particulares, de modo que puede optar entre ellos o incluso optar por no elegir (Aquino, 1994, I, q.82, a.2; Aquino, 1993, I-II, q.1; q.10, a.2). Pero en todos esos casos el juicio práctico del intelecto es necesario para que la voluntad actúe (Aquino, 1993, I-II, q.13, a.1).

La voluntad puede imperar al intelecto para que indague y le ofrezca bienes que convengan para que realice actos concretos (Aquino, 1994, I, q.83, a.3). Pero la causa formal de la elección de la facultad apetitiva espiritual, o voluntad, es la inteligencia que le ofrece el bien conveniente, mientras la causa eficiente de la elección es la voluntad que mueve a la inteligencia para que realice un acto libre concreto. En el caso del acto libre, el intelecto puede juzgar conforme a la voluntad (Aquino, 1993, I-II, q.57, a.5, ad.3). A eso hay que añadir que el acto humano puede ser bueno o malo también por la disposición de la voluntad influenciada, aunque no determinada por las pasiones y las circunstancias que rodean al acto libre y que incluyen el fin que se persigue con una acción. Por eso el hombre es susceptible de virtudes y vicios pudiendo inclinarse al bien o al mal (Aquino, 1993, I-II, q.45, a.2), lo cual es imposible para una máquina.

Santo Tomás sostiene que tanto la inteligencia como la voluntad interactúan con preeminencias en distintos órdenes. Ontológicamente la verdad está por encima del bien y, por tanto, la inteligencia por encima de la voluntad. Pero en el actuar humano, aunque la voluntad no conoce, esta empuja todas las facultades humanas incluida la inteligencia hacia su fin en cada acto libre, imperando al juicio práctico para que se realicen los actos humanos. Aunque el intelecto tiene primacía, la voluntad es la que lo mueve a realizar el juicio práctico, de modo que, en ese sentido, la voluntad tiene primacía como principio de movimiento que mueve al intelecto práctico al momento de la elección y, por tanto, tiene primacía en el acto libre. Lo anterior nos hace ver que la IA tampoco puede realizar actos voluntarios libres ni desarrollar virtudes o vicios.

Conclusiones

En un tiempo en el que no se había descubierto la neurociencia ni la biotecnología, santo Tomás ofrece respuestas de validez perenne, que nos ayudan a valorar las redes neuronales artificiales de la IA.

Mediante la teoría aristotélica del acto y la potencia, consideró la relación ontológica entre lo corpóreo y lo espiritual, que ahora es posible aplicar al ámbito de la neurociencia y de la inteligencia artificial, obteniendo una visión más precisa, completa y profunda de la realidad al integrar los elementos filosóficos con los de las ciencias experimentales y la tecnología.

El intelecto agente o activo, por ser potencia activa o facultad, tiene la capacidad real de depurar aquello inteligible que obtiene de la imagen, o fantasma, haciendo que la especie sensible se haga inteligible en acto. Ese proceso es imposible para un artefacto que solo es potencia pasiva o capacidad pasiva para recibir las instrucciones ofrecidas por una inteligencia.

Siguiendo a Aristóteles, santo Tomás sostiene que la fuente del conocimiento humano es la experiencia sensible, pero el hecho de haber descubierto la especie sensible que la inteligencia torna inteligible en acto, conduce a la demostración de que el hombre es muy superior no solo respecto a las máquinas, sino a los prehomínidos y a otras especies animales cercanas al hombre.

Santo Tomás pone de manifiesto que la unidad de alma (forma) y cuerpo (materia) como acto y potencia, hace que el alma humana y sus operaciones dependan de la actividad del cuerpo y de la realidad sensible, no obstante, también expone que estas no se limitan a la actividad del cuerpo y a la realidad sensible, pues en el caso del conocimiento humano, se realizan operaciones sin necesidad de órgano corporal como causa. Por esa razón, aunque las redes neuronales imiten las operaciones físico-químicas y biológicas, que constituyen la condición del conocimiento humano, esto no significa que haya inteligencia, pues la inteligencia es una potencia activa que supera el orden físico o material al ser capaz de abstraer las esencias universales de los entes singulares sensibles, lo cual exige una causa eficiente que supere lo material sensible.

En cuanto a las relaciones sujeto-objeto, santo Tomás sostiene la pasividad de los sentidos externos para recibir los objetos extramentales. Pero, al considerarlos como facultades o potencias activas, es decir, con capacidad real de conocer, afirma que poseen pasividad y actividad debido al compuesto hilemórfico de alma y cuerpo, que es el sujeto remoto del conocimiento sensible. Santo Tomás enseña que el objeto llega pasivamente a los sentidos externos y luego genera el concepto con las facultades sensitivas cognoscitivas internas y la facultad cognoscitiva intelectual o intelecto. El intelecto también opera activamente y pasivamente respecto al objeto, ya que se encuentra en dependencia de él, a la vez que está abierto al infinito en cuanto su objeto común es el ser.

También se ha visto que santo Tomás dice que en el conocimiento humano no solo interviene la inteligencia, sino otras facultades incluyendo a la voluntad. Pero en la actividad de las redes neuronales de la IA no existen las otras facultades que producen las imágenes y las pasiones, ni la voluntad que es una facultad espiritual distinta al intelecto.

De hecho, en el hombre, la voluntad puede imperar al intelecto para que le ofrezca bienes que convengan para la realización de actos concretos. La causa formal del acto de elegir de la voluntad, es la inteligencia que le presenta el bien conveniente, mientras la causa eficiente de la elección es la voluntad que hace que el intelecto se mueva para realizar un acto humano concreto.

Es muy importante considerar que, muy por encima de lo que puede hacer una máquina, en el caso del acto libre, el intelecto puede juzgar conforme a la voluntad. Pero, además, el acto humano puede ser bueno o malo, según la voluntad esté dispuesta, ya que puede estar bajo la influencia de las pasiones y de las circunstancias del acto humano y que incluyen el fin que se persigue con una acción, haciendo al hombre susceptible de virtudes y vicios, de tal manera que le sea posible inclinarse conscientemente al bien o al mal, lo cual es inalcanzable para una máquina.

Las redes neuronales artificiales (RNA) constituyen un avance tecnológico espectacular, en cuanto emulan el complejo sistema de redes neuronales del sistema nervioso humano y que constituyen una condición necesaria para el conocimiento intelectual del hombre. Sin embargo, no son inteligencia, en cuanto no realizan la actividad de una potencia activa y tampoco pueden realizar actos libres sujetos de responsabilidad y de deber.

Conflicto de interés

El autor declara la inexistencia de conflicto de interés con institución o asociación de cualquier índole. Asimismo, la Universidad Católica Luis Amigó no se hace responsable por el manejo de los derechos de autor que los autores hagan en sus artículos, por tanto, la veracidad y completitud de las citas y referencias son responsabilidad de los autores.

Referencias

- Amershi, S., Arksey, N., Carenini, G., Conati, C., Mackworth, A., Maclaren, H., & Poole, D. (2005). Designing CIspace: Pedagogy and usability in a learning environment for AI. *ACM Digital Library*, 178–182. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1151954.1067495>
- Aquino, T. (1993). *Suma teológica. Tomo II*. Editorial B.A.C. (Obra original publicada entre 1265 y 1274).
- Aquino, T. (1994). *Suma teológica. Tomo I*. Editorial B.A.C. (Obra original publicada entre 1265 y 1274).
- Aquino, T. (1995). *Suma teológica. Tomo III*. Editorial B.A.C. (Obra original publicada entre 1265 y 1274).
- Aquino, T. (1999). *Cuestiones disputadas sobre el alma*. EUNSA.
- Aquino, T. (2002). *Comentario a las Sentencias de Pedro Lombardo. El misterio de la trinidad. Vol. I/1*. EUNSA. (Obra original publicada en 1252).
- Aquino, T. (2005). *De Potentia*. EUNSA. (Obra original publicada entre 1265 y 1266).
- Aquino, T. (2007). *Suma contra gentiles*. Editorial B.A.C. (Obra original publicada entre 1269 y 1264).
- Aquino, T. (2015). *Comentario a las Sentencias de Pedro Lombardo. La Creación: ángeles, seres corpóreos, hombre. Vol. II/1*. EUNSA.
- Aquino, T. (2016). *Cuestiones Disputadas Sobre la Verdad. Tomos I-II*. EUNSA. (Obra original publicada entre 1256 y 1259).
- Astorquiza, P. (2008). Interacción entre la razón y las emociones en el ser humano según Santo Tomás de Aquino. *Civilizar*, 8(14), 117-132. <https://doi.org/10.22518/16578953.757>

- Brunet, I., Di Nardo, A. A., Sonnier, L., Berdeley, M., & Prochiantz, A. (2007). The topological role of homeoproteins in the developing central nervous system. *Trends in Neurosciences*, 30(6), 260-7. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2007.03.010>
- Castaneda Sanchez, W. A., Polo Escobar, B. R., & Vega Huincho, F. (2023). Artificial neural networks: a measurement of forecast learnings as potential demand. *Universidad Ciencia Y Tecnología*, 27(118), 51-60. <https://doi.org/10.47460/uct.v27i118.686>
- De Hipona, A. (1958). *De Civitate Dei Contra Paganos Libri XXII*. Sant'Agostino. (Original escrito entre 412 y 426 d.C.). <https://www.augustinus.it/latino/cdd/index2.htm>
- De Hipona, A. (1956). *Tratado sobre la Santísima Trinidad*. Biblioteca de Autores Cristianos. (Original publicado alrededor de 417 d.C.)
- De Hipona, A. (2022). *Obras completas*. Biblioteca de Autores Cristianos. <https://www.augustinus.it/spagnolo/index.htm>
- González Salcedo, L. O., Guerrero Zúñiga, A. P., Delvasto Arjona, S., & Ernesto Will, A. L. (2021). Redes neuronales artificiales para estimar propiedades en estado fresco y endurecido, para hormigones reforzados con fibras metálicas. *Cuaderno Activa*, 9(9), 95-107. <https://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/article/view/423>
- Hall, J. E. (2021). *Guyton y Hall. Compendio de fisiología médica*. ELSEVIER.
- Incio Flores, F. A., Capuñay Sanchez, D. L., Estela Urbina, R. O., Delgado Soto, J. A., & Vergara Medrano, S. E. (2021). Diseño e implementación de una red neuronal artificial para predecir el rendimiento académico en estudiantes de Ingeniería Civil de la UNIFSLB. *REVISTA VERITAS ET SCIENTIA-UPT*, 10(1), 107-117. <https://doi.org/10.47796/ves.v10i1.464>
- Matich, D. J. (2001). *Redes Neuronales: Conceptos Básicos y Aplicaciones*. Universidad Tecnológica Nacional. https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5_anio/orientadora1/monograias/matich-redesneuronales.pdf

- MathWorks. (s.f.). ¿Qué es una red neuronal? Tres cosas que es necesario saber. <https://es.mathworks.com/discovery/neural-network.html>
- Ocampo Ponce, M. (2019). Aproximación metafísica a la producción de conceptos universales. *Revista Chilena de Estudios Medievales*, (16), 9-19. <https://revistas.ugm.cl/index.php/rcem/article/view/266>
- Pakkenberg, B., & Gundersen, H.J. (1997). Neocortical neuron number in humans: effect of sex and age. *The Journal Comparative Neurology*, 384(2), 312-320. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9215725/>
- Rosales-Reynoso, M. A., Juárez-Vázquez, C. I., & Barros-Núñez, P. (2018). Evolución y genómica del cerebro humano. *Neurología*, 33(4), 254-265. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2015.06.002>
- Stephan, H., Frahm, H., & Baron, G. (1981). New and Revised Data on Volumes of Brain Structures in Insectivores and Primates. *Folia Primatologica*, 35(1), 1-29. <https://doi.org/10.1159/000155963>
- Zapata Yance, L. F. (2009). Evolución, cerebro y cognición. *Psicología Desde Caribe*, (24), 106-119. <https://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/psicologia/article/view/616>