

Título del trabajo: Presente y futuro de la contabilidad de Gestión: la inteligencia artificial y el análisis de situaciones complejas

AUTORES:

****CR. MARTIN VELARDE ROSA**
URUGUAY
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
crmvelarde@gmail.com

****CR. EDUARDO MONTICO RIESCO**
URUGUAY
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
EMONTICO@CAAMEPA.COM.UY

PALABRAS CLAVE

#COMPLEJIDAD
#INTELIGENCIA ARTIFICIAL
#CONTABILIDAD DE GESTION
#ALGORITMOS

**TEMA DEL TRABAJO: Costos en los nuevos modelos de
negocios: nuevas tecnologías de información.**

SINTESIS

Nos encontramos ante un mundo cambiante, en permanente crisis, en tres años nos enfrenamos a una pandemia, el inicio de una guerra en Europa, precios del petróleo negativos y otras tantas situaciones más. Esto genera movimientos en las distintas variables macroeconómicas y como correlato en las variables que manejamos en la empresa.

Nuestra pregunta es si las herramientas de gestión que usamos actualmente están aptas para esta situación, ¿las mismas son capaces de detectar los cambios que se producen? ¿Somos capaces de percibir las relaciones entre los distintos factores que influyen en dichas variables? Creemos que No.

Entonces ¿nos pueden ayudar las nuevas herramientas de Inteligencia Artificial?

Podemos detectar los “movimientos sísmicos” en la economía o simplemente debemos dedicarnos a “reparar” el daño. Nuestra respuesta es que Si.

ÍNDICE

CAPITULO 1: SOBRE LA CONTABILIDAD DE GESTIÓN, DEFINICIÓN, PRESENTE Y FUTURO 3

1.1. Hablando de gestión empresarial ¿Por qué la disciplina se encuentra en el ámbito de la contabilidad? 3

1.2. Algunas definiciones de contabilidad de gestión o gerencial..... 4

1.3. Las herramientas de la contabilidad de gestión: evolución y presente. 5

1.4. Las herramientas de la contabilidad de gestión: presente y futuro próximo..... 6

CAPITULO 2: LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y EL ANÁLISIS DE SITUACIONES COMPLEJAS..... 9

2.1. análisis profundo de la información – sistemas complejos – el comienzo.... 9

2.2. El Azar Salvaje 11

2.3. Un Nuevo Paradigma – No Descartar Los “Outliers” 15

2.4. Análisis Exploratorio De Datos – El Descubrimiento 15

2.5. Las Herramientas... ¿Solo Una Idea? 16

2.5.1. Análisis De Factores 16

2.5.2. Análisis De Una Variable 16

2.5.3. Análisis De Perfiles 17

2.5.4. Variación De Tendencias..... 17

2.5.4. Evolución De Cada Factor De Cada Variable 17

3. CONCLUSIONES 18

BIBLIOGRAFIA..... ¡Error! Marcador no definido.

CAPITULO 1: SOBRE LA CONTABILIDAD DE GESTIÓN, DEFINICIÓN, PRESENTE Y FUTURO

1.1. Hablando de gestión empresarial ¿Por qué la disciplina se encuentra en el ámbito de la contabilidad?

En el ámbito de la práctica empresarial (no así en la academia) hay una creencia generalizada que primero surgió la contabilidad financiera, o como también se la puede denominar contabilidad para terceros y en forma posterior fue surgiendo la necesidad de obtener información para la gestión interna, naciendo así la contabilidad de gestión o gerencial, y en realidad no es exactamente así. Ese pensamiento quizás se funda en la realidad de nuestros días cuando ambos segmentos de la contabilidad están bastante bien diferenciados, pero eso no fue así desde sus orígenes.

El problema de esta dicotomía actual creemos que se basa en que en un muy alto porcentaje de los profesionales cuando se hace referencia a la contabilidad, consciente e inconscientemente, piensan en el proceso contable que finaliza con la emisión de los Estados Contables, es decir, en contabilidad financiera, lo cual está generalizado incluso a actores externos fuera de los contadores públicos, como ser los Gerentes, Directivos y otros dirigentes de empresas.

A todas luces, se pudo apreciar que lo anterior no es correcto ya que el ámbito de la contabilidad no tiene solo por objeto el aspecto financiero, sino que es mucho más amplio. Quizás, el financiero sea uno de los segmentos que a lo largo del siglo XX y hasta nuestros días ha sido más regulado con normativa internacional y al que más se han dedicado los planes de estudio, pero de ningún modo es exclusivo objeto de la disciplina contable.

En este sentido vemos en las definiciones de autores de Hispanoamérica que contabilidad hace referencia a una ciencia o una técnica con un sentido que ampliamente sobrepasa el objeto estrictamente financiero.

En Tua Pereda encontramos que se refiera a ella como una disciplina científica, la más destacada dentro de las aplicaciones económicas y que tiene capacidad de **satisfacer las necesidades** (no habla que solo financieras) de los usuarios para facilitarle la toma de decisiones.

Cañibano se refiere a ella expresando que brinda información económica en términos cuantitativos a todos sus niveles organizativos (ver no solo al segmento financiero), entre otros, con el fin de facilitar la tarea de brindar información para la toma de decisiones no solo financieras sino también, expresa: “...de *planificación y control internas*...”

García García la caracteriza como: “... *herramienta auxiliar para la organización económica de las sociedades modernas*...” lo cual es mucho más amplio que referirse al área estrictamente financiera.

Fernández Cuesta expresa que el objeto material hace referencia a la realidad socioeconómica (no solo económica) y el objeto formal es el “...*conocimiento **cualitativo y cuantitativo** de dicha realidad*...” (subrayado nuestro), el cual es muy superior al ámbito solo financiero.

García Casella relaciona directamente a la contabilidad con la gestión empresarial proyectando su actividad “...*en vistas del cumplimiento de las metas organizacionales a través de sistemas basados en un conjunto de **supuestos básicos y adecuados a cada situación***...” El subrayado y restado son nuestros, pues hace referencia a actividades que son propias de otros segmentos de la contabilidad que no es solo la financiera.

Con esto queda claro que referirse a la contabilidad está muy lejos de referirse solo al segmento financiero, sino que quien dice Contabilidad se refiere a una

ciencia o una técnica con un alcance infinitamente mayor que el aspecto financiero.

1.2. Algunas definiciones de contabilidad de gestión o gerencial

Reafirmando que la contabilidad de gestión pertenece a la disciplina Contabilidad, veamos algunas de las varias definiciones existentes sobre la misma, a la cual se la encuentra denominada, entre otras, también como contabilidad gerencial o contabilidad directiva:

Según **Velasquez Peralta**¹ la contabilidad gerencial “...es un método de colección de información y su correcta interpretación para que los accionistas, gerentes, propietarios, administradores adopten decisiones correctas con la intención de utilizar con eficacia los recursos de la empresa, optimizando la generación de valor...”

Esteban, Luisa² del Dpto de Contabilidad y Finanzas de la Universidad de Zaragoza expresa que “...En el documento numero 1 de la comisión de Contabilidad de Gestión de las Asociación Española de Contabilidad y Administración de empresas, define a la contabilidad de Gestión así: Es una rama de la contabilidad que tiene por objeto la captación, medición y valoración de la circulación interna, así como su racionalización y control, con el fin de suministrar a la organización la información relevante para la toma de decisiones...”

En la UT 1 de la materia Contabilidad de Gestión de la Unidad Académica Costos y Gestión de la Unviersidad de la Respublica – Facultad de ciencias económicas de Uruguay, se cita a **ACODI** (Terminología oficial de contabilidad directiva, 2001) expresamente:” ... La contabilidad directiva o de gestión es la aplicación de los principios de contabilidad y de gestión financiera para crear, proteger, preservar e incrementar el valor, así como distribuirlo (sic) entre las partes interesadas en empresas con ánimo de lucro o sin él, tanto las de carácter público o privado. La contabilidad de gestión es una parte integrante de la gestión. Requiere, por tanto, la identificación, generación, presentación, interpretación y uso de información relevante de los siguientes campos:

- Formulación de la estrategia de los negocios
- Planificación y control de actividades
- Toma de decisiones
- Uso eficiente de los recursos
- Mejora en la ejecución de los planes
- Salvaguarda de los activos tangibles e intangibles
- Gobiernos y dirección corporativa y control interno...”

Serveleon, Mina-Balanta³ cita a **Mallo, Kaplan, Meljem & Gimenez, 2002**, expresando:”...podemos observar que ésta (refiriéndose a la contabilidad de gestión) conforma un sistema de información interna que busca alcanzar el suministro continuo de referentes necesarios para realimentar el control, mediante el análisis y utilización de las transacciones económicas reales, para ayudar a organizar las bases de información que permitan la indagación de datos en conocimiento útil para comprender sistemáticamente el comportamiento interno de la organización y facilitar la toma de decisiones a los gestores de todos los niveles...”

Podríamos seguir citando muchas más definiciones, alcances y objetivos de la contabilidad de gestión expresadas por muchos académicos y referentes de estudio, pero entendemos que también podríamos resumir su esencia en las palabras expresadas por el último autor citado (Mina-Balanta; 2014):

¹ Velásquez Peralta, N. (2019). Contabilidad Gerencial.

² Esteban Salvador, L. (2019). La contabilidad de gestión como herramienta para la toma de decisiones.

³ Mina-Balanta, S. (2014). Ética y contabilidad de gestión. Un camino posible hacia el logro de objetivos: A Possible Road toward the Achievement of Objectives. *Cuadernos de Contabilidad*, 15(SPE39), 807-828.

“...Desde la experiencia y el aporte de estudiosos como Graham Mott (1997), Calos Mallo, Robert S. Kaplan, Sylvia Meljem y Carlos M. Giménez (2002) Ángel Sáez-Torrecilla, Antonio Fernández-Fernández y Gerardo Gutiérrez Díaz (2004) y Gladys Carrillo Rojas (2004), entre otros, la contabilidad de gestión puede ser vista como la principal herramienta para el control, generación de políticas, cumplimiento de metas y actividades internas de la empresa, mediante la adecuada planificación recolección, ordenamiento, análisis, interpretación, resumen y registro de la información necesaria para facilitar la oportuna y acertada toma de decisiones en las organizaciones de producción de bienes y/o servicios...”

Con todo lo anterior queda claro el variado y profundo ámbito de aplicación y el ambicioso fin que persigue la contabilidad de gestión en la vida de cualquier tipo de empresa o institución.

1.3. Las herramientas de la contabilidad de gestión: evolución y presente.

Si bien durante los siglos XVIII y hasta mediados del XIX la contabilidad de gestión fue evolucionando, podemos afirmar que a partir de los años 80 y 90 del siglo XX hubo una transformación total de la misma a punto de partida de los cambios y transformaciones mundiales.

La demanda de productos dejó de ser exclusivamente una demanda que se podía satisfacer con producción en masa. Ahora ya el cliente solicitaba productos y paso a ser el que “manda” en la relación ya que la competencia (mundial) le ofrecía lo que él necesitaba, entonces las empresas comenzaron a tener un cambio en la forma de producción; la competitividad aumentó y a su vez entró en el escenario la calidad y sus costos. De pronto el competidor no estaba ni en el mismo Estado ni en el mismo país e igual podía satisfacer las demandas de mis potenciales clientes. La comunicación se agilitó cada vez más y pronto los clientes accedieron a la información mundial desde sus domicilios. El precio por tanto ya no se fijaba en base a los costos, sino que era el mercado el que lo fijaba. De repente tener inventario, tanto de materia prima como de productos terminados ya no era lo mejor.

Las empresas, si querían sobrevivir, tenían que adaptarse a este nuevo mundo que, en menos de 20 años, se había transformado totalmente. Obviamente hubo que cambiar las formas de captar clientes, de mantenerlos, de adecuar los métodos de producción, de hacer hincapié en la calidad.

La contabilidad de gestión, basada en la contabilidad de costos en un ambiente de producción en masa y unos pocos indicadores ya no fue suficiente y a partir de las últimas décadas del siglo XX comienza a brindar información de gestión con un avance muchísimo mayor del que tuvo en los 80 años anteriores.

Es así que desde aquella época hasta hoy se han puesto en funcionamiento las herramientas que conocemos por su aplicación en la práctica así como porque ya forman parte de los programas de estudios del profesional en gestión, dentro de las cuales encontramos: diferentes modelos y sistemas de costos; sistemas de costos por actividades (ABC), presupuesto por actividades (ABM), Costeo por objetivos, el presupuesto base cero y el basado en la información anterior y todo el control presupuestario, el análisis marginal (incluido todo el herramental costo-volumen- utilidad: distintos puntos de equilibrio, decisiones de hacer o comprar, decisiones con limitaciones en el nivel de producción, etc.); dentro del planeamiento estratégico el Cuadro de Mando Integral (CMI o BSC) – y si la empresa no tiene planeamiento estratégico se encuentran los cuadros de KPI que la Dirección haya determinado en cada nivel decisorio como relevantes para la gestión-; sistemas de control de la gestión; relacionados con los sistemas de producción podemos encontrar las siguientes técnicas: JIT, sistemas de planificación de necesidades de material (MRP), tecnologías de producción óptima (OPT) – Teoría de las restricciones, sistemas de fabricación

flexibles (FMS); Reingeniería; sistema de control de la calidad total (TQM); Benchmarking; en los últimos tiempos la gestión medioambiental.

Estas son algunas de las herramientas con que cuenta la contabilidad de gestión en la actualidad para cumplir su objetivo de brindar información a los directivos, gerentes, asesores y todo el personal que lo necesite dependiendo del nivel donde se encuentra en la organización, pero no podemos terminar este acápite sin mencionar una herramienta que sin dudas vincula el estado actual de la contabilidad de gestión con las perspectivas futuras: los desarrollos informáticos. Las herramientas anteriores obviamente se pueden llevar a cabo incluso con sistemas informáticos no muy avanzados y así se ve en muchas empresas en nuestro país, pero no cabe la menor duda que las tecnologías de la información han avanzado a niveles que reducen los tiempos de análisis y – bien desarrollados – brindan una confianza que no logra dar la información recolectadas en planilla o sistemas extra-contables.

Pensamos – sin temor a equivocarnos – que las anteriores herramientas complementadas adecuadamente con las tecnologías de la información actuales potenciarán lo que hoy llamamos contabilidad de gestión, imprimiéndole a la misma un cambio incluso mayor al experimentado desde los años 80-90 del siglo XX.

1.4. Las herramientas de la contabilidad de gestión: presente y futuro próximo

Hace muy pocos años era difícil creer la realidad que vivimos hoy. Íbamos al médico y escribía en papel; la historia clínica electrónica parecía lejana, sin embargo, hoy ya es un hecho y es posible que en breve accedamos a ella en línea. Si se trata de comprar, hace años nos teníamos que conformar con buscar en el mercado local y si venía del exterior demoraba tiempo y era necesario comprar a través de alguien; hoy antes de buscar lo que queremos comprar, internet es la que nos dice dónde está lo que queremos y cuanto sale, compramos en cualquier lugar del mundo desde la comodidad de nuestro domicilio y en cuestión de pocos días ya tenemos el artículo en nuestras manos. El mundo de las App ha hecho que desde nuestro celular podamos comprar, contratar, mirar lo que queramos con un solo click. Las comunicaciones a través de las redes sociales han explotado y estamos en línea 24 x 7, totalmente informados de lo que pasa a cada segundo. Ya casi no compramos los discos de nuestros artistas predilectos porque estamos suscriptos a plataformas digitales que por una cuota mensual ponen a disposición toda la música que queramos; lo mismo para las películas. Hoy las nuevas generaciones están acostumbrados a la automatización: hacen los pedidos por celular, van a locales de comida y solo pasan al mostrador a levantar el pedido porque ya lo hicieron electrónica o directamente no se mueven de su casa. Las facturas entre las empresas ya casi no se imprimen porque las recibimos digitalmente.

Para satisfacer a estos clientes en este “nuevo mundo”, así como la atención al cliente ha cambiado, también lo han hecho las tecnologías de producción para dar respuestas. Hoy las empresas todas tratan de aplicar la inteligencia industrial a sus planas de producción para mejorar la competitividad, aumentar la rentabilidad y agregar valor. En muchos aspectos se habla de una nueva era en la fabricación a la que han denominado Industria 4.0, haciendo referencia a que estaríamos avanzando hacia la cuarta era de la revolución industrial. La primera “...fue la aplicación del vapor a la producción mecánica...”; la segunda fue “...la producción masiva basada en la electricidad...” y la tercera “...de la mano de la informática, comienzan a programarse las máquinas, lo que desemboca en una progresiva automatización...”⁴

Desde hace años estamos atravesando la 3er revolución industrial que es la informática y la automatización – ya no solo de los procesos fabriles sino casi

⁴ <https://www.iberdrola.com/innovacion/cuarta-revolucion-industrial>

todos los que se dan en la empresa - y en los albores de la 4ta, la cual con las tecnologías 5G se llevaría a cabo en pocos años.

Hoy encontramos, entre otras, las siguientes técnicas y avances tecnológicos que mejoran sustancialmente la producción, la productividad y los procesos empresariales y quien no las aplique seguramente verá disminuida su participación en el mercado:

- Digital manufacturing. La fabricación digital es la evolución de las técnicas de producción que se mencionaron anteriormente adecuadas al avance tecnológico. Veamos esta definición que encontramos en la página de Siemens⁵: *“...La fabricación digital consiste en el uso de un sistema integrado y asistido por ordenador compuesto por herramientas de simulación, visualización en 3D, análisis y colaboración con el objetivo de crear definiciones de procesos de producto y de fabricación simultáneamente. La fabricación digital es la evolución de iniciativas de fabricación como el diseño para la capacidad de fabricación (DFM), la fabricación integrada por ordenador (CIM), la fabricación flexible y la fabricación optimizada, que ponen de relieve la necesidad de un diseño colaborativo de productos y procesos. Muchos de los beneficios a largo plazo de la gestión del ciclo de vida del producto (PLM) no se pueden alcanzar sin una estrategia de fabricación digital completa. La fabricación digital es un aspecto clave de la integración entre la PLM y las aplicaciones y los equipamientos de la planta de producción que permite el intercambio de información relacionada con el producto entre los grupos de diseño y de fabricación. Esta coordinación permite a las empresas de fabricación lograr los objetivos de tiempo de comercialización y de volumen, así como ahorrar costes gracias a la reducción de los costosos cambios finales...”*

- Internet de las cosas, o conocida por sus siglas en inglés IOT. María García, especialista en el área de Development & Integration de Deloitte España, en su artículo IOT – Internet Of Things expresa: *“...La definición de IoT podría ser la agrupación e interconexión de dispositivos y objetos a través de una red (bien sea privada o Internet, la red de redes), dónde todos ellos podrían ser visibles e interaccionar. Respecto al tipo de objetos o dispositivos podrían ser cualquiera, desde sensores y dispositivos mecánicos hasta objetos cotidianos como pueden ser el frigorífico, el calzado o la ropa. Cualquier cosa que se pueda imaginar podría ser conectada a internet e interaccionar sin necesidad de la intervención humana, el objetivo por tanto es una interacción de máquina a máquina, o lo que se conoce como una interacción M2M (machine to machine) o dispositivos M2M...”*

- Inteligencia artificial. Es donde actualmente se están dando los mayores desarrollos – robotización, automatización - y es sin duda el futuro próximo. La inteligencia artificial trata sobre como las tecnologías comienzan a ser independientes, a tomar conciencia del entorno, a aprender de él y posteriormente -quizás - tomar decisiones, o por lo menos brindar al decisor información oculta a su vista y análisis. Hay tres formas en que IA puede aplicarse. La primera, llamada inteligencia asistida es la que por hoy más se está aplicando; es la que permite la automatización de procesos rutinarios, repetitivos. La vemos en líneas de producción y también en ambientes administrativos de procesos que repiten actividades continuamente. Hoy en día se está usando también con el relacionamiento con el cliente. La inteligencia aumentada es un paso más que la anterior, pues a través de los datos recogidos permite visualizar cuestiones que humanamente son difíciles de detectar y actuar en consecuencia – como decíamos anteriormente, esto es lo que hace que hoy en vez de salir al mercado a buscar lo que quiero, en función de mis gustos, me proponen comprar determinado artículo, ver determinada película, etc.-. Por último, la inteligencia autónoma, que es aquella que cumple con la definición de inteligencia artificial, pues las máquinas toman conocimiento del

⁵ (<https://www.plm.automation.siemens.com/global/es/our-story/glossary/digital-manufacturing/13157>)

entorno, aprenden, y van mejorando día a día, transacción a transacción hasta realizar el proceso – el que sea – de la mejor manera posible.

Todo esto trae aparejados nuevos modelos de negocios donde la customización del producto a través de procesos de producción on demand totalmente automatizados será la nueva experiencia y es lo que marca el norte de la gestión empresarial y es lo que constituye un reto para la disciplina.

Esta es la nueva realidad – muy resumida, por cierto – de las empresas, es el nuevo ambiente en el que se mueven y requieren información calificada para la toma de decisiones. ¿Está la contabilidad de gestión, con todas sus técnicas y herramientas, a la altura para cumplir con su objetivo principal de brindar información a los responsables de dirigir las empresas en estos tiempos de cambios?

Esta respuesta, para nosotros, se divide en dos grandes partes: a. sobre los objetivos que se plantea cada herramienta del elenco que vimos que conforman el ámbito de la disciplina y b. el cambio en el análisis de los datos que usan aquellas.

Respecto a las metodologías de aplicación de las herramientas, conceptualmente, en general, pensamos que en su mayoría no han perdido vigencia. Pensemos en el análisis marginal, en los diversos modelos y sistemas de costos y técnicas de costeo, en diversas técnicas relacionadas con la producción como el JIT, en el BSC ... sus filosofías, fundamentos, objetivos creemos que son de vigencia; algunas técnicas que en el entorno del 2000 eran una innovación ahora quizás ya fueron alcanzadas por la tecnología y fueron actualizadas – como vimos capacidad de fabricación, fabricación flexible y optimizada, etc. – pero en general mantienen – tecnología mediante - su plena vigencia.

Sin embargo, el cambio no radica en las herramientas sino en los datos / información de que se van a nutrir las mismas y en el tiempo de reportear, y en este sentido sí va a impactar enormemente – ya lo está haciendo – en la Gestión.

Data Science, Bigdata, data mining, inteligencia artificial, ahí radica el cambio que pensamos la contabilidad de gestión tiene que observar y afrontar; actualizarse para poder cumplir con su objetivo primordial de brindar información.

Los conceptos mencionados en el párrafo anterior han cambiado la metodología de análisis de datos, pues en realidad con todas las herramientas que tenían disponible los gestores lo que hacían era ir a buscar determinada información que conocían y trataban de relacionarla (básicamente a través de indicadores) pero no podían buscar lo que no conocían y esta es la gran virtud del avance tecnológico mencionado hasta ahora: la inteligencia artificial brinda información que el humano no puede detectar o relacionar por sí mismo y los muestra mucho antes que impacte en un indicador – si impacta -. (complexus analytics, 2019)

Cualquier definición de esos términos tiene en común, entre otras:

- Grandes volúmenes de datos, muy variados, que se reciben y se analizan a una gran velocidad por aplicaciones informáticas;
- Se utilizan métodos científicos para dichos análisis;
- Se trata de descubrir patrones de comportamiento;
- Aprendizaje automático

¿Qué es lo que normalmente hacemos los gestores, los directores, los responsables de área para ir testeando la realidad respecto a los objetivos? Manejamos indicadores. La pregunta es ¿los indicadores reflejan la realidad?

La respuesta es que los indicadores reflejan la realidad que quisimos ver cuando los creamos y por lo general se basan en promedios, pero verdaderamente muchos de los que utilizamos nos hacen sentir que estamos mirando un promedio que no es representativo de la realidad. En el caso de la salud, por ejemplo, cuando miramos el costo promedio por paciente estamos mirando justamente un promedio, cuando en realidad el tratamiento del paciente depende de su enfermedad y su costo no es lo mismo si es enfermo cardíaco o si tiene una gripe o es trasplantado renal, por tanto, ese promedio no es indicativo de mucho. Es que a pesar de que sabemos que la media no es representativa cuando la producción no es en masa, igual seguimos analizándolo así. Lo mismo con el resto de los indicadores del sector, todos promedios: consultas por afiliado, recetas por consulta, estudios por consultas, medicamentos por consultas, días de internación, costo por día de internación, porcentaje de mortalidad, etc.

Lo mismo en cualquier otra rama de la economía, generalmente usamos indicadores en forma agregada. Si hablamos de costos de productos o servicios también, en general es información agregada. Todos sabemos las virtudes y también defectos de los promedios. Hay estudios que demuestran que es imposible que los mismos sean representativos de la realidad, ya si pensamos en la regla de Pareto, nos damos cuenta de que en la realidad el promedio no es una medida adecuada para gestionar.

¿Por qué usábamos entonces los indicadores basados en promedios? Por una sencilla razón: en general no teníamos otra información más desagregada, es decir, no teníamos acceso a datos puntuales, o si los teníamos no teníamos herramientas que nos permitieran manejarlos ni tecnologías que nos ayudaran a analizarlos.

Esto es lo que en los últimos tiempos experimentó un cambio significativo, es la gran virtud del avance tecnológico antes referenciado. Las nuevas herramientas le imprimen un significativo cambio a la gestión permitiendo no solo tener datos en tiempo real sino, como se expresó más arriba, nos permiten observar situaciones y tendencias que de otra manera no se podrían ver.

Esto permite a la empresa – como expresa el Ing. Justo Miranda- tomar acciones para adaptarse a la realidad y responder adecuadamente a los cambios, no solo saber que pasó, sino que es lo que ahora está pasando para que nos permita cambiar los cursos de acción. Normalmente los cambios de tendencia no se notan inmediatamente, y el tiempo que pasa hasta que se descubren vale oro, pues durante el mismo quien descubra la tendencia podrá ser el primero en liderarla; tendrá la posibilidad de ganar mercado, de aumentar rentabilidades, etc. En estos tiempos ya no está permitido un proceso de cambio de largo aliento, la realidad de las empresas es ultra dinámica y no adaptarse rápidamente podría significar no solo la reducción de la cuota de mercado sino incluso la quiebra.

CAPITULO 2: LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y EL ANÁLISIS DE SITUACIONES COMPLEJAS.

2.1. análisis profundo de la información – sistemas complejos – el comienzo....

A través de la historia se han dado una serie de cambios en el entorno de las empresas, estos cambios han aumentado su frecuencia e intensidad, basta solamente pensar en los últimos años, nos hemos enfrentado a una Pandemia que paralizó el mundo, a precios del petróleo que se tornaron negativos, a crisis de los mercados y hoy a una guerra en Europa con amenazas de conflicto nuclear. ¡¡Impensable!!

Estos cambios generan un gran impacto en las variables macroeconómicas, que se transmiten en toda la Economía a través de “ondas expansivas” que sacuden e impactan a todas las empresas, es una especie de “efecto dominó” que termina derrumbando a las economías y a sus organizaciones.

A pesar de esta situación, las bases en las que se sustenta el desarrollo de Sistemas de Información, hasta ahora, no han tomado en cuenta este tipo de cambios.

Trabajan bajo el supuesto que las empresas son capaces de adaptarse a los mismos, en suma, que de alguna manera se vuelve al “equilibrio” y por tanto que los estados son “estacionarios”, una serie es **estacionaria** cuando es estable a lo largo del tiempo, es decir, cuando la media, varianza y covarianza son constantes en el tiempo.

De esa forma el control de Indicadores o KPIs se basa en el **control por realimentación** creado por Norbert Wiener a mediados del siglo XX, esto es, la **Cibernética**, denominada así la ciencia que estudia los sistemas de comunicación y de regulación automática de los seres vivos y los aplica a sistemas electrónicos y mecánicos que se parecen a ellos.

Estos principios fueron los fundamentos sobre la que se desarrolló la automatización industrial en la segunda mitad del siglo XX, asimismo, se constituyeron en la base para la gestión por indicadores (KPI = key performance indicators) y los Tableros de Mando, siendo Kaplan y Norton con su Cuadro de Mando Integral pioneros en este aspecto.

Los aportes de la Cibernética fueron relevantes en la década de los 80, pero la Teoría de la Complejidad dio un salto hacia adelante y agregó como objetivo el asegurar su adaptación a la **evolución**, de ese hecho, nació la idea de **aprendizaje**.

En 1952, Arthur Samuel escribe el primer algoritmo que es capaz de **aprender**; consistiendo éste en un programa que jugaba a las damas y mejoraba tras cada partida su jugaba.

Hoy ya no alcanza con asegurar que los sistemas respondan a los cambios del entorno, sino que además es **necesario implementar formas de aprendizaje**.

A nivel de Industria, como expresamos en el capítulo anterior, la incorporación de las capacidades de adaptación y aprendizaje permitió que los autómatas cibernéticos, se transformaran en las **máquinas inteligentes** que hoy constituyen cuarta revolución industrial.

“La Industria 4.0 implica la promesa de una nueva revolución que combina técnicas avanzadas de producción y operaciones con tecnologías inteligentes que se integrarán en las organizaciones, las personas y los activos.

Esta revolución está marcada por la aparición de nuevas tecnologías como la robótica, la analítica, la inteligencia artificial, las tecnologías cognitivas, la nanotecnología y el Internet of Things (IoT), entre otros”.

(<https://www2.deloitte.com/es/es/pages/manufacturing/articles/que-es-la-industria-4.0.html>)

Obviamente es fundamental que la gestión de las organizaciones lleve adelante un control a través de sus KPI, pero hoy la realidad exige ir más allá, **es necesario ser proactivos en lugar de reactivos**.

Además, agregada a esta situación, los KPI tienen como definición fundamental dar seguimiento a determinadas variables, analizar su evolución, compararlas, pero estas variables no actúan aisladamente, su variación es multifactorial, son influenciadas por diversos factores y éstas vuelven a influir sobre los mismos, es una especie de retroalimentación continua, es un Sistema donde las variables y sus factores influyen unos sobre otros y eso genera cambios, por

definición es un **Sistema Complejo**, con distribuciones “no normales”, esta situación generalmente no es contemplada.

Por otra parte, la gran mayoría de los KPIs son valores Promedios, por ejemplo, Costo Promedio, Clientes Promedio por Sucursal, Estadía Promedio, etc. etc. ya veremos la importancia de esto, no es nada menor, nada menor

2.2. El Azar Salvaje

Uno de los motivos por los que los indicadores tradicionales (KPIs) no aportan información suficiente para gestión, en ámbitos de situaciones la complejas, es que su cálculo se realiza en base al supuesto de que la realidad en la que se mueven las organizaciones está gobernada por una forma de **azar suave o benigno**. Pero los procesos complejos suelen estar gobernados por un azar de tipo salvaje que altera el sentido y significado de los KPI como se mostrará a continuación.

Benoit Mandelbrot (4), nacido en Varsovia el 20 de noviembre de 1924 dentro de una familia con cierta tradición académica, realizó en los años 60 un análisis detallado del precio del algodón en los mercados en la bolsa de valores. A través de este estudio efectuó varios descubrimientos entre los que se encuentra la concepción de la **matemática fractal** y la diferenciación de dos formas de azar a las que denominó respectivamente **benigno y salvaje**.

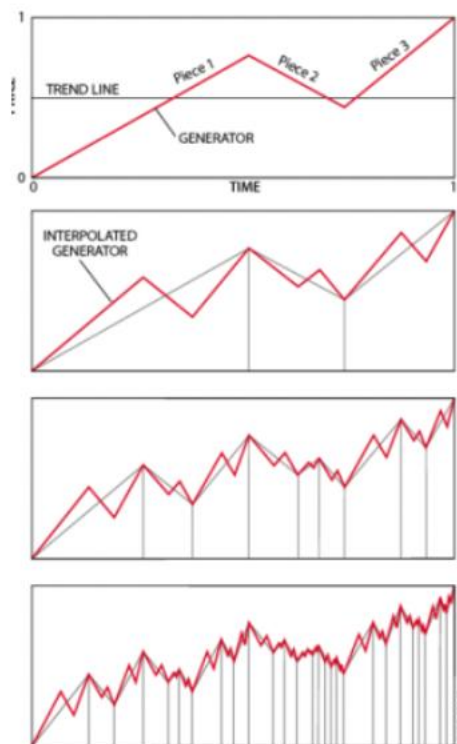
Mandelbrot pudo verificar con sus análisis, que los métodos estadísticos tradicionales, con sus cálculos de medias y desviaciones, no eran adecuados para estudiar los datos bajo análisis, dado que no cumplían los supuestos que ésta exige.

Así dijo: *“La gama de fenómenos naturales y sociales es infinita; las técnicas matemáticas susceptibles de dominarlas, muy poco numerosas. Ocurre así que fenómenos que nada tienen en común comparten una misma estructura matemática.”* (4)

“Una de las restricciones de los métodos estadísticos básicos es que los eventos que se analizan sean independientes entre sí. Esta condición se verifica en varios fenómenos físicos, pero no es común que se cumpla en las actividades humanas (a excepción de algunas situaciones muy particulares como los juegos de azar)” (1)

Por tal motivo la ciencia estadística tradicional ha realizado supuestos para no tener en cuenta estas restricciones a través de técnicas/métodos que solo exijan que los eventos sean **estacionarios**.

Esto es, cualquier cambio de los precios se tendría que **suavizar** rápidamente en pocos días. Mandelbrot halló que los datos que estudiaba no cumplían con ese requisito.



Las gráficas de la evolución de precios a escala logarítmica eran increíblemente similares en distintos períodos, mes, año, decenio y del siglo.

A este hecho, realmente singular, Mandelbrot la denominó **auto-semejanza** y es una propiedad de la geometría **fractales**. Es como si una gráfica estuviera “**dentro**” de la otra.

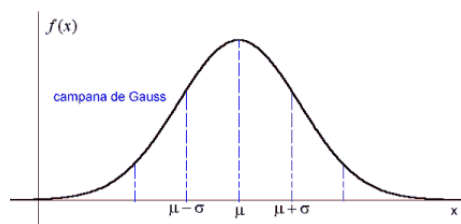
Asimismo, halló que las series de precios no tenían continuidad a lo largo de un período de tiempo, sino que halló “**fluctuaciones muy bruscas**”. Esto lo llevó al concepto de “azar salvaje”.

Entonces si se da el fenómeno del azar salvaje no se cumplen el **Teorema Central del Límite**, y por tanto las distribuciones no serían normales.

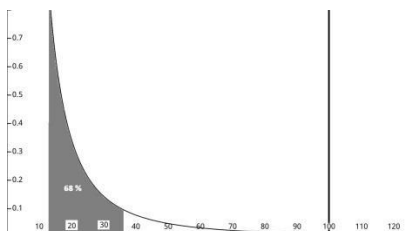
*“Mandelbrot encontró que en la serie de datos que estaba analizando estas acumulaciones producían una distribución de tipo **Pareto** (a la que denominó distribución de Lévy-Pareto)” (1)*

La distribución de **Pareto** debe su nombre a Wilfredo Pareto que estudió la distribución de la riqueza en Italia y encontró que el 20 % de la población concentraba el 80 % de la riqueza, se le llama Regla 80/20 y se cumple asombrosamente en múltiples situaciones, en especial donde la **Complejidad** impera.

Como verificación empírica de estos conceptos hemos realizado múltiples análisis en distintas variables que componen los gastos en instituciones médicas y los resultados son asombrosos, si bien los promedios en las distintas poblaciones analizadas, se podría decir que son bastante constantes, por ejemplo el Gasto Promedio en Estudios de Laboratorio, cuando se profundiza el estudio, ya sea desde el punto de vista del gasto o del médico que los solicita, encuentra que las distribuciones no son Normales o Gaussianas, esto es, hay un pequeño grupo de análisis, cerca del 20 % que representan el 80 % del gasto, existe un pequeño grupo de médicos, también cercano al 20 % que consumen el 80 % de los gastos en paraclínica y así sucesivamente, en suma las curvas no son Gauss.



Sino Pareto o Power Law



Si la distribución de los valores base para el cálculo de los indicadores tienen forma de campana, entonces en ese caso sería viable la aplicación de los promedios y sus desviaciones

Pero cuando no se dan situaciones de **azar benigno** las distribuciones de datos presentan otras formas. Una de las más habituales es la de Pareto, que veremos más adelante y en ese caso la media no se encuentra cerca de los valores probables.

Posteriormente, autores como Nassim Taleb (5) en su ensayo filosófico de cinco volúmenes sobre la incertidumbre, titulado Incerto, cubre los siguientes libros: Fooled by Randomness (2001), The Black Swan (2007-2010), The Bed of Procrustes (2010), Antifragile (2012) y Skin in the Game (2018) han llegado a conclusiones semejantes.

En dichas obras, Taleb maneja conceptos revolucionarios como: “Nosotros, los seres humanos, al afrontar los límites del conocimiento y las cosas que no observamos, lo oculto y lo desconocido, resolvemos la tensión embutiendo la vida y el mundo en ideas claras y trilladas, **en categorías reduccionistas, en vocablos específicos y en narraciones manidas** que, en ocasiones, tienen consecuencias explosivas “

El concepto fundamental de Taleb es que generalmente los seres humanos hacemos pronósticos de lo que va a ocurrir de acuerdo con nuestra experiencia de lo que ya ocurrió, pone como drástico ejemplo el del ganso que confía en la mano de quien le da de comer día a día, y un día llega el Día de Acción de Gracias, todos sabemos lo que pasó....

Proyectar el futuro de acuerdo a hechos pasados nos puede llevar a consecuencias catastróficas, en especial en un mundo cambiante, dinámico, imprevisible...en tres años tuvimos una pandemia que paralizó el mundo, una guerra en Europa luego de años y años de paz, ¡¡y ahora la amenaza de una guerra nuclear...Terrible!!

Por otro lado, Taleb, imagina dos escenarios posibles, Mediocristán y Extremistán, en el primero, es el mundo de lo previsible, donde no hay grandes cambios, donde los promedios funcionan, donde lo pasado puede utilizarse para predecir el futuro, el otro es el mundo de lo incierto, de los cambios abruptos, de la incertidumbre...ahí habitan **los cisnes negros**.

Para Taleb los “cisnes negros” son una metáfora que describe un suceso sorpresivo (para el observador), de gran impacto socioeconómico y que, una

vez pasado el hecho, se racionaliza por retrospección (haciendo que parezca predecible o explicable, y dando impresión de que se esperaba que ocurriera).

El término cisne negro fue una expresión latina, cuya referencia conocida más antigua proviene de la descripción de algo que hizo el poeta Juvenal, que es: *rara avis in terris nigroque simillima cygno*, cuya traducción en español significa "un ave rara en la tierra, y muy parecida a un cisne negro".

Cuando la frase fue acuñada, se presumía que el cisne negro nunca existió. La importancia del símil radica en su analogía con la fragilidad de cualquier sistema de pensamiento. La frase de Juvenal era una expresión común en el Londres del siglo xvi como una declaración de imposibilidad.

La expresión de Londres deriva de la presunción del Viejo Mundo de que todos los cisnes deben ser blancos, porque todos los registros históricos de los cisnes informaron que tenían plumas blancas.

En ese contexto, un cisne negro era imposible o por lo menos inexistente. Después de que una expedición holandesa, dirigida por el explorador Willem de Vlamingh en el río Swan, en 1697, descubrió cisnes negros en Australia Occidental, el término se transformó para denotar que una imposibilidad percibida podría ser refutada más tarde,

Taleb señala que en el siglo xix John Stuart Mill utilizó la falacia lógica del cisne negro como un nuevo término para identificar la falsificación (6)

El tema de fondo es que cada vez más se dan sucesos extremos, de alto impacto, por lo tanto, las hipótesis que rigen la Estadística Tradicional son difíciles de sustentar y si esto es así, los modelos que utilizamos no son aptos para gestionar, analizar, descubrir el comportamiento de nuestras organizaciones.

Junto con Taleb debemos mencionar a Todd Rose (7) en su trabajo *El fin de los promedios*, hace una fuerte crítica a la utilización de los promedios como forma de medir los datos de una población y para ello nos cita varios ejemplos, vamos a ver alguno de ellos

Rose relata que en el año 1960 la Fuerza Aérea de los EEUU no estaba obteniendo buenos resultados con sus pilotos de combate, en primer lugar, culpaban al entrenamiento recibido por estos, a los instrumentos, a los pilotos, etc. etc. Hasta que alguien se le ocurrió decir: el problema es que nuestros pilotos tienen diferentes dimensiones físicas, tenemos algunos altos, otros bajos, otros con más peso que otros y así sucesivamente, **hagamos una “cabina promedio”** así ajusta a todos.

La experiencia siguió con la medición de distintas “variables” físicas, altura, peso, longitud de los brazos, diámetros de las piernas, etc., etc. etc. de 4000 pilotos de la Fuerza Área de los EEUU, así construyeron la “cabina promedio” ... ¿el resultado? ¡No le sirvió a ninguno de los 4000!

¿Que implica esto? Que no existe el piloto promedio, no existe el cliente promedio, no existe el alumno promedio, como siguió investigando Rose, el mismo egresó con un GPA (GRADE POINT AVERAGE) de 0,99, este indicador va de 0 (Muy deficiente) a 4 (Sobresaliente), hoy es Profesor de Harvard.

En suma, el promedio es una medida que representa a un conjunto en general, pero a prácticamente ninguno de sus integrantes en particular.

Entonces, parece claro que ya sea por el imperio del azar salvaje al decir de Mandelbrot, por los cisnes negros de Taleb o por los hallazgos de Rose en los ámbitos de la enseñanza en los EEUU, la utilización de promedios como herramientas de medición, de detección de situaciones incipientes de alto impacto, podrían ser no adecuados. En el próximo capítulo expondremos nuestra propuesta...

2.3. Un Nuevo Paradigma – No Descartar Los “Outliers”

“Los datos provenientes de sistemas complejos presentan algunas características que dificultan su análisis. Por ejemplo, contienen “discontinuidades, saltos y rupturas”, así como “eventos únicos y discretos, que no siguen un patrón universal claro que pueda decodificarse matemáticamente de manera inmediata”. Además, se producen bajo la influencia de un contexto no determinista debido a la existencia de “incertidumbres” y “subjektividad”, que a veces no llega a contener una “racionalidad coherente y estricta”.” (1)

A continuación, se mostrará que para afrontar estas características la primera condición que debe cumplir una herramienta analítica es que debe ser capaz de detectar, evaluar y mostrar en forma ágil y amigable una gran cantidad de irregularidades específicas que a su vez pueden involucrar varias variables cada una.

“Un proceso analítico consiste - desde el punto de vista de la teoría de la información – en una transformación de un conjunto extenso de símbolos (datos originales) difíciles de interpretar, en otro conjunto más reducido de símbolos (regularidades) que son más fáciles de entender y manipular. Obviamente este proceso de transformación debe asegurar que la síntesis que se construye no pierde información relevante” (1)

En este punto quisiéramos detenernos un momento, recuérdese que en la utilización de herramientas de la Estadística Tradicional, es usual dejar de lado los **“outliers”** o sea aquellos valores que se encuentran fuera de rango de los valores “usuales” o “normales”, nosotros proponemos exactamente lo contrario, esto es, dichos puntos pueden ser irregularidades que aportan información y por ende debemos “descubrir” porqué se producen...siguiendo a Taleb nuevamente, ahí puede estar creciendo un cisne negro

2.4. Análisis Exploratorio De Datos – El Descubrimiento

El análisis de irregularidades que proponemos en este trabajo se basa en el Análisis Exploratorio de Datos (EDA por sus siglas en inglés). Este es un enfoque radicalmente diferente al enfoque estadístico clásico que se emplea comúnmente.

Tukey (1977) en su libro Exploratory Data Analysis (EDA), desarrolla una serie de nuevas técnicas gráficas y analíticas para conseguir un conocimiento previo de los datos a analizar, siempre desde una perspectiva exploratoria, y propugna un cambio de actitud y de enfoque metodológico ante el análisis de datos. **Intenta descubrir en los datos patrones o modelos**, incorporando nuevas técnicas graficas.

A Jhon W. Tukey en la década de los 70, se lo menciona como el padre de la **Ciencia de Datos**.

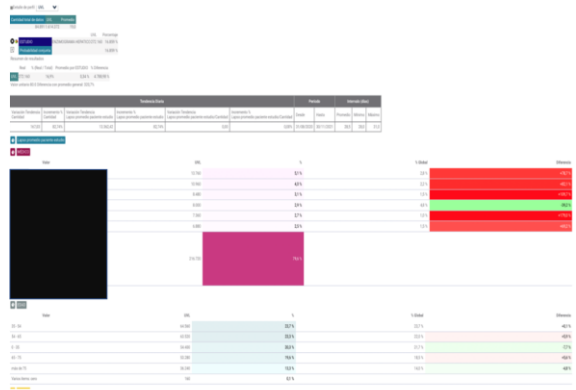
El objetivo del EDA es ayudar a **descubrir pistas o indicios** que permitan formular nuevas hipótesis que a su vez permitan crear nuevos conocimientos, es ante todo provocar un **entendimiento de los datos**.

*“La idea clave de EDA es que el primer paso y el más importante en cualquier proyecto basado en datos es la observación de los datos (**look at the data**). Al resumir y visualizar los datos, podemos desarrollar una valiosa intuición y conseguir comprender los proyectos” (8)*

En definitiva, el EDA lo que permite es “descubrir” qué reglas, qué hechos, qué situaciones generan los conjuntos de datos, es en definitiva lograr descubrir la **“historia”** que **“cuentan”** esos datos.

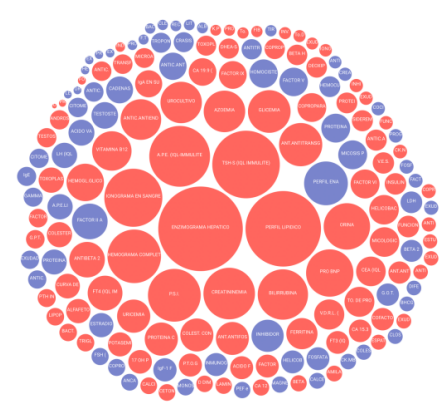
2.5.3. Análisis De Perfiles

Asimismo, de las variables seleccionadas, en este caso ESTUDO, podemos rápidamente visualizar, qué MEDICO lo indicó, a que PACIENTES, en que LUGAR, etc.

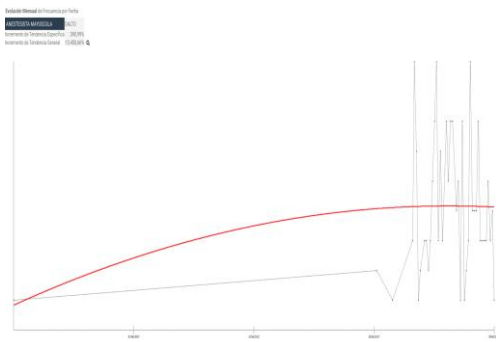


2.5.4. Variación De Tendencias

Este es uno de los aspectos más relevantes de la forma de analizar propuesta, los algoritmos “aprenden” cuál es la variación de las combinaciones posibles, por ejemplo, médico/estudio, tipo de estudio, etc. etc. y son capaces de representar gráficamente la variación de las mismas sin ningún cálculo adicional. Los círculos rojos son variaciones positivas, las azules negativas. Como se puede observar en segundos los modelos calculan y exhiben las mayores variaciones.



2.5.4. Evolución De Cada Factor De Cada Variable



Los algoritmos analizan todas las combinaciones posibles en este caso TIPO DE ESTUDIO/MEDICO y trazan la tendencia de las combinaciones, los algoritmos trazan las curvas de tendencia de acuerdo con las que mejor se ajustan a la serie de datos, seleccionan entre lineal, potencial, exponencial, etc.

	Periodo	Frecuencia	Valor por tendencia	Desviación
■ Valor real ■ Tendencia	5/2002	1,00	0,91	0,09
■	11/2002	1,00	1,07	-0,07
■	2/2019	1,00	2,62	-1,62
■	4/2019	2,00	2,60	-0,60
■	5/2019	2,00	2,59	-0,59
■	6/2019	2,00	2,58	-0,58
■	8/2019	1,00	2,56	-1,56
■	9/2019	7,00	2,55	4,45
■	10/2019	1,00	2,54	-1,54
■	12/2019	1,00	2,52	-1,52
■	1/2020	4,00	2,51	1,49
■	2/2020	1,00	2,50	-1,50
■	6/2020	6,00	2,45	3,55
■	7/2020	4,00	2,44	1,56
■	8/2020	5,00	2,42	2,58
■	9/2020	3,00	2,41	0,59
■	10/2020	2,00	2,40	-0,40
■	11/2020	1,00	2,39	-1,39
■	12/2020	2,00	2,37	-0,37
■	1/2021	1,00	2,36	-1,36
■	2/2021	2,00	2,35	-0,35
■	3/2021	2,00	2,33	0,33

Por otra parte, calculan la variación de cada combinación, respecto a la tenencia general, por ejemplo, determinan cual ha sido la variación en el período de los distintos tipos de ESTUDIO y la comparan con cada evolución de la combinación MEDICO/ESTUDIO y determinan la variación de la combinación respecto a la variación general,

De esta manera los algoritmos de IA nos brindan información, indicios que nos permiten determinar ante una combinación de factores dada, cuales son los responsables de una variación de impacto en este caso los Costos por Estudios.

3. CONCLUSIONES

Vivimos en un mundo inestable, en este siglo se han acelerado cada vez más los procesos de cambio, disruptivos y destructivos de sociedades, economías y empresas. No es posible seguir mirando el pasado para prever el futuro. El dinamismo de los cambios impone contar con herramientas que los “perciban” con rapidez.

Los “cisnes negros” se reproducen cada vez con mayor frecuencia, ellos generan altos impactos, debemos ser capaces de complementar las Herramientas de Gestión Tradicionales con nuevas herramientas, apoyadas en la Inteligencia Artificial que nos mantengan alertas, atentos, que sean capaces de tejer un SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA que detecten los cambios y nos permitan actuar.

Sino logramos adaptar nuestros sistemas de información a estas nuevas realidades, quizás, quizás cuando reaccionemos ya sea tarde.

M.VELARDE

E. MONTICO

BIBLIOGRAFÍA

1 Ing. Justo Miranda – Fundamentos de Complexus Analytics (2020)

2 Wiener, N. (1985). Cibernética o El control y las comunicaciones en animales y máquinas. Barcelona: Tusquets (p. 135)

3 Murray Gell-Man, creador de los Sistemas Adaptativos Complejos (CAS por sus siglas en inglés)

4 Del Azar Benigno al Salvaje. B. Mandelbrot (1996)

5 Nassim Taleb, The Black Swan (2007–2010)

6 (https://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa_del_cisne_negro)

6 Rose, Todd (2015). The End of Average: How We Succeed in a World That Values Sameness

7 Jhon Tukey (1977) Exploratory Data Analysis

8 Peter Bruce, Andrew Bruce, Peter Gedeck Estadística práctica para ciencia de datos con R y Python

Capítulo 1 basado en ensayo presentado para concurso profesor adjunto UA costos y gestión denominado: Evolución y perspectivas de la Contabilidad de Gestión. Coincidencias y diferencias con la Contabilidad Financiera. Año 2020.