

Más allá del cálculo: ¿La Inteligencia Artificial remplazará la inteligencia de los Ingenieros?

POR: LEONARDO FLÓREZ VALENCIA*

Advertencia: Este documento fue escrito con apoyo del servicio de IA Gemini de Google en la organización de la información y la revisión final del texto.

El reto de la IA en la formación de Ingenieros

Enfrentarse a escribir un artículo sobre el impacto de la Inteligencia Artificial (IA) en la formación de jóvenes Ingenieros es un reto interesante. La tecnología de cómputo, sobre la cual operan los modelos de IA, es omnipresente y relativamente fácil de usar. Estos nuevos profesionales han crecido con ella, sin conocer los cambios que generaciones anteriores vivimos.

Este escrito intenta establecer un paralelo entre la historia de las calculadoras y lo que hoy estamos viviendo en esta revolución de la IA. El objetivo es mostrar algunos argumentos a favor del uso de esta herramienta, sin olvidar que el verdadero impacto que se logre con ella depende de nosotros: seres humanos con inteligencia natural (IN).

Historia de la calculadora

Desde tiempos inmemoriales, la necesidad de realizar cálculos ha sido indispensable para llevar registros de bienes, evitar (o causar) disputas o demostrar poder. Por lo tanto, la ejecución de cálculos confiables y rápidos ha sido, desde hace mucho tiempo, de particular importancia.

La aritmética es una rama de las matemáticas que se ocupa del estudio de los números y de las operaciones elementales definidas sobre ellos¹. Es uno de los temas que, hoy en día, la mayoría de los seres humanos estudiamos desde muy temprana edad: saber contar, sumar, restar, multiplicar y dividir, son habilidades de obvia utilidad para la mayoría de las personas en el planeta.



La cantidad de situaciones y el tamaño de las cosas que podemos contar, nos ha llevado a desconfiar de nuestra memoria y a inventar artefactos que nos ayuden con la aritmética. Sin la intención de ser una lista exhaustiva, presento aquí algunos hitos en la tecnología que hemos creado para apoyar nuestras necesidades aritméticas:

- El ábaco, cuya creación se estima entre los años 1000 a.C. y 500 a.C., no tiene un inventor claro.

La atribución a los chinos es la idea más aceptada, pero hay indicios de máquinas similares en Japón, el Sahara o Grecia. Esta máquina permite realizar sumas, restas, multiplicaciones, divisiones e incluso raíces o calcular logaritmos.

- Los huesos de Napier (siglo XVII), dispositivo inventado por John Napier para calcular productos y cocientes mediante el método de las multiplicaciones por rejillas.
- La regla de cálculo (siglo XVII), inventada por William Oughtred, es una herramienta analógica (que trabaja con números continuos -reales-) basada en escalas logarítmicas para realizar multiplicaciones, divisiones o raíces cuadradas, entre otras. Durante mucho tiempo fue una herramienta esencial para Ingenieros y científicos.
- El matemático francés Blaise Pascal, entre otras ocupaciones, desarrolló la Pascalina en 1642. Este dispositivo usaba ruedas dentadas para realizar las cuatro operaciones básicas de forma directa.
- Más recientemente (siglos XIX y XX), se desarrollaron las calculadoras mecánicas de escritorio, como las que se podían ver en las tiendas de barrio, que permitían acumular resultados e imprimirlos.
- A finales del siglo pasado, la tecnología para construir calculadoras se volcó hacia la electrónica. Actualmente, a nadie le resultan extraños esos pequeños dispositivos con números, operadores y teclas de control que permiten realizar operaciones aritméticas relativamente complicadas.
- Debo hacer una mención especial aquí a las calculadoras científicas y graficadoras que los Ingenieros, especialmente quienes nos formamos en el último cuarto del siglo pasado, usamos. Además de su utilidad clásica, podíamos recurrir a librerías muy completas de fórmulas; resolución simbólica de ecuaciones; programarlas con ecuaciones propias e incluso, usarlas como consolas rudimentarias de videojuegos.

Hoy en día, las calculadoras han dejado de ser aparatos individuales para ser integradas en cualquier artefacto electrónico: desde simples relojes de muñeca hasta tabletas organizadoras ponen a nuestra disposición dichas herramientas. Esto sin olvidar que los computadores que usamos pueden considerarse como “calculadoras con esteroides”.

“ Al igual que con las calculadoras, las IA pueden ayudar a hacer el trabajo más rápido, pero si no se entienden los conceptos teóricos y prácticos subyacentes a la Ingeniería, no se puede confiar en esos desarrollos. ”

Restricción en el uso de las calculadoras

Quienes pasamos por el sistema de formación básica primaria y secundaria, nos enfrentamos a la prohibición del uso de las calculadoras en el salón de clase. Unos aceptábamos esa restricción sin discusión y otros, seguramente con estructuras de pensamiento más adelantadas, cuestionaban esa forma de aprender.

Incluso hoy en día, esta restricción genera debates entre educadores y expertos en pedagogía. La postura generalizada a favor de esta restricción se basa en la importancia de que los niños desarrollen una comprensión fundamental de los números y las operaciones aritméticas a través de la manipulación concreta, el conteo y el cálculo mental. Algunos argumentos a favor de esta restricción se pueden enumerar como:

- ✓ Desarrollo del sentido numérico.
- ✓ Fomento del cálculo mental.
- ✓ Iniciación al pensamiento computacional.
- ✓ Prevención de la dependencia.

Sin embargo, en etapas educativas más avanzadas, cuando los conceptos anteriores ya estén afianzados, la calculadora puede ser una herramienta importante para:

- ✓ Explorar conceptos más complejos, más allá de la simple mecánica de los cálculos aritméticos.
- ✓ Resolver problemas del mundo real.
- ✓ Verificar resultados.
- ✓ Fomentar la exploración y el descubrimiento.

El mito de la Inteligencia Artificial

Hasta aquí, he listado algunos de los hitos en el desarrollo de las calculadoras y las preguntas pedagógicas que esas máquinas han suscitado a lo largo de su historia.

No es fortuito que haya escogido trazar un paralelo entre las calculadoras y la IA; los computadores sobre los que se ejecuta la IA son realmente calculadoras mucho más potentes, pero no dejan de ser eso: máquinas muy rápidas de cálculo aritmético. Las bases teóricas de los computadores actuales se remontan a los trabajos de Alan Turing cuando propuso la máquina de cómputo aritmético que lleva su apellido.



¿Qué diferencia un computador de una calculadora? Se pueden exponer muchas diferencias, pero las principales son dos: (1) su capacidad de procesamiento en términos del tamaño de los números que puede procesar y (2) la facilidad que ofrece para programar procedimientos (algoritmos) más complejos que simples ecuaciones aritméticas.

La Inteligencia Artificial es una rama de las ciencias de la computación que se ocupa de la creación, diseño, implementación y operación de algoritmos de uso general que se basan en imitar el comportamiento de un cerebro biológico (no necesariamente humano) o de un conjunto de organismos que colaboran o compiten entre sí.

La bioinspiración de estos modelos, aunada al rápido desarrollo de la capacidad de cómputo actual, nos puede llevar a pensar que los computadores comienzan a tener habilidades racionales: son inteligentes. De hecho, desde el 2014 existen inteligencias artificiales² que pueden pasar la famosa prueba de Turing³.

Sin embargo, esto demuestra que en la mayoría de las situaciones en las que los humanos nos comunicamos, seguimos patrones bien definidos que pueden ser “aprendidos” por una máquina (algoritmo).

En su libro “El Mito de la Inteligencia Artificial: Por qué las computadoras no pueden pensar como nosotros”⁴, Erik Larson argumenta que la Inteligencia Artificial General (IAG), o la capacidad de las máquinas para igualar o superar la inteligencia humana en todos los aspectos, es mucho más lejana de lo que se cree comúnmente. Larson expone la gran diferencia entre la ciencia real que subyace a la IA y las afirmaciones dramáticas que se hacen al respecto. El autor sustenta esa diferencia con cuatro argumentos:

- **El problema de la abducción:** mientras que la IA actual “aprende” por inducción (encontrar patrones en grandes volúmenes de datos), los humanos aprendemos por abducción, lo que quiere decir que generamos hipótesis o conjeturas que se ajustan a lo que observamos. Esto implica que comprendemos rápidamente cuáles son los elementos relevantes en una situación, algo que las máquinas no pueden hacer.
- **Más allá de la inducción:** aunque los modelos de IA actuales pueden encontrar patrones en dominios cerrados y bien definidos, fallan cuando la situación es ambigua, incierta y novedosa.

- **El mito de la inevitabilidad:** muchos argumentos actuales a favor de la IAG sostienen que es inevitable; pero hay que tener en cuenta que ese mito desvía la atención de los límites actuales de la IA y lleva a una sobreestimación de las capacidades reales de esos modelos.
- **La importancia de la inteligencia humana:** El autor subraya que la inteligencia humana sigue siendo el recurso más valioso para cualquier progreso futuro. Le preocupa que la “reverencia” por la IA pueda llevar a una “pasividad aprendida”, donde los humanos asumen que la IA resolverá todos los problemas y, como resultado, no cultivan su propio ingenio.

“La IA es una rama de las ciencias de la computación que se ocupa de la creación, diseño, implementación y operación de algoritmos de uso general que se basan en imitar el comportamiento de un cerebro biológico.”

Es importante señalar que los avances de la IA tienen un impacto significativo en nuestra sociedad, pero una IAG que pueda reemplazar a los humanos no está a la vuelta de la esquina. Es importante entender esta área de conocimiento y sus diferencias con la inteligencia humana, especialmente en que la segunda es abductiva.

Una aproximación crítica al desarrollo, implementación y despliegue de esos modelos nos ayudará a dimensionar correctamente su utilidad real, comparada con su utilidad ficticia (como en la ciencia ficción).

Formación de Ingenieros

Los Ingenieros estamos acostumbrados a usar calculadoras, pero nuestro trabajo no termina cuando las usamos correctamente; sirven de apoyo para analizar, diseñar, construir y poner a disposición de la sociedad las soluciones que desarrollamos. Nuestro trabajo tiene altas dosis de interacción con los demás para entender las situaciones problemáticas y comunicar el uso correcto de las soluciones que desarrollamos.



Esas habilidades de comunicación son las que podemos sentir amenazadas con las herramientas actuales de IA, porque existen aplicaciones que diseñan, solucionan, redactan, programan, despliegan y explican desarrollos de Ingeniería.

Entonces, ¿un joven Ingeniero estará limitado a usar esas herramientas para su trabajo? ¿Aprender a usarlas es suficiente? Afortunadamente, la respuesta es “no”: al igual que con las calculadoras, las IA pueden ayudar a hacer el trabajo más rápido, pero si no se entienden los conceptos teóricos y prácticos subyacentes a la Ingeniería, no se puede confiar en esos desarrollos.

Quiero llamar la atención sobre el hecho que la Ingeniería, como la mayoría de actividades intelectuales humanas, es altamente abductiva. Los ambientes en los que desarrollamos proyectos, la mayoría novedosos, tienen altos componentes de incertidumbre

y ambigüedad con muy pocos datos sobre los cuales comenzar a identificar soluciones. Solo después de una “Ingeniería de requerimientos” podemos comenzar a reducir, pero no eliminar, las situaciones inciertas y ambiguas.

En ese proceso de reducción de incertidumbre y ambigüedad, las herramientas de IA se vuelven importantes: gestión automática y estructuración de documentos; organización de diseños y esquemas; escritura automática de programas de computador; simulaciones físicas; gestión de presupuestos y un largo etcétera de tareas que los Ingenieros hacemos rutinariamente. El uso adecuado de esas herramientas ayudará a que nos centremos en los problemas abductivos (es decir, realmente interesantes) que surgen en cada proyecto de ingeniería.

Para la formación de Ingenieros, hay que perder el miedo a usar estas herramientas, pero también hay que cambiar la forma de evaluar y calificar. Por ejemplo, no tiene mucho sentido evaluar un texto escrito sobre un tema muy bien delimitado, donde se espera que los documentos de los estudiantes tengan contenidos similares, o evaluar la precisión numérica de los cálculos hechos en alguna prueba.

Las IA ayudan a hacer estos trabajos inductivos, esto no desmerece el hecho que debemos entenderlos, pero no para hacerlos de forma rutinaria, sino para comprender su importancia y utilidad en un proyecto de Ingeniería y disponer de esos artefactos de manera mucho más temprana en los desarrollos.

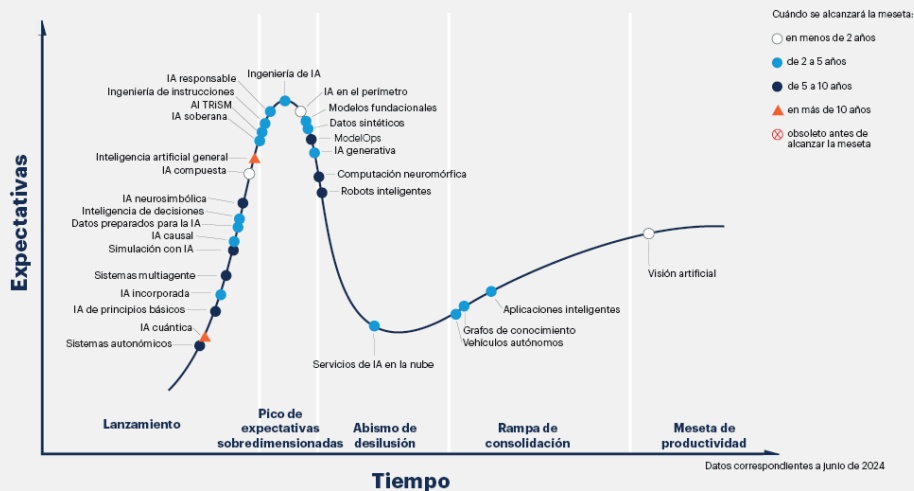
Desde el abismo de la desilusión a la meseta de la productividad

Gartner propone regularmente una gráfica llamada la curva del “hype cycle” (“ciclo de la sobreexpectación”) que describe la evolución en el tiempo de las expectativas de las tecnologías emergentes.

En el caso de la Inteligencia Artificial, la curva del 2024 se presenta está disponible en <https://www.gartner.es/articulos/hype-cycle-para-la-inteligencia-artificial>

Se puede observar que la mayoría de tecnologías basadas en IA están subiendo hacia el pico de las “expectativas sobredimensionadas” y a punto de caer en el “abismo de la desilusión”, lo que puede ser interpretado como que nos estamos dando cuenta que todas las promesas de esas tecnologías no son realmente ciertas.

Hype Cycle para la inteligencia artificial de 2024



Fuente: Gartner
La reutilización comercial de este recurso está sujeta a la aprobación de Gartner y debe cumplir con la Política de Cumplimiento de Contenido de Gartner en [gartner.es](https://www.gartner.com).
© 2024 Gartner, Inc. o sus filiales. Todos los derechos reservados. GTS_3282450

Gartner

Pero, es importante resaltar que algunas de esas aplicaciones están entrando en la “rampa de la consolidación” y en la “meseta de productividad”; esto pasa cuando las aplicaciones y campos de impacto de las tecnologías quedan bien establecidos y se puede pensar en su implementación en masa en todos los aspectos, en el campo de la IA, donde se usen máquinas de cómputo.



Lecciones del pasado para el futuro de la IA en la Ingeniería

El paralelo con la historia de las calculadoras, permite comprender el impacto actual y futuro de la IA en la formación de Ingenieros. Al igual que las calculadoras, que en sus inicios generaron debates sobre la necesidad de restringir su uso para fomentar habilidades básicas, la IA plantea interrogantes similares.

Sin embargo, como Erik Larson argumenta en “El mito de la Inteligencia Artificial”, la IA actual, basada en el razonamiento inductivo, no alcanza la inteligencia humana general (IAG) debido a su incapacidad para realizar inferencias abductivas.

Esto significa que, si bien la IA es una herramienta potente para tareas inductivas y rutinarias, no reemplaza la capacidad humana de pensamiento crítico, resolución de problemas complejos y la interacción social inherente a la Ingeniería.

“Mientras que la IA actual “aprende” por inducción (encontrar patrones en grandes volúmenes de datos), los humanos aprendemos por abducción, lo que quiere decir que generamos hipótesis o conjeturas que se ajustan a lo que observamos.”

En este contexto, la formación de Ingenieros debe adaptarse para integrar la IA como una herramienta de apoyo, no como un sustituto de la inteligencia natural. Es crucial que los futuros profesionales comprendan los fundamentos teóricos y prácticos de la Ingeniería y cultiven las habilidades abductivas y de comunicación que son esenciales para abordar proyectos novedosos y complejos.

Para los Ingenieros, esto implica perder el miedo a estas herramientas y, a la vez, transformar los métodos de evaluación para centrarse en el pensamiento abductivo y la aplicación estratégica de la IA, liberando tiempo para los desafíos verdaderamente interesantes y creativos de la profesión. ▲▲

* **Leonardo Flórez Valencia* PhD.** Profesor Titular, Departamento de Ingeniería de Sistemas, Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Javeriana.

1 Collette, Jean-Paul (1985). *Historia de las matemáticas*. ISBN 9788432305269

2 <https://www.zdnet.com/article/computer-chatbot-eugene-goostman-passes-the-turing-test>

3 Turing, Alan (October 1950). “Computing Machinery and Intelligence”. *Mind*. 59 (236): 433–460. doi:10.1093/mind/LIX.236.433. ISSN 1460-2113. JSTOR 2251299. S2CID 14636783.

4 ISBN-13: 978-0674983519