

Tecnologías disruptivas: su contribución en la ingeniería de confiabilidad y la gestión de activos

Aileen Diane Pusey Mitchell
Ingeniera electrónica, MSc. Ingeniería industrial
Cra 19 No. 62 – 19
adiane0720@gmail.com
Barrancabermeja - Santander

RESUMEN: en las diferentes épocas de la historia, la revolución industrial ha traído cambios irreversibles en el desarrollo de las actividades humanas. Normalmente, esta revolución industrial, está asociada con los avances tecnológicos y la incorporación de nuevas herramientas tecnológicas dentro de los procesos productivos. Por tanto, la mayoría de las organizaciones, ven la implementación de estas, como una ventaja competitiva en sus operaciones para lograr los resultados en el corto plazo.

Es innegable el valor que los avances tecnológicos aportan en las actividades económicas de las organizaciones; sin embargo, pensar que la tecnología en sí misma, dará los resultados esperados, es un error en el que, algunas empresas están incurriendo al implementarlas. Claro es, que la responsabilidad sigue siendo de las personas, quienes deben entender esas tecnologías, apropiárselas y sacarle el mayor provecho posible para que en las organizaciones, se tomen las decisiones necesarias como vehículo para obtener los resultados esperados en la gestión de los activos, durante todo el ciclo de vida. En este artículo, se pretende dar cuenta de la contribución de las tecnologías disruptivas en la ingeniería de confiabilidad y la gestión de activos, mostrando cómo los datos son parte de esto y que se entienda que el uso de las tecnologías son un medio, más no el fin último en las organizaciones.

Introducción

Se entiende por tecnología disruptiva a todos aquellos conceptos, servicios, y dispositivos que cambian drásticamente la forma como operan y se comportan las organizaciones y los consumidores. En todas las épocas, las tecnologías disruptivas, han marcado un antes y un después en el desarrollo de las actividades económicas de las organizaciones y de las personas en general.

Entre tantos interrogantes, surge uno que será objeto de análisis en este documento: *¿Cuál es la realidad de la implementación de herramientas tecnológicas en la ingeniería de confiabilidad y la gestión de activos en la industria?*

En este contexto, es fácil pensar que las tecnologías disruptivas combinadas con técnicas de ingeniería de confiabilidad terminarán desplazando las labores de análisis de los ingenieros y las formas tradicionales en que se toman decisiones en la implementación de la gestión de los activos.

En general, todas aquellas tecnologías que facilitan la obtención de la información de las operaciones permitiendo la disponibilidad de los *datos* necesarios para los análisis de desempeño de los activos, durante todo el ciclo de vida, han revolucionado a la industria en cada momento de la historia; por tanto, *los avances tecnológicos, siempre marcan tendencia.*

Ahora, en línea con el interrogante planteado en el primer párrafo de esta introducción, es importante indagar sobre el valor real que el uso de estas tecnologías está dejando con su implementación y la importancia que tienen los datos en estas.

Es claro, que realizar los análisis de confiabilidad y apropiar las técnicas correspondientes para tal fin, requiere de *datos* y estos deben cumplir con las características de calidad necesarias para que sean útiles en el proceso de tomar decisiones informadas sobre la salud no solo de los equipos, sino en general del sistema de gestión de activos y de la organización, como consecuencia. Entonces, las empresas deben prepararse adecuadamente para la implementación de estas tecnologías y por tanto, se debería hacer énfasis en la *cultura del dato*.

Gestionar los datos, implica una serie de procesos y prácticas, que van más allá de coleccionarlos y hacerles seguimiento a través de las diferentes técnicas y plataformas que existen hoy día para monitorear los equipos y sistemas.

La tecnología como factor diferenciador

Pueden existir muchos casos en los cuales, la adopción de tecnologías, lleva a una organización a tener una ventaja competitiva; sin embargo, la implementación de herramientas tecnológicas debe dejar de ser tratada como una *moda* para darle su debida proporción en la contribución de los resultados en una organización; como se dijo anteriormente, los *avances tecnológicos siempre marcan tendencia*. Y por otro lado, hay que entender que, la mayoría de los datos con los cuales se realizan hoy los análisis de confiabilidad y del ciclo de vida de los activos, provienen de los procesos productivos y de los

sistemas de control e información asociados; esto es, se adquieren a través de las plataformas del *DCS, CMMS, ERP/EAM*.

Lo anterior, quiere decir que, todavía se depende en buena medida, de los datos que ingresa el operador, el mantenedor, o el ingeniero, a estos sistemas de información; por tanto, esta debe ser correcta y completamente registrada, para que sea útil. Ahora, no se puede desconocer el avance e implementaciones que hoy tienen las organizaciones con el uso de las tecnologías al implementar sistemas basados en *Inteligencia Artificial – AI*. En la Figura 1, se muestra una representación gráfica de la IA, generada por *DALL-E*.

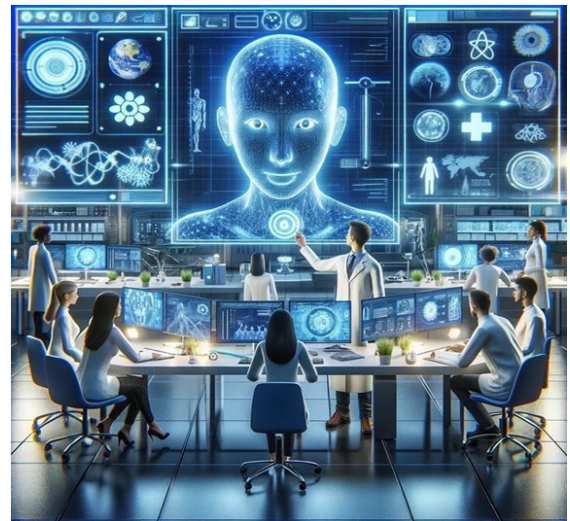


Figura 1. Representación gráfica de la inteligencia artificial general (DALL-E). Tomado de *La inteligencia artificial en las universidades: retos y oportunidades*. Primera edición: enero de 2024

Sin embargo, como lo refiere *Cassie Kozyrkov*¹ CEO of Data Scientific, pionera en el campo de la *inteligencia de decisiones*; un sistema basado en IA, responde a las *tres P*: Patrones, Propósito y Productividad; y depende del creador del sistema IA. El *Propósito*, responde a la pregunta: ¿Cuál es la función del sistema? Si el sistema IA no está diseñado para datos específicos de una organización, no identifica los *patrones* del contexto de dicha organización

¹ Primera científica jefe de decisiones de Google

y no aprenderá lo correcto. Solo recoge patrones, que no serán útiles para esa compañía en particular, y esta no alcanzará la *productividad* soñada. *No es solamente tener una base de datos y conectarla a la IA para trabajar; porque contiene sesgo. Al tomar prestado un sistema IA, hecho por otro, también se toma prestados sus juicios de valor; por tanto, un sistema de IA es un conjunto de juicios de valor humanos. Depende del líder determinar cuán bueno es un sistema IA para su organización, puntualiza Kozyrkov*².

Ahora, el mayor desafío que enfrentan las organizaciones con el uso de tecnologías basadas en IA, es la exposición de sus datos en cuanto a *privacidad y seguridad*³. Por tanto, todo el tema de *ciberseguridad*, termina estando implícito e inherente en estas implementaciones. En la Figura 2, se muestra una representación de la integración de la IA con la ciberseguridad.

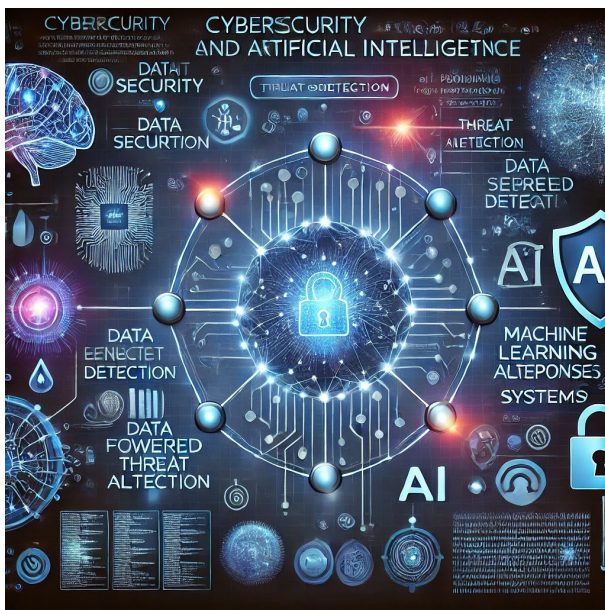


Figura 2. Ciberseguridad con inteligencia artificial. Fuente: gráfico generado por ChatGPT -4o mini (OpenAI)

Sobra decir entonces, que la ciberseguridad jugará un papel muy importante en las

implementaciones basadas en la IA, ya que esta aprenderá de los datos que colecte para de forma precisa definir estrategias de seguridad de la información, en las organizaciones.

La tecnología en la industria 4.0

Definitivamente, la producción y consumo de bienes y servicios ha cambiado en ocasión al uso de todo tipo de tecnología que está disponible hoy día; desde el advenimiento de la revolución industrial y más aún con el inicio de la *Industria 4.0* desde 2011 en adelante, el uso de la tecnología, se ha masificado; en la Figura 3, se muestran las tecnologías que más han marcado tendencia en los últimos años; y seguidamente, se describen algunas de ellas.



Figura 3. Algunas de las tecnologías de la industria 4.0. Tomado de <https://marcapaisuruguay.gub.uy/uruguay-comienza-a-incursionar-en-la-industria-4-0-con-uso-de-tecnologias-digitales/#>

- Automatización y robótica: permitió a las industrias, aumentar su eficiencia y el ahorro de costos; inicialmente la robótica, fue concebido para la realización de tareas repetitivas; sin embargo, hoy día este concepto está revaluado; ejemplo de ello,

² En el podcast de Olga Maslikhova *La mentalidad de datos: transformar la información en innovación. Noviembre 2024*

³ Guibert Englebienne, co-fundador de Globant, presidente Globant Latam & Globant X. Globant Converge 2024, noviembre 21 de 2024.

prácticamente en tiempo real. Pero, igual que con el uso de la tecnología, los datos son un medio, más no un fin.

Con los datos, se puede respaldar los objetivos de gestión de activos y va más allá de recolectarlos.

Con esto y en hora buena, en julio de 2024, se publica la ISO 55013 (Gestión de activos: orientación sobre la gestión de activos de datos), donde claramente se esboza la importancia de los datos como un facilitador de la gestión de activos y por ende, de la ingeniería de confiabilidad, la idea es tener *datos completos, oportunos y confiables* para la toma de decisiones; porque estas son finalmente, las que generan valor en las organizaciones; entonces, los análisis que se hagan y las decisiones que se tomen con base en los datos, es lo que realmente le permitirá a una organización, *marcar la diferencia*. Es decir, los datos hoy día, son un activo valioso en una organización.

Los datos en el contexto de la gestión de activos tienen sus propias características, como se detalla a continuación⁵ (esta información ha sido transcrita de la norma):

a) Los datos de los activos siguen una secuencia de etapas del ciclo de vida; se pueden utilizar muchas veces, aunque la utilidad de los datos puede cambiar a medida que avanzan en su ciclo de vida; b) Los datos pueden ser robados si no se protegen adecuadamente; dicho robo puede crear impactos negativos sostenidos; c) Los datos son fáciles de copiar, transportar e incluso corromper, pero pueden ser difíciles o imposibles de reproducir si se pierden, destruyen o corrompen; d) Los datos se pueden utilizar para múltiples propósitos: los mismos datos pueden incluso ser utilizados

por varias personas al mismo tiempo; de manera similar, muchas personas y procesos pueden agregar o actualizar datos simultáneamente; e) los datos pueden generar un nuevo valor cuando se combinan con otros activos; f) muchos usos de los datos a menudo conducen a más datos para obtener un resultado; la mayoría de las organizaciones administran volúmenes crecientes de datos y las relaciones entre conjuntos de datos; g) los datos y la información son esenciales para realizar negocios dentro de una organización y/o entre dos funciones o divisiones (áreas funcionales).

Análisis en la ingeniería de confiabilidad

Aunque la ingeniería de confiabilidad y la gestión de activos han avanzado significativamente con la incorporación de la tecnología, la realidad es que su adopción no es uniforme en todas las industrias y enfrenta desafío y realidades concretas.

Ciertamente, uno de los mayores desafíos, que enfrentan las organizaciones al implementar algunas soluciones tecnológicas, se centra en los *sistemas de información*, en los cuales se identifican varios aspectos que vale la pena resaltar y se pueden resumir en los siguientes:

- Errores humanos: personal que no ingresa la información completa o con el detalle requerido.
- Resistencia al cambio: falta de cultura organizacional para utilizar el CMMS ERP//EAM de manera adecuada.
- Sistemas mal configurados: campos innecesarios, listas de selección extensas o estructuras complejas que desmotivan el uso del sistema.
- Falta de integración con sensores IoT: aún hay empresas que dependen en buena medida, de

⁵ ISO 55013: 2024 Asset management — Guidance on the management of data assets

registros manuales, en lugar de monitoreo automático.

- Problemas de conectividad: sobre todo para las industrias minera y de petróleo, ya que la falta de acceso a internet en campos lejanos, dificulta el ingreso de datos en tiempo real.

Ahora, teniendo en cuenta lo anterior, es claro que para la implementación de la gestión de activos, es necesario contar con *los datos* para garantizar que se tomen decisiones informadas; como es sabido, la ingeniería de confiabilidad forma parte de la gestión sobre los activos; por tanto, requiere también de los datos para la realización de análisis más precisos. Derivado de esto, surgen unos nuevos interrogantes que son:

¿Cómo potencian las herramientas tecnológicas la implementación de las técnicas de ingeniería de confiabilidad y la gestión de activos?

¿La información de las actividades de mantenimiento es debidamente registrada en el sistema de gestión CMMS o ERP/EAM?

¿Cómo las organizaciones están implementando sus soluciones de IA para análisis de fallas sin tener datos confiables?

Es pertinente detenerse en este punto para realizar un análisis concienzudo de la situación.

Si bien los CMMS y ERP/EAM han mejorado la gestión de mantenimiento y confiabilidad, su efectividad depende de una correcta implementación y uso del sistema. A pesar de los beneficios, no siempre se registran correctamente las actividades de mantenimiento y fallas en los sistemas; es por esto que, sin una adecuada disciplina en el registro de datos, las empresas pierden oportunidades de optimización y reducción de costos.

En algunas organizaciones, generar un informe a partir de la información registrada en el CMMS o en el ERP/EAM, se vuelve una *tarea traumática*, dado que, en la mayoría de los casos falta completitud en los datos o estos no son registrados adecuadamente; ahora, ni qué decir de, obtener datos de estos sistemas de información, para llevar a cabo estudios o análisis de confiabilidad.

Aun así, algunas organizaciones logran implementar soluciones tecnológicas sin propiciar una cultura del dato, a través de estrategias, tales como:

- *Enfoque en automatización y eficiencia operativa.* Muchas empresas implementan tecnologías disruptivas (como IA, blockchain o IIoT) con el objetivo de mejorar la eficiencia sin necesariamente enfocarse en los datos. Se centran en la automatización de procesos para reducir costos y tiempos, aunque sin aprovechar completamente el potencial analítico.

- *Adopción impulsada por proveedores y consultores.* Sin una cultura del dato, las empresas suelen depender de proveedores externos o firmas consultoras para implementar nuevas tecnologías. Estos actores proporcionan soluciones *llave en mano*, pero sin un cambio organizacional profundo, lo que limita el impacto a mediano y largo plazo.

- *Casos de uso específicos y aislados.* Las tecnologías disruptivas pueden implementarse en áreas concretas sin una estrategia de datos unificada.

- *Decisiones basadas en liderazgo o intuición y no en datos.* Cuando falta la cultura del dato, la implementación de tecnología depende más de la visión y experiencia de los líderes que del análisis de datos. Esto puede generar inversiones en herramientas innovadoras sin una estrategia de adopción clara.

- *Transformación tecnológica sin transformación cultural.* Algunas organizaciones implementan tecnologías avanzadas sin transformar su cultura. Esto lleva a subutilizar herramientas y datos, o incluso a

su rechazo por parte de algunos de sus colaboradores.

Gestión de los datos

La gestión de datos es un componente esencial en la aplicación de las técnicas de la ingeniería de confiabilidad. Al recopilar y analizar datos de manera efectiva, las organizaciones pueden anticiparse a las fallas, optimizar los planes de mantenimiento y tomar mejores decisiones sobre el ciclo de vida y la confiabilidad de sus activos. Adoptar una cultura del dato y enfrentar los desafíos asociados, son pasos clave para aprovechar al máximo las oportunidades que ofrecen las tecnologías actuales y las que están en desarrollo.

Sin embargo, para extraer todo el valor de los datos, es necesario tratarlos mediante procesos de analítica que ayuden a sacar conclusiones, convirtiendo los *datos* en *información*, esta información en *conocimiento* y finalmente, el conocimiento, se transforma en *decisiones*. Esto es lo que se conoce como el modelo DIKW o la pirámide DIKW, el cual es un concepto, que permite que las organizaciones realmente aprendan e implementen modelos basados en su propia experiencia y que les sea de utilidad.



Figura 5. Pirámide de DIKW
Tomado de: canva.com/design

En este modelo, los *datos* constituyen la base, ya que representan los elementos sin procesar. A medida que se sube de nivel, los datos se convierten en *información* a través de la contextualización adecuada; posteriormente en *conocimiento*, cuando se identifican patrones útiles para la organización y finalmente en *sabiduría (decisiones informadas)* cuando se toman decisiones *inteligentes y estratégicas* basadas en el conocimiento adquirido.

Calidad del dato

Un dato de calidad es aquel que es preciso, relevante y accesible para la toma de decisiones estratégicas. Para que los datos sean considerados de alta calidad, deben cumplir ciertos criterios, tales como: precisión, exactitud, completitud, consistencia; además, deben ser sin sesgos, actualizados, y accesibles.

Ahora, es importante revisar rápidamente, algunos pasos requeridos para garantizar la calidad del dato.

1. Recolección de datos
2. Almacenamiento
3. Limpieza y preprocesamiento
4. Análisis e interpretación
5. Visualización y contar la historia
6. Gestión de la seguridad
7. Actualización y mantenimiento

Si no se dispone de datos confiables, las soluciones implementadas, tampoco lo serán. Porque antes de entrenar cualquier modelo, hay que conocer los datos y para conocerlos, hay que disponer de ellos y generar la cultura del dato. En este punto es importante resaltar que *es preferible un modelo pobre con datos excelentes que un excelente modelo, con datos pobres.*

Cultura del dato

La cultura del dato es un enfoque organizacional en el que las decisiones se toman basadas en información objetiva, relevante y el análisis de datos, en lugar de intuiciones o suposiciones. Se trata de un cambio de paradigma que promueve el uso intensivo de datos en todos los niveles de la compañía, fomentando la transparencia, la responsabilidad y la toma de decisiones informadas.

Conclusiones

La incorporación de tecnologías disruptivas en la ingeniería de confiabilidad y la gestión de activos industriales está transformando la manera en que las organizaciones recopilan, analizan y utilizan los datos para la toma de decisiones. Sin embargo, a pesar de los avances tecnológicos y el creciente acceso a herramientas basadas en Inteligencia Artificial (IA), Industrial Internet of Things (IIoT), Big Data y otras innovaciones, la efectividad de estas soluciones sigue estando condicionada por la calidad y disponibilidad de los datos, así como, por la cultura organizacional en torno a su gestión.

El futuro de la ingeniería de confiabilidad no está en reemplazar el análisis humano con tecnología, sino en utilizar herramientas avanzadas para mejorar la toma de decisiones y optimizar la gestión de activos.

Sin una base sólida de datos confiables y una cultura organizacional alineada con su uso, incluso las mejores soluciones tecnológicas no generarán el valor esperado.

Aileen Diane Pusey Mitchell. Ingeniera electrónica - *IAM certificate*; con especialización en evaluación y gerencia de

proyectos y maestría en ingeniería industrial. Tiene formación como evaluadora de competencias, auditora de sistemas integrados de gestión y gestión de activos; y estudios en *ciencia de datos*. Actualmente, adelanta un doctorado en *ingeniería informática*. Con más de 25 años de ejercicio profesional, aplicado en diferentes cargos e industrias, tales como: la de dispositivos electrónicos, plásticos, bebidas y petróleo y gas. Es formadora de formadores, docente universitario, asesora y consultora independiente. Autora y coautora de varios documentos técnicos, desarrollados en el segmento refinación de la industria de petróleo y gas. Autora del libro *Ingeniería de Confiabilidad: desde el piso de planta hasta la estrategia organizacional*, lanzado en 2023.

Nombre: Aileen Diane Pusey Mitchell

Teléfono:

a. Celular: 3112786879

Dirección:

a. Residencia: Cra. 19 No. 62-19 B. Parnaso

b. E-mail: adjane0720@gmail.com

c. Ciudad: Barrancabermeja

d. País: Colombia