

CAPÍTULO 2

Marco filosófico



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.



CAPÍTULO 2

Marco filosófico

Philosophical framework

DOI: <https://doi.org/10.7112/53tgaw73>

Resumen

El capítulo desarrolla el marco filosófico de la investigación desde los enfoques ontológico y epistemológico, sustentado en el paradigma positivista. Se fundamenta la productividad educativa a partir del modelo de Herbert J. Walberg, orientado a la medición objetiva del rendimiento académico, la eficiencia y la mejora continua. Asimismo, se establece la base ontológica y epistemológica de los algoritmos de aprendizaje automático, destacando su carácter empírico, probabilístico e instrumental para la predicción académica. Ambos enfoques sustentan científicamente el estudio de la relación entre productividad educativa y aprendizaje automático.

Palabras clave: Marco filosófico, ontología, epistemología, productividad educativa, aprendizaje automático.

Abstract

This chapter develops the philosophical framework of the research from ontological and epistemological perspectives, grounded in the positivist paradigm. Educational productivity is supported through Herbert J. Walberg's model, which emphasizes the objective measurement of academic performance, efficiency, and continuous improvement. Likewise, the ontological and epistemological foundations of machine learning algorithms are established, highlighting their empirical, probabilistic, and instrumental nature for academic prediction. Both approaches provide scientific support for the study of the relationship between educational productivity and machine learning.

Keywords: Philosophical framework, ontology, epistemology, educational productivity, machine learning.

Existe un razonamiento preliminar basado en el conocimiento y percepciones cuando se empieza a filosofar propios de los conocimientos adquiridos, según Saunders M. et al. (2019) la filosofía de la investigación es el desarrollo racional de los supuestos conocimientos y su

naturaleza; asimismo, se basa en *supuestos*; en donde dicha suposición es la declaración preliminar del razonamiento (Hitchcock, Hughes, 1989, como se citó en Žukauskas et al., 2018), lo cual significa que pueden existir diferentes supuestos sobre la naturaleza de la verdad, el conocimiento y su adquisición.

La filosofía de investigación se refiere a la manera adecuada de recolectar, analizar y aplicar datos sobre un fenómeno. El concepto de epistemología (lo que se considera verdadero) contrasta con la doxología (lo que se cree que es verdadero) e incluye las distintas filosofías relacionadas con los enfoques de investigación. El propósito de la ciencia, entonces, es el proceso de transformar las cosas creídas en cosas conocidas: doxa en episteme. Asimismo, según, Orlikowski W. y Baroudi J.(1991) se determinan tres paradigmas relevantes en Sistemas de Información: positivista, interpretativo y crítico.

Según Biblioteca Nacional de Chile (2021), la filosofía positivista defendía que el único conocimiento genuino es el científico, sustentado en el modelo empírico-formal, el cual es un legado de la racionalidad moderna. Este enfoque se basa en las contribuciones de la cosmovisión de Galileo, la Ciencia Nueva, y el racionalismo cartesiano propuesto por René Descartes en donde pretendía alcanzar la verdad más allá de toda duda (Hernandez-Manxilla J.M., 2011), por tanto el presente trabajo de investigación, está enmarcado dentro del paradigma positivista, porque busca medir y encontrar leyes, basados en la prueba y ser validados y las relaciones existentes en la estadística, matemática, cuyo objetivo es encontrar y/o medir la relación entre las variables involucradas dentro del escenario o ámbito del presente trabajo de investigación.

Fundamentación ontológica

La fundamentación ontológica se centra en la descripción de la estructura semántica de la información basado en el razonamiento del concepto ontológico del dominio (Padilla-Cuevas et al., 2021), para nuestro caso es la estructura semántica de las variables involucradas de la presente investigación, para ello la ontología es una herramienta necesaria para realizar exploraciones y análisis a fin de caracterizar la investigación (Salatino et al., 2020).

Para ello el positivismo sostiene una postura de la existencia de una realidad tangible que puede ser entendida, identificada y medida. (Park et al., 2020).

La ontología representa un conjunto de conceptos compartidos, acordado y sintonizado en donde explican un determinado problema, según McDaniel y Storey (2020) una de las principales ventajas de utilizar una ontología de dominio es su capacidad para definir un modelo semántico de los datos combinados con el conocimiento del dominio asociado, es decir

permiten estar integrados e intercambien información. Significa adicionalmente que la ontología de dominio debe garantizar una comunicación significativa, sintonizando los diferentes tipos de conocimiento semántico a fin de optimizar los datos en información valedera.

La *productividad educativa* basada en el rendimiento académico ha generado numerosos estudios teóricos y empíricos, a fin de medir el rendimiento de los estudiantes mediante pruebas estandarizadas, según Universidad de Lehigh (2013) Horace Mann en 1845 elabora exámenes escritos en Boston a fin de establecer el rendimiento académico y la calidad de educación que estaban recibiendo, dicho suceso creó consecuencias negativas publicadas en el The New York Times, posteriormente provocó una maduración interesante respecto a establecer una taxonomía significativa a través de Bloom a fin de establecer objetivos de aprendizaje, luego en 1963 John B. Carroll propone un modelo para el aprendizaje escolar, basado en el tiempo del aprendizaje y el tiempo realmente necesario para el aprendizaje, luego en 1984 Herbert J. Walberg propone el Modelo de productividad educativa, donde establece factores que influyen en el rendimiento académico; por tanto considerando lo mencionado el ámbito ontológico estará centrado en la propuesta taxonómica acorde a las dimensiones del Modelo de Walberg, cuya construcción pretende establecer un mejor conocimiento del ámbito del rendimiento académico.

Por tanto, la **fundamentación ontológica** de la productividad educativa propuesta por Herbert J. Walberg **se encuentra arraigada en su perspectiva filosófica sobre la naturaleza de la realidad y el ser**. La ontología se refiere al estudio de la naturaleza del ser y la realidad, y en el caso de Walberg, su enfoque ontológico se relaciona con la búsqueda de comprender la esencia de la educación y cómo esta puede ser más efectiva.

Herbert J. Walberg, un destacado psicólogo y educador, ha abordado la cuestión de la productividad educativa desde una perspectiva que integra elementos psicológicos, pedagógicos y sociales. Aunque no existe una formulación ontológica explícita en sus obras, se pueden identificar algunos principios fundamentales que subyacen en su enfoque:

- **Énfasis en los resultados medibles:** Walberg aboga por una perspectiva orientada a resultados en educación, donde la efectividad se evalúa a través de medidas cuantificables. Esto implica una creencia ontológica en la capacidad de medir y evaluar los resultados educativos de manera objetiva.
- **Importancia de los factores externos y contextuales:** Su enfoque reconoce la influencia de factores externos y contextuales en el proceso educativo. Esto implica una

ontología que considera la interconexión y la interdependencia de diversos elementos que influyen en la eficacia educativa.

- **Énfasis en la eficiencia y la mejora continua:** La productividad educativa según Walberg está relacionada con la eficiencia y la mejora continua. Esto sugiere una ontología que ve la educación como un proceso dinámico y en constante evolución, donde la optimización y la eficiencia son valores fundamentales.
- **Valorización de la investigación empírica:** Walberg aborda la productividad educativa desde una perspectiva basada en la evidencia empírica. Su enfoque ontológico implica la creencia en la capacidad de la investigación científica para proporcionar conocimientos válidos sobre cómo mejorar la educación.

La fundamentación ontológica de la productividad educativa propuesta por Herbert J. Walberg puede caracterizarse por una orientación hacia la medición objetiva de resultados, la consideración de dimensiones contextuales, la importancia de la eficiencia y la mejora continua, y la valorización de la investigación empírica en el campo educativo. Estos principios ontológicos influyen en su enfoque metodológico y en su visión sobre cómo lograr una educación más productiva y efectiva.

En relación a la variable algoritmos de aprendizaje automático, acorde a lo mencionado por Mahesh (2018), señala que esta área se enfoca en el estudio científico de algoritmos y modelos matemáticos empleados en los sistemas automatizados para llevar a cabo tareas específicas, sin necesidad de desarrollar una programación explícita.

por tanto, el aprendizaje automático va a utilizar algoritmos que razonan a partir de datos proporcionados externamente, producir hipótesis generales y que luego realizar predicciones sobre instancias futuras (Osisanwo et al., 2017); la ontología estará centrado en los dominios de clasificación de los algoritmos de aprendizaje automático: **Árboles de decisión**; cuyo aprendizaje consiste en un conjunto de datos que serán divididos recursivamente en subconjuntos y así sucesivamente irán mejorando las divisiones de los subconjuntos según la pureza obtenida por el subconjunto. La pureza consiste en la obteniendo puntuaciones en proporción a las clases individuales en una mezcla de etiquetas de la clase. Cuanto mayor sea la proporción en una de las clases, más pura será la colección (Yeturu, 2020), **Naive Bayes**, el aprendizaje estará basado en el teorema de Bayes, cuya clasificación se basa en la clasificación probabilística condicional simple, creando árboles en función de la probabilidad de lo que sucederá, asimismo mantiene una fuerte independencia de los valores de los atributos (Sarker, 2021b); **Random Forest**, el algoritmo se basa en la clasificación de entrenamiento de varios árboles de decisión en paralelo, esto significa que el entrenamiento se realiza

paralelamente por árbol de manera independiente según sus propios subconjuntos y características disponibles (Misra y Li, 2020), cuyos aportes serán significativos para la toma de decisiones basadas en el rendimiento académico.

Por ello, la **fundamentación ontológica de los algoritmos de aprendizaje automático (machine learning)** se basa en una comprensión particular de la realidad y del proceso de aprendizaje. Aunque el aprendizaje automático se enmarca principalmente en un contexto informático y matemático, su fundamento ontológico implica ciertos supuestos filosóficos sobre la naturaleza del conocimiento y la capacidad de las máquinas para aprender, mencionamos los aspectos clave de la fundamentación ontológica de los algoritmos de aprendizaje automático:

- **Realismo instrumental:** La ontología del aprendizaje automático a menudo adopta una perspectiva realista instrumental. En este enfoque, se considera que los modelos generados por los algoritmos son herramientas efectivas para hacer predicciones y tomar decisiones, pero no necesariamente reflejan una comprensión profunda de la realidad subyacente.
- **Construccionismo:** Desde una perspectiva ontológica, el aprendizaje automático puede tener raíces en el construccionismo, que sostiene que el conocimiento es construido activamente por la mente en lugar de ser una representación pasiva de la realidad. En el contexto del aprendizaje automático, los algoritmos construyen modelos a partir de datos, y estos modelos son construcciones que permiten hacer predicciones útiles.
- **Epistemología probabilística:** La ontología de los algoritmos de aprendizaje automático a menudo asume una epistemología probabilística. Esto implica que la incertidumbre y la variabilidad son características intrínsecas del conocimiento y de la realidad. Los modelos de aprendizaje automático suelen expresar predicciones en términos de probabilidades, reconociendo la naturaleza probabilística de la inferencia.
- **Reduccionismo y abstracción:** Desde un punto de vista ontológico, los algoritmos de aprendizaje automático adoptan una perspectiva reduccionista y abstracta. Los modelos generados por estos algoritmos simplifican la complejidad de los datos y los patrones subyacentes para facilitar la comprensión y la toma de decisiones.
- **Supervisión y aprendizaje inductivo:** La ontología del aprendizaje automático a menudo se alinea con una epistemología inductiva, donde se infieren patrones generales a partir de ejemplos específicos. La supervisión, en la que los modelos se

entrenan con datos etiquetados, es un componente fundamental, reflejando la idea de aprender a partir de casos concretos.

La fundamentación ontológica de los algoritmos de aprendizaje automático implica una perspectiva instrumental y construccionista, una epistemología probabilística que reconoce la incertidumbre inherente, una orientación hacia la reducción y abstracción de la complejidad, y un enfoque inductivo centrado en el aprendizaje a partir de ejemplos específicos. Estos principios filosóficos influyen en cómo se concibe y aplica el aprendizaje automático para abordar problemas en diversos campos.

Fundamentación epistemológica

Según Al-Ababneh M. (2020) la epistemología proporciona una base filosófica de los posibles tipos de conocimientos adecuados que aseguran la legitimidad de la investigación., es decir es la aceptación del conocimiento en el campo de estudio (Saunders et al., 2009, como se citó en Al-Ababneh M., 2020).

Epistemología es la teoría del conocimiento, en donde se destaca las explicaciones de los fenómenos, los mismos que son validados con evidencias (Giacomini, 2010, como se citó en Hiller, 2016); otra versión define a la epistemología como el conocimiento adquirido que implica el cómo sabemos lo que sabemos (Crotty, 1998 como se citó en Al-Ababneh, 2020), desde el ámbito filosófico se examina la naturaleza, las limitaciones y la justificación del conocimiento (Williams 2001 como se citó en Hathcoat et al., 2019), por tanto la Epistemología se basa en la aceptación del conocimiento según el campo de estudio (Saunders et al., 2029); por ello el presente trabajo destaca variables en el ámbito académico y algoritmos de aprendizaje automático, con la finalidad de establecer aportes en el escenario descrito.

Hoy en día en las instituciones educativas se evalúan el proceso enseñanza aprendizaje a fin de cuantificar el logro obtenido motivando la recopilación de datos del proceso a fin de conocer el rendimiento académico del estudiante; según (Shadish y Luellen como se citó en Alkin y King, 2016), la historia de la evaluación es tan antigua como la historia humana, básicamente consiste: a) identificar un problema, b) implementar alternativas para reducir síntomas, c) evaluar alternativas y d) adoptar el resultado de dicha evaluación; esto significa que las personas se involucran en actividades de evaluación a fin de animar su uso; asimismo los referenciados formulan evidencias que remonta a miles de años basado en la evaluación de dieta citado en el capítulo 1 del libro de Daniel de la Biblia y la evaluación del personal en China, hace más de 4000 años, dichos ejemplos son una muestra histórica de la evaluación; incluso la definición de evaluación según Scriven (1967), resalta mayor significancia basada en el "valor"

y "utilidad" de la evaluación con la finalidad de ser utilizadas en un contexto dado en un momento dado.

Horace Mann considerado “el padre de las pruebas estandarizadas en los EE. UU” propuso en 1843 a la Junta de Educación del Estado de Massachusetts la elaboración de exámenes escritos a fin de conocer la calidad educativa de los estudiantes de las escuelas de Boston cuyas evaluaciones los maestros desconocían y cuyo resultado generó un impacto negativo en la sociedad con consecuencias a niveles de despidos; posteriormente dichos antecedentes motivaron realizar aportes significativos a fin de mejorar la analítica en el ámbito académico; para ello Benjamin S. Bloom en 1956 y un grupo de psicólogos educativos desarrollaron una jerarquía de objetivos educativos, basado en los resultados académicos, luego en 1963 John B. Carroll propone un modelo para el aprendizaje escolar, basado en el tiempo del aprendizaje y el tiempo realmente necesario para el aprendizaje, en 1984 Herbert J. Walberg propone el Modelo de productividad educativa, basado en factores del rendimiento académico; el mencionado hecho de medir los atributos de los factores relacionados a la productividad académica y a lo mencionado por Scriven acerca del "valor" y "utilidad" en un contexto dado, en un momento dado establece la epistemología de la variable según el ámbito de estudio del presente trabajo.

Por tanto, **la fundamentación epistemológica de la productividad educativa** propuesta por Herbert J. Walberg se basa en su enfoque en la aplicación de métodos científicos y la búsqueda de conocimientos objetivos y medibles en el campo educativo. Walberg ha abogado por un enfoque basado en la evidencia y la medición cuantitativa para evaluar y mejorar la efectividad de los sistemas educativos. A continuación, se destacan algunos aspectos clave de la fundamentación epistemológica de la productividad educativa según Walberg:

- **Empirismo y positivismo:** La epistemología de Walberg refleja tendencias empiristas y positivistas, que enfatizan la importancia de la observación, la medición y la verificación empírica en la obtención del conocimiento. Este enfoque sugiere que el conocimiento en educación puede obtenerse de manera más confiable a través de métodos científicos objetivos.
- **Valoración de la investigación cuantitativa:** Walberg ha abogado por la investigación cuantitativa como un medio para obtener datos medibles y objetivos sobre la productividad educativa. Su epistemología sugiere que la recopilación sistemática y el análisis cuantitativo de datos son esenciales para comprender y mejorar la eficacia de los métodos educativos.

- **Énfasis en resultados medibles:** La epistemología de Walberg se alinea con la idea de que los resultados educativos medibles son indicadores válidos de la eficacia de los métodos de enseñanza. Este enfoque implica que el conocimiento sobre la productividad educativa se construye a través de la evaluación objetiva de los resultados obtenidos por los estudiantes.
- **Utilización de métodos de investigación experimental:** Walberg ha respaldado el uso de métodos de investigación experimental en educación, incluyendo estudios de control y diseño experimental. Este enfoque refleja una epistemología que valora la identificación de relaciones causales y la aplicación de intervenciones controladas para evaluar su impacto.
- **Enfoque en la medición del rendimiento:** La fundamentación epistemológica de Walberg destaca la importancia de medir el rendimiento estudiantil como una forma de evaluar la eficacia de los programas educativos. Esto sugiere una epistemología que considera que la medición objetiva es esencial para obtener conocimientos significativos en el ámbito educativo.

Por tanto, la fundamentación epistemológica de la productividad educativa propuesta por Herbert J. Walberg se caracteriza por un enfoque empirista y positivista, con un énfasis en la investigación cuantitativa, la medición objetiva de resultados y la aplicación de métodos experimentales para avanzar en el conocimiento sobre la eficacia de las prácticas educativas.

Respecto a los algoritmos de aprendizaje automático, según De Oliveira Chagas (2019) en 1943 el neurocientífico Warren McCulloch y el lógico Walter Pitts, idearon por primera vez una red neuronal simple en el artículo “A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity”, el mismo mapeaba el proceso de toma de decisiones en la cognición humana y las redes neuronales; dicho aporte fue seguido por la “era de las ideas”, entre los años 1950 y 1960, en donde se propusieron varios modelos que podía hacer realidad a la Inteligencia Artificial, en dicho periodo Alan Turing diseñó la prueba de Turing en 1950 (Gopani, 2022), a fin de determinar si una máquina podría emular un comportamiento inteligente similar al ser humano, luego en 1956, Marvin Minsky y John McCarthy realizaron la "Conferencia que lo inició todo" en Dartmouth College, en donde se estableció los principios fundamentales de la Inteligencia Artificial, como describe en el blog de Harvard (Anyoha, 2017). En 1951 se desarrolló el algoritmo del vecino más cercano por Evelyn Fix y Joseph Hodges y luego ampliado en 1967 por Thomas Cover y Peter E. Hart (Auffarth, 2021), en 1952 Arthur Samuel en IBM desarrolló el primer programa para PC de juego de damas, utilizando el algoritmo de poda alfa-beta, un algoritmo de búsqueda que disminuye nodos a través del algoritmo minimax

en los árboles de búsqueda, en 1958 Frank Rosenblatt desarrollo el “perceptrón” con la finalidad de superar las limitaciones del modelo neuronal de McCulloch-Pitts dando inicio el concepto de entrenamiento supervisado (Rosenblatt, 1958), en 1981, Gerald Dejong descubrió aprendizaje basado en la explicación , basado en un algoritmo informático, que incluía la explicación y la generalización de datos, en 1985 desarrollan NetTalk por Terry Sejnowski, un algoritmo, basado en redes neuronales es capaz de pronunciar palabras como un bebé, basado en texto y transcripción fonética coincidente como entrada, en 1989, Christopher Watkins desarrolló un algoritmo Q-learning mejorando las prácticas del aprendizaje por refuerzo, en 1990 los métodos estadísticos se difundieron para para los algoritmos, debido a que las redes neuronales parecían menos explicables y necesitaban recursos computacionales más exigentes; dichos métodos incluían el algoritmo de máquinas con vectores de soporte y el algoritmo bosque aleatorio introducidos en 1995, luego surge la trascendencia muy importante para la inteligencia artificial en 1997 de IBM Deep Blue logra vencer al campeón mundial de ajedrez Garri Kasparov (Pastor, 1997).

En el año 2009 Fei-Fei Li, profesora de informática de la Universidad de Stanford introduce las redes convolucionales en donde creó un gran conjunto de datos que reflejaba el mundo real, posteriormente se convirtió en la base de Alex Krizhevsky, quien creó la primera CNN (redes neuronales convolucionales), AlexNet, en 2012; en 2011, Watson de IBM presentó su máquina que puede categorizar objetos como un gato, el mismo fue mejorado y puesta en prueba en YouTube en 2012, en 2013 desarrollaron algoritmos de Word2vec con redes neuronales para aprender asociaciones de palabras y luego se convirtieron en la base de grandes modelos de lenguaje, en 2014, Facebook desarrolló DeepFace , un algoritmo de reconocimiento de rostros humanos. En 2014 también vio la creación de redes antagónicas generativas (GAN) por parte de Ian Goodfellow.

En 2016, en aprendizaje automático se desarrolló Deepmind AlphaGo, que venció al campeón mundial en el juego de mesa chino, Go; en 2017, AlphaGo y sus sucesores vencieron a varios campeones de Go, Ajedrez y Shogi, asimismo en 2017, Waymo comenzó a probar sus minivans autónomas; en 2018 la compañía de IA Deepmind desarrolla el programa de IA AlphaFold logrando predecir la estructura de las proteínas; en 2020, Facebook AI Research introdujo el aprendizaje basado en creencias recursivas, o ReBeL, un algoritmo general de RL+Search con la finalidad de funcionar en todos los juegos de dos jugadores (Gopani, 2022). El escenario de la inteligencia artificial es indudablemente el campo multidisciplinario que ha desarrollado grandes avances del conocimiento, es por ello que la epistemología de la variable algoritmos de aprendizaje automático busca dar a conocer nuevos aportes en el campo

educativo considerando modelos matemáticos de clasificación a fin de predecir el rendimiento académico en EPISI UNAM.

La **fundamentación epistemológica de los algoritmos de aprendizaje automático** (AA) se basa en una perspectiva principalmente empirista y pragmática. Aunque los algoritmos de aprendizaje automático pertenecen al ámbito de la inteligencia artificial y la informática, su epistemología refleja cómo se adquiere el conocimiento y cómo se interpreta la información.

A continuación, describimos los elementos clave de la fundamentación epistemológica de los algoritmos de aprendizaje automático:

- **Empirismo y pragmatismo:** La epistemología de los algoritmos de aprendizaje automático se alinea con el empirismo al valorar la experiencia y la observación. La eficacia de estos algoritmos se evalúa a través de su capacidad para aprender de datos empíricos y realizar predicciones útiles en entornos específicos. Además, adopta un enfoque pragmático al enfocarse en soluciones prácticas y resultados observables.
- **Inductivismo y generalización:** La epistemología de los Algoritmos de aprendizaje automático se basa en el inductivismo, donde se infieren patrones generales a partir de ejemplos específicos. Estos algoritmos buscan generalizar patrones a partir de conjuntos de datos para hacer predicciones en situaciones nuevas. La capacidad de generalización es esencial para la aplicabilidad de los modelos generados.
- **Probabilismo e incertidumbre:** Dado que los algoritmos de aprendizaje automático a menudo trabajan con datos ruidosos y situaciones complejas, su epistemología incorpora la noción de probabilismo. Los modelos generados expresan predicciones en términos de probabilidades, reconociendo la incertidumbre inherente en la inferencia a partir de datos limitados o ruidosos.
- **Instrumentalismo:** La epistemología de los AA tiende a adoptar una perspectiva instrumentalista, donde los modelos generados son considerados como herramientas útiles para realizar tareas específicas en lugar de representaciones precisas de la realidad. Estos modelos se evalúan por su utilidad y capacidad para realizar predicciones precisas, más que por su fidelidad a una verdad objetiva.
- **Rechazo de la verdad absoluta:** La epistemología de los algoritmos de aprendizaje automático tiende a ser pragmática y no busca necesariamente una verdad absoluta. Se centra en la utilidad y la eficacia en contextos específicos, reconociendo que diferentes modelos pueden ser más apropiados para diferentes situaciones.

Por tanto, la fundamentación epistemológica de los algoritmos de aprendizaje automático se basa en el empirismo, el inductivismo, el probabilismo y el instrumentalismo. Estos principios reflejan la naturaleza práctica y utilitaria de los algoritmos de aprendizaje automático, donde el conocimiento se adquiere a través de la experiencia, la observación y la inferencia a partir de datos empíricos.

Referencias

- Al-Ababneh M. (2020). Linking Ontology, Epistemology and Research Methodology. *Science & Philosophy*.
- Al-Ababneh, M. M. (2020). Linking Ontology, Epistemology and Research Methodology. *Science & Philosophy*, 75–91.
- Alkin, M. C. y King, J. A. (2016). The Historical Development of Evaluation Use. *American Journal of Evaluation*, 37(4), 568–579. <https://doi.org/10.1177/1098214016665164>
- Anyoha, R. (2017). *La historia de la inteligencia artificial - Ciencia en las noticias*. <https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2017/history-artificial-intelligence/>
- Auffarth, B. (2021). *Machine Learning for Time-Series with Python*. https://books.google.com.pe/books?id=a7tLEAAQBAJ&pg=PA99&lpg=PA99&dq=author+of+nearest+neighbors+algorithm++Evelyn+Fix+y+Joseph+Hodges&source=bl&ots=D19ck8A07W&sig=ACfU3UovGNfCvt_kI7tpjETbQgZOoGuyAA&hl=es&sa=X&ved=2ahUKewiTt474wcj4AhVVAdQKHUSABNUQ6AF6BAgoEAM#v=onepage&q=author%20of%20nearest%20neighbors%20algorithm%20%20Evelyn%20Fix%20y%20Joseph%20Hodges&f=false
- Biblioteca Nacional de Chile. (2021). *La Filosofía Positivista*. <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-93966.html>
- de Oliveira Chagas, E. T. (2019). Deep Learning and its applications today. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo Do Conhecimento*, 04(05), 05–26. <https://doi.org/10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/business-administration/deep-learning-2>
- Gopani, A. (2022). *La historia de los algoritmos de aprendizaje automático*. <https://analyticsindiamag.com/the-history-of-machine-learning-algorithms/>
- Hathcoat, J. D. y Meixner, C. y Nicholas, M. C. (2019). Ontology and Epistemology. In *Handbook of Research Methods in Health Social Sciences* (pp. 99–116). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-5251-4_56

- Hernandez-Manxilla J.M. (2011). El racionalismo cartesiano y su particular conquista de la subjetividad en el mundo moderno. *FRENIA*.
- Hiller, J. (2016). *Epistemological foundations of objectivist and interpretivist research* (pp. 99–127).
- Mahesh, B. (2018). Machine Learning Algorithms - A Review. *International Journal of Science and Research*, 381–386.
- McDaniel, M. y Storey, V. C. (2020). Evaluating Domain Ontologies. *ACM Computing Surveys*, 52(4), 1–44. <https://doi.org/10.1145/3329124>
- Misra, S. y Li, H. (2020). Noninvasive fracture characterization based on the classification of sonic wave travel times. In *Machine Learning for Subsurface Characterization* (pp. 243–287). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817736-5.00009-0>
- Orlikowsld W. y Baroudi J. (1991). Studying Information Technology in Organimtions: Research Approaches and Assumptions. *Information Systems Research*.
- Osisanwo, F. Y. y Akinsola, J. E. T. y Awodele, O. y Hinmikaiye, J. O. y Olakanmi, O. y Akinjobi, J. (2017). Supervised Machine Learning Algorithms: Classification and Comparison. *International Journal of Computer Trends and Technology*, 48(3), 128–138. <https://doi.org/10.14445/22312803/IJCTT-V48P126>
- Padilla-Cuevas, J. y Reyes-Ortiz, J. A. y Bravo, M. (2021). Ontology-Based Context Event Representation, Reasoning, and Enhancing in Academic Environments. *Future Internet*, 13(6), 151. <https://doi.org/10.3390/fi13060151>
- Park, Y. S. y Konge, L. y Artino, A. R. (2020). The Positivism Paradigm of Research. *Academic Medicine*, 95(5), 690–694. <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000003093>
- Pastor, M. (1997). *Deep Blue venció a Kasparov en un campo donde el hombre no tenía rival* | *ComputerWorld*. Computer World. <https://www.computerworld.es/archive/deep-blue-vencio-a-kasparov-en-un-campo-donde-el-hombre-no-tenia-rival>
- Rosenblatt, F. (1958). The perceptron: a probabilistic model for information storage and organization in the brain. *Psychological Review*, 65(6), 19–27.
- Salatino, A. A. y Thanapalasingam, T. y Mannocci, A. y Birukou, A. y Osborne, F. y Motta, E. (2020). The Computer Science Ontology: A Comprehensive Automatically-Generated Taxonomy of Research Areas. *Data Intelligence*, 2(3), 379–416. https://doi.org/10.1162/dint_a_00055
- Sarker, I. H. (2021). Machine Learning: Algorithms, Real-World Applications and Research Directions. *SN Computer Science*, 2(3), 160. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00592-x>

- Saunders M. y Lewis, P. y Thornhill, A. (2019). *Research Methods for Business Students* (Pearson Education, Ed.; Eighth).
- Saunders, M. N. K. y Lewis, P. y Thornhill, A. (2029). *Research Methods for Business Students* (8va ed.).
- Scriven, Mi. (1967). *The methodology of evaluation*.
- Universidad de Lehigh. (2013). *Historia de las Pruebas Estandarizadas*.
<https://ed.lehigh.edu/news-events/news/history-standardized-testing>
- Yeturu, K. (2020). *Machine learning algorithms, applications, and practices in data science* (pp. 81–206). <https://doi.org/10.1016/bs.host.2020.01.002>
- Žukauskas, P. y Vveinhardt, J. y Andriukaitienė, R. (2018). Philosophy and Paradigm of Scientific Research. In *Management Culture and Corporate Social Responsibility*. InTech. <https://doi.org/10.5772/intechopen.70628>