

Ciencia e Ingeniería de la Inteligencia Artificial

Ing. Matthieu Olague
IBM Technology Campus Guadalajara

Dr. Gustavo Olague
*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior
de Ensenada, Baja California, (CICESE)*

Resumen

La Inteligencia Artificial (IA) no es sólo un concepto sino una realidad que nos rodea permanentemente. Cada día, desde el momento en que nos levantamos, nos encontramos con tecnología que facilita nuestras más diversas tareas.

En particular, el teléfono celular se ha convertido en un dispositivo en el que realizamos innumerables actividades como: escuchar música, escribir correos electrónicos, analizar una hoja de cálculo, filmar videos o editar fotografías para compartirlas en nuestras redes sociales. Definir la inteligencia artificial puede convertirse rápidamente en un desafío debido a la gran variedad de propuestas que intentan resolver las actividades mencionadas anteriormente.

Además, innumerables profesionales se dedican a generar soluciones prácticas a tareas de IA. Podemos empezar a entender este campo de conocimiento preguntándonos, ¿cuál es el proceso mediante el cual se crean todas estas tecnologías? Básicamente podemos referirnos a dos de ellos: el método científico y el método de la ingeniería.

Palabras clave: Inteligencia artificial, Método científico, Método de la ingeniería, Tipos de razonamiento.

Abstract

Artificial Intelligence (AI) is not only a concept but a reality that surrounds us permanently. Each day, from the moment we wake up, we encounter technology that facilitates our most diverse chores.

In particular, the cellphone has come to be a device in which we perform countless activities such as: listening to music, writing

emails, analyzing a spreadsheet, filming videos, or editing photographs so that we can share them on our social media. Defining artificial intelligence can quickly become a challenge due to the vast array of proposals that try to solve the activities mentioned above.

Besides, countless professionals dedicate themselves to generating practical solutions to AI tasks. We can start grasping this field of knowledge by asking ourselves, what is the process by which all these technologies are created? We can basically refer to two of them: the scientific method and the engineering method.

Keywords: Artificial intelligence, Scientific method, Engineering method, Types of reasoning.

El método científico

El método científico es un procedimiento exploratorio que se basa en un conjunto de principios para describir el mundo que nos rodea (Gauch, 2003). La figura 1 muestra cómo podemos usar estos principios para sacar conclusiones de fenómenos naturales mediante la caracterización, el razonamiento y la experimentación. En primer lugar, al indagar e inspeccionar el mundo, los científicos son capaces de realizar caracterizaciones de la realidad. Esto incluye aprovechar perspectivas filosóficas e históricas para tener la visión más completa posible sobre el tema en cuestión.

La investigación y observación de fenómenos naturales constituye un pilar de la ciencia, pues son a partir de estas prácticas que podemos formular preguntas que aportan conocimiento. En la medida que un investigador sea capaz de recopilar una mayor cantidad de información confiable sobre

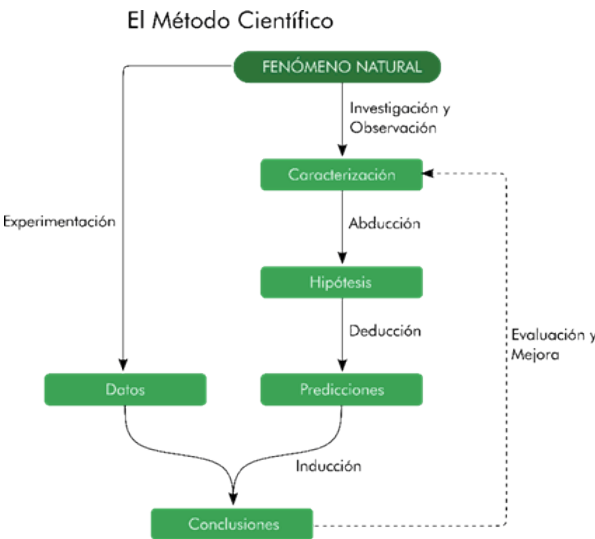


Figura 1. Una abstracción de los principios del método científico y las conexiones entre ellos. Por un lado, los científicos siguen un procedimiento para caracterizar la naturaleza y formular hipótesis y predicciones a partir de sus observaciones utilizando razonamientos abductivos y deductivos. Paralelamente, se obtienen datos del mundo real mediante experimentación, que luego se utilizan para probar predicciones y formar conclusiones mediante razonamiento inductivo. El método científico se considera un proceso cíclico porque la formulación de nuevos conocimientos depende de la evaluación y mejora de las caracterizaciones existentes de la realidad.

un fenómeno, este contará con más recursos para encontrar posibles explicaciones a eventos. Este proceso de búsqueda de justificaciones es conocido como razonamiento abductivo, en donde se parten de observaciones para generar reglas, denominadas hipótesis en el ámbito científico (Sebeok y Umiker-Sebeok, 1979). La abducción es para los seres humanos un acto natural, pues es algo que realizamos continuamente y de forma inconsciente. Haciendo uso de la imaginación y el instinto somos capaces de crear declaraciones que explican de forma

lógica un acontecimiento.

Supongamos que un científico ha estado tratando de entender cómo es que los seres humanos son capaces de sacar conclusiones válidas, para esto ha planteado la pregunta: ¿Cuáles son las reglas formales para sacar conclusiones válidas? Después de investigar y conocer las explicaciones aceptadas por la comunidad, este científico busca hacer crecer la frontera del conocimiento al proponer una nueva hipótesis. ¡A partir de su experiencia, ha logrado crear una explicación totalmente nueva!

Para poner a prueba esta nueva regla, se generan predicciones de casos observados utilizando un razonamiento deductivo. Esto es, partiendo de un caso base y una regla general, se puede especular sobre el resultado o desenlace. De esta forma, el objetivo de esta secuencia de pasos es encontrar fundamentos que expliquen o complementen mejor las ideas existentes sobre un tema.

De forma paralela, el científico en cuestión realizará una serie de pasos que le permitirá validar su hipótesis. A través de un proceso de experimentación se lograrán recopilar datos del mundo real, mismos que se contrastarán con las predicciones para formar conclusiones mediante el razonamiento inductivo. Este tipo de razonamiento parte de un caso base y un resultado para generar una fórmula general, de modo que al comparar esta fórmula con la hipótesis original, se podrán llegar a conclusiones que refuercen la caracterización del fenómeno estudiado.

En este sentido, los científicos dependen de los avances de los ingenieros para disponer de los medios necesarios para probar con éxito sus hipótesis. En el caso de la inteli-

gencia artificial, los avances en las capacidades de computación han permitido a los científicos mejorar y aumentar su comprensión sobre la inteligencia en los seres humanos y cómo reproducirla en máquinas. Un ejemplo palpable de esta simbiosis entre ciencia e ingeniería podemos encontrarlo en el caso planteado anteriormente, sobre las reglas formales para sacar conclusiones válidas. Aquí, los científicos formulan la pregunta sobre las reglas que rigen el razonamiento válido, y los ingenieros utilizan las capacidades computacionales para revisar literatura, recopilar datos y analizar reglas lógicas con el fin de proporcionar respuestas sólidas. La aplicación de métodos científicos respaldados por el poder computacional demuestra cómo la colaboración entre científicos e ingenieros impulsa el progreso y la comprensión en campos cruciales como la inteligencia artificial, destacando la necesidad continua de avances en ambas disciplinas para avanzar en nuestro entendimiento del mundo y la tecnología.

Por esta razón, el método científico es visto como un proceso cíclico, donde las conclusiones inductivas pueden utilizarse para evaluar y mejorar las caracterizaciones existentes de la realidad, contribuyendo a la formulación de nuevos conocimientos.

El método de la ingeniería

El método de la ingeniería, también conocido como proceso de diseño de ingeniería, es un medio por el cual se crean productos y procesos funcionales con el objetivo de resolver problemas de la manera más factible y viable (Pahl y Beitz, 1996). Así como los científicos caracterizan los fenómenos naturales para generar conocimiento, los ingenieros utilizan el conocimiento para diseñar soluciones a los problemas. De manera similar, mientras los científicos están

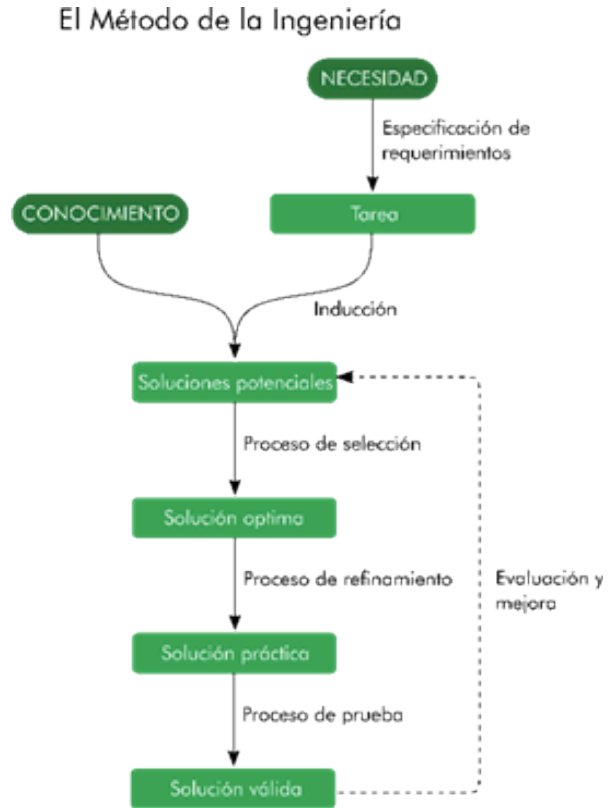


Figura 2. Una abstracción de los principios elementales del método de la ingeniería y las conexiones entre ellos.

Los ingenieros comienzan definiendo una tarea que resuelve una necesidad ajustándose a especificaciones del diseño. Luego se inducen posibles soluciones a partir de la tarea y del conocimiento disponible del área. Si existe una solución óptima, se refina hasta convertirla en una solución práctica y finalmente se valida mediante un procedimiento de prueba. Los resultados se pueden utilizar para evaluar y mejorar nuevas soluciones.

limitados por los datos a fin de probar o refutar sus ideas, las soluciones de los ingenieros están acotadas a los requisitos.

Existen ciertos trabajos de ingeniería que comparten una mayor similitud con el método científico, como es el caso de la

investigación aplicada. Si bien ambos poseen una fase de experimentación y los resultados se comparten de forma similar mediante publicaciones, los objetivos de ambos trabajos son fundamentalmente distintos. En la investigación aplicada se buscan resolver problemas o planteamientos específicos, ya sea mejorando un procedimiento existente o proponiendo una nueva solución. Nótese que, en este caso, la meta final ya no consiste en caracterizar un fenómeno natural, sino que se busca aplicar el conocimiento adquirido para generar una solución que satisfaga una necesidad. Comprendiendo nuestra relación con la generación de conocimiento y la creación de soluciones podemos conocer y educar de mejor forma sobre el impacto e importancia de los trabajos desarrollados. La figura 2 muestra una forma de comprender el flujo de trabajo de este proceso a través de un conjunto elemental de principios que pueden adaptarse al contexto particular de cada problema.

A partir de una tarea bien definida, un ingeniero comenzará imaginando posibles soluciones basadas en el conocimiento y la información disponibles sobre el tema. Mediante un procedimiento de selección se elegirá la solución óptima que mejor se ajuste a los requisitos. Si no se encuentra una solución factible o viable, entonces la tarea debería redefinirse o detenerse por completo. Tras la decisión, si se encuentra una solución, se pasará por un proceso de perfeccionamiento a partir del cual se presentará una solución práctica. Finalmente, la solución debe validarse mediante una estrategia de prueba adecuada.

El proceso de diseño de ingeniería, similar al método científico, también es una metodología cíclica; ya que se pueden utilizar

soluciones válidas para evaluar y mejorar nuevas soluciones potenciales. Asimismo, el trabajo de ingeniería es elemental en el desarrollo de la sociedad pues es a partir de sus principios que somos capaces de aterrizar el conocimiento desarrollado por científicos en procesos útiles que mejoran la calidad de vida de las personas.

Puesto que el desarrollo de productos funcionales es una tarea de gran complejidad, se puede llegar a dividir el trabajo de ingeniería en distintas fases. Mostraremos en un ejemplo posterior cómo el método de la ingeniería puede aplicarse secuencialmente para producir un producto final a partir de una cadena de soluciones válidas interconectadas.

Ciencia e ingeniería de la IA

En las dos secciones anteriores, hemos propuesto ideas que nos ayudaron a diferenciar los métodos científicos y de ingeniería. Ahora usaremos estas definiciones para construir un panorama general de los roles, limitaciones e interacciones entre estos procesos, utilizando la IA como guía.

Comencemos con un fenómeno natural como la inteligencia humana. Podemos reflexionar sobre él y observarlo desde diferentes perspectivas (Russell y Norvig, 2010). Un filósofo podría preguntarse: ¿Se pueden utilizar reglas formales para sacar conclusiones válidas? ¿Cómo surge la mente a partir de un cerebro físico? ¿De dónde viene el conocimiento? Por otro lado, un matemático podría estar más interesado en: ¿Cuáles son las reglas formales para sacar conclusiones válidas? ¿Qué se puede calcular? ¿Cómo razonamos con información incierta? A través del método científico podemos encontrar y validar sistemáticamente explicaciones a estas preguntas y

constituir así un cuerpo de conocimientos sobre el tema. Nótese que, si bien la ciencia sirve como brecha entre disciplinas, se limita a describir y caracterizar la naturaleza.



Figura 3. Un panorama general sobre el papel de la ciencia y la ingeniería en la inteligencia artificial. Inspirándose en la naturaleza, la humanidad es capaz de generar ideas cada vez más refinadas mediante la aplicación iterativa y secuencial de los métodos científico y de ingeniería.

Si nuestro objetivo va más allá de la comprensión de la naturaleza y, en cambio, intentamos encontrar soluciones a los problemas, entonces comenzaremos a entrar en el dominio de la ingeniería. De acuerdo con la figura 3, podemos observar que más cerca de donde termina el ámbito de la ciencia, nos encontraremos con el campo de la investigación aplicada. En esta sección, se utiliza el método de la ingeniería para aprovechar conocimiento de la ciencia con el fin de diseñar soluciones con objetivos prácticos. Publicaciones como (Dechter, 1986) y (Korf, 1982) son excelentes ejemplos de cómo la investigación aplicada puede ex-

traer conocimiento de la ciencia y utilizarlo para encontrar soluciones muy creativas y apasionantes que contribuyan a la IA.

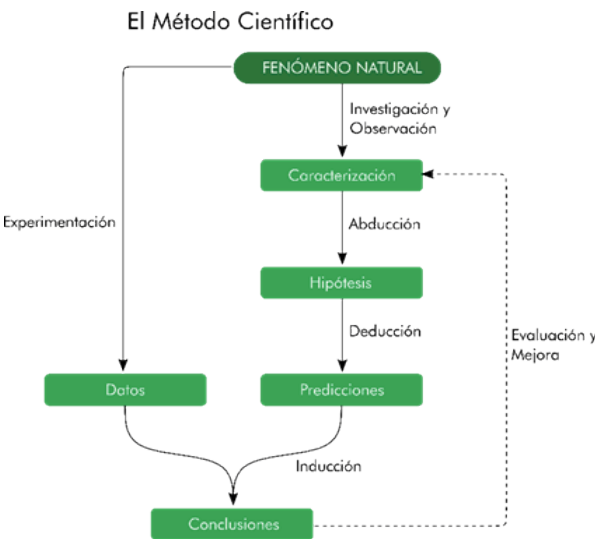
En la sección anterior, mencionamos que el método de la ingeniería podría usarse en secuencia para producir soluciones cada vez más refinadas. Siguiendo el orden de la figura 3, observamos que podemos usar el método de ingeniería una vez más, pero esta vez para producir productos funcionales inspirados en un conjunto de soluciones diseñadas. Este proceso se ejemplifica en el campo de la inteligencia artificial, donde la investigación y desarrollo continuo lideran a la creación de soluciones robustas.

Para ilustrar este concepto, consideremos un grupo de ingenieros dedicados a mejorar un sistema de recomendación en una plataforma de transmisión de video. A través de la investigación activa, la experimentación y la colaboración interna, se generó un cuerpo de soluciones que no solo abordaron el problema específico, sino que también contribuyeron al conocimiento general del campo. La fase de desarrollo de producto resultante aprovechó estas soluciones refinadas, utilizando el método de ingeniería para integrar y adaptar estos avances en un sistema funcional que satisface las necesidades cambiantes de los usuarios. Un ejemplo destacado en este contexto es OpenAI, una empresa que ha capitalizado el progreso de la investigación en el aprendizaje profundo para crear soluciones innovadoras como ChatGPT, demostrando cómo la ingeniería secuencial puede dar paso a productos avanzados que tienen un impacto significativo en el mundo. Otro producto destacado serían programas para corregir texto; por ejemplo Grammarly, el cual está basado en el

lenguaje LISP que es un clásico del paradigma de programación simbólico.

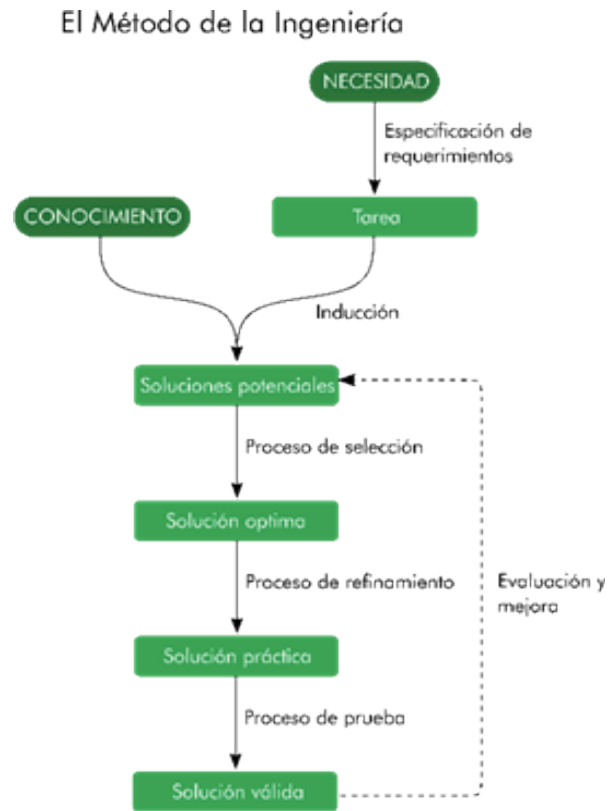
De esta manera, podemos ver cómo la ciencia y la ingeniería desempeñan cada una un papel crucial en el avance de nuestra sociedad. La naturaleza inspira a los científicos a caracterizar el mundo, lo que a su vez inspira a los ingenieros a crear soluciones a los problemas; Podemos empezar a ver desde el panorama general de este proceso algo que se asemeja a una cascada de ideas cada vez más refinadas. Ya seas estudiante, profesional o entusiasta, ¿cómo te gustaría contribuir a esta cadena de valores?

Anexos Figuras



Título: Figura 1
Archivo: ScientificMethod.eps
Descripción: Una abstracción de los principios del método científico y las conexiones entre ellos. Por un lado, los científicos siguen un procedimiento para caracterizar la naturaleza y formular hipótesis y predicciones a partir de sus observaciones utilizando razonamientos abductivos y de-

ductivos. Paralelamente, se obtienen datos del mundo real mediante experimentación, que luego se utilizan para probar predicciones y formar conclusiones mediante razonamiento inductivo. El método científico se considera un proceso cíclico porque la formulación de nuevos conocimientos depende de la evaluación y mejora de las caracterizaciones existentes de la realidad.



Título: Figura 2
Archivo: EngineeringMethod.eps
Descripción: Una abstracción de los principios elementales del método de la ingeniería y las conexiones entre ellos. Los ingenieros comienzan definiendo una tarea que resuelve una necesidad ajustándose a especificaciones del diseño. Luego se inducen posibles soluciones a partir de la tarea y del conocimiento disponible del área. Si existe una solución óptima, se refina hasta convertirla en una solución

práctica y finalmente se valida mediante un procedimiento de prueba. Los resultados se pueden utilizar para evaluar y mejorar nuevas soluciones.



Título: Figura 3

Archivo: ScienceEngineering.eps

Descripción: Un panorama general sobre el papel de la ciencia y la ingeniería en la inteligencia artificial. Inspirándose en la naturaleza, la humanidad es capaz de generar ideas cada vez más refinadas mediante la aplicación iterativa y secuencial de los métodos científico y de ingeniería.

Referencias

- Dechter, R., Learning While Searching in Constraint-Satisfaction-Problems, Proceedings of the Fifth National Conference on Artificial Intelligence, AAAI'86, pp. 178–185, 1986.
- Gauch, H. G. Jr., Scientific Method in Practice, Cambridge University Press, 2003.
- Korf, R. E., A Program That Learns to Solve Rubik's Cube, Proceedings of the Second AAAI Conference on Artificial Intelligence, AAAI'82, pp. 164–167, 1982.
- Pahl, G. y Wolfgang B., Engineering Design: A Systematic Approach, Springer London, 1996.
- Russell, S. y Peter N., Artificial Intelligence: A Modern Approach, 3ra ed., Prentice Hall, 2010.
- Sebeok, T. A. y Jean U., "You Know My Method": A Juxtaposition of Charles S. Peirce and Sherlock Holmes, Semiotica, 1979.