

**IMPACTO DEL DESARROLLO CIENTIFICO Y TECNOLOGICO EN
EL PROCESO DE TOMA DE DECISIONES A PARTIR DE
LA ESTADISTICA.**

Ing. Manuel Domínguez Alejo¹.

*1. Universidad de Matanzas Sede "Camilo Cienfuegos", Vía
Blanca Km.3 1/2, Matanzas, Cuba.*

Resumen

El presente trabajo lleva por título “Impacto del desarrollo científico y tecnológico en el proceso de toma de decisiones a partir de la estadística”, el mismo se realizó con el objetivo de explicar cómo se comporta el impacto del desarrollo científico y tecnológico en el proceso de toma de decisiones a partir de la Estadística debido a que la mayoría de las decisiones que son recomendadas a tomar en las empresas son fundamentadas con modelos y métodos teóricos llevados a la práctica empresarial que pretenden cuantificar estas decisiones y que son posibles flexibilizar por los dirigentes, teniendo en cuenta los datos de partida, dirigentes deben ser capaces de aplicarlos de manera profesional y enfocando la empresa como un sistema. Se encontró que es de útil aplicación estos modelos estadísticos en las empresas como parte del grupo multidisciplinario capacitado para la toma de decisiones, aunque en la mayoría de las empresas cubanas debería explotarse más.

Palabras claves: Estadística; Ciencia; Tecnología.

Introducción

En el mundo actual, el avance de la ciencia y la tecnología se comporta de manera muy apresurada en la mayoría de las ciencias, por lo cual no resulta conveniente el saber de todo un poco y en este caso es importante lograr una especialización en una rama determinada de la ciencia. Aunque en las empresas las decisiones no se toman sobre la base y conocimiento de un solo especialista, es aun más factible cuando se cuenta con un grupo de expertos, cada uno con una montaña de conocimiento en su especialidad, dando posibilidad a una toma de decisiones en la empresa de manera grupal, o sea, a través de equipos de trabajo multidisciplinarios. La Estadística es una de las ciencias que permiten dar solución a estos problemas gracias al equipo multidisciplinario que la aplica.

Las empresas se preocupan constantemente por tomar decisiones que les permita optimizar sus resultados de manera que se obtenga el mayor beneficio y que las probabilidades de cometer errores sean mínimas. Es por esto que la Estadística constituye una importante herramienta para la gerencia a la hora de tomar cualquier decisión. El enfoque de esta es el mismo del método científico. En particular, el proceso comienza por la observación cuidadosa, la recolección de datos y la formulación del problema, y sigue con la construcción de un modelo científico (por lo general matemático) que intenta extraer la esencia del problema real. A partir de aquí se propone la hipótesis de que el modelo es una representación lo suficientemente precisa de las características esenciales de la situación como para que las soluciones obtenidas sean válidas también para el problema real. Esta hipótesis se verifica y modifica mediante las pruebas adecuadas.

Las organizaciones cubanas, en particular, debido a la urgente revitalización económica que atraviesa el país, encaran nuevas metas: resistir, sobrevivir y ser competitivo en el nuevo entorno. Para ello, pretenden aumentar su rentabilidad, competencia, productividad y desarrollo tecnológico por lo que sus miembros reflexionan sobre la importancia de crear las condiciones para enfrentar el desarrollo del entorno que se avecina. De ahí la importancia de aplicar métodos matemáticos y estadísticos que permitan tomar decisiones

en cualquier área de la empresa. Teniendo en cuenta los planteamientos anteriores el presente trabajo pretende explicar cómo se comporta el impacto el desarrollo científico y tecnológico en el proceso de toma de decisiones a partir de la Estadística.

Desarrollo

¿Cuál es la relación que existe entre la ciencia, la tecnología y la sociedad?

La ciencia considera distintos hechos, que deben ser objetivos y observables. Estos hechos observados se organizan por medio de diferentes métodos y técnicas, (modelos y teorías) con el fin de generar nuevos conocimientos. Para ello hay que establecer previamente unos criterios de verdad y asegurar la corrección permanente de las observaciones y resultados, estableciendo un método de investigación. La aplicación de esos métodos y conocimientos conduce a la generación de nuevos conocimientos objetivos en forma de predicciones concretas, cuantitativas y comprobables referidas a hechos observables pasados, presentes y futuros.

Haciendo un análisis del término sociedad se puede decir que es un concepto polisémico, que designa a un tipo particular de agrupación de individuos que se produce tanto entre los humanos (sociedad humana -o sociedades humanas, en plural-) como entre algunos animales (sociedades animales). En ambos casos, la relación que se establece entre los individuos supera la manera de transmisión genética e implica cierto grado de comunicación y cooperación, que en un nivel superior (cuando se produce la persistencia y transmisión generacional de conocimientos y comportamientos por el aprendizaje) puede calificarse de cultura.

Además se puede abarcar el término tecnología haciendo referencia al criterio de varios autores como el de Price (1980:169) que dice que la tecnología "es aquella investigación cuyo producto principal es, no un artículo, sino una máquina, un medicamento, un producto o un proceso de algún tipo". Para Cutcliffe (1990:42) son "técnicas industriales de base científica y son complejos técnicos promovidos por las necesidades de organización de la producción industrial, que promueven a su vez nuevos desarrollos de la ciencia".

Sábato y Mackenzie (1982:30) la definen como " un paquete de conocimientos organizados de distintas clases (científico, técnico, empírico) provenientes de distintas fuentes (ciencias, otras tecnologías) a través de métodos diferentes (investigación, adaptación, desarrollo, copia".

A partir de las definiciones anteriores el autor define tecnología como el conjunto de conocimientos, habilidades y destrezas interrelacionados con procedimientos para la construcción y uso de artefactos naturales o artificiales que permitan transformar el medio para cubrir necesidades y deseos humanos.

Es imposible ver por separados los términos ciencia, tecnología y sociedad, ya que entre ellos existe una estrecha relación y no se puede dar uno sin el otro, la tecnología está presente en todo el mundo contemporáneo. Ella ha sido la causante de todos los procesos históricos que se han dado por ejemplo, la revolución científica de los siglos XVI Y XVII, la revolución industrial y los cambios que trajo consigo, el ascenso del capitalismo y su dominio planetario,

la crisis del socialismo europeo, la ruptura planetaria entre los países desarrollados y los subdesarrollados.

La elección, desarrollo y uso de tecnologías puede tener impactos muy variados en todos los órdenes del quehacer humano y sobre la naturaleza. Uno de los primeros investigadores del tema fue McLuhan, quien planteó las siguientes cuatro preguntas a contestar sobre cada tecnología particular:

- ¿Qué genera, crea o posibilita?
- ¿Qué preserva o aumenta?
- ¿Qué recupera o revaloriza?
- ¿Qué reemplaza o deja obsoleto?

Este cuestionario puede ampliarse para ayudar a identificar mejor los impactos, positivos o negativos, de cada actividad tecnológica tanto sobre las personas como sobre su cultura, su sociedad y el medio ambiente:

- **Impacto práctico:** ¿Para qué sirve? ¿Qué permite hacer que sin ella sería imposible? ¿Qué facilita?
- **Impacto simbólico:** ¿Qué simboliza o representa? ¿Qué connota?
- **Impacto tecnológico:** ¿Qué objetos o saberes técnicos preexistentes lo hacen posible? ¿Qué reemplaza o deja obsoleto? ¿Qué disminuye o hace menos probable? ¿Qué recupera o revaloriza? ¿Qué obstáculos al desarrollo de otras tecnologías elimina?
- **Impacto ambiental:** ¿El uso de qué recursos aumenta, disminuye o reemplaza? ¿Qué residuos o emanaciones produce? ¿Qué efectos tiene sobre la vida animal y vegetal?
- **Impacto ético:** ¿Qué necesidad humana básica permite satisfacer mejor? ¿Qué deseos genera o potencia? ¿Qué daños reversibles o irreversibles causa? ¿Qué alternativas más beneficiosas existen?
- **Impacto epistemológico:** ¿Qué conocimientos previos cuestiona? ¿Qué nuevos campos de conocimiento abre o potencia?

La principal finalidad de las tecnologías es transformar el entorno humano (natural y social), para adaptarlo mejor a las necesidades y deseos humanos. En ese proceso se usan recursos naturales (terreno, aire, agua, materiales, fuentes de energía...) y personas que proveen la información, mano de obra y mercado para las actividades tecnológicas.

Esta relación directa entre ciencia, tecnología y sociedad se ve claramente entre la selección de los problemas investigados por científicos e investigaciones tecnológicas la cual está influenciada por las necesidades, intereses y soporte financiero de la sociedad.

Son numerosos los impactos positivos de las tecnologías en la sociedad, en el medio ambiente, en la economía, en la cultura, etcétera, por ejemplo en economía desde el punto de vista de los productores de bienes y de los prestadores de servicios, las tecnologías son un medio indispensable para obtener renta; en el caso de la industria: la producción de bienes requiere la recolección, fabricación o generación de todos sus insumos. La obtención de la materia prima inorgánica requiere las tecnologías mineras. La materia prima orgánica (alimentos, fibras textiles...) requiere de tecnologías agrícolas y ganaderas; por otra parte los servicios esenciales como la provisión de agua potable, tecnologías sanitarias, electricidad, eliminación de residuos, barrido y limpieza de calles, mantenimiento de carreteras, teléfonos, gas natural, radio, televisión, etc. no podrían brindarse sin el uso intensivo y extensivo de múltiples tecnologías; desde el marco de los recursos naturales: un país con grandes recursos naturales será pobre si no tiene las tecnologías necesarias para su ventajosa explotación, lo que requiere una enorme gama de tecnologías de infraestructura y servicios esenciales. Teniendo en cuenta todo esto es posible e importante mitigar los efectos que las tecnologías producen sobre el medio ambiente por sobre todas las cosas, debido a que el mismo constituye la base sustentable del planeta y el continuo avance de las tecnologías, por ejemplo, estudiando los impactos ambientales que tendrá una obra antes de su ejecución, sea ésta la construcción de un caminito en la ladera de una montaña o la instalación de una gran fábrica de papel a la vera de un río. En muchos países estos estudios son obligatorios y deben tomarse recaudos para minimizar los impactos negativos (rara vez pueden eliminarse por completo) sobre el ambiente natural y maximizar (si existen) los impactos positivos (caso de obras para la prevención de aludes o inundaciones).

El concepto de desarrollo sustentable o sostenible tiene metas más modestas que el probablemente inalcanzable impacto ambiental nulo. Su expectativa es permitir satisfacer las necesidades básicas, no suntuarias, de las generaciones presentes sin afectar de manera irreversible la capacidad de las generaciones futuras de hacer lo propio. Además del uso moderado y racional de los recursos naturales, esto requiere el uso de tecnologías específicamente diseñadas para la conservación y protección del medio ambiente.

Innovación y desarrollo

Otro término a considerar es la innovación que significa literalmente innovar. Asimismo, en el uso coloquial y general, el concepto se utiliza de manera específica en el sentido de nuevas propuestas, inventos y su implementación económica. En el sentido estricto, en cambio, se dice que de las ideas solo pueden resultar innovaciones luego de que ellas se implementan como nuevos productos, servicios o procedimientos y que realmente encuentran una aplicación exitosa imponiéndose en el mercado, a través de la difusión.

En economía, Joseph Schumpeter fue quien introdujo este concepto en su «teoría de las innovaciones», en la que lo define como el establecimiento de una nueva función de producción. La economía y la sociedad cambian cuando los factores de producción se combinan de una manera novedosa. Sugiere que invenciones e innovaciones son la clave

del crecimiento económico y quienes implementan ese cambio de manera práctica son los emprendedores.

Peter Drucker fue uno de los primeros científicos que se ocupó de investigar qué fuentes existen para la innovación. En 1986 identificó siete fuentes que se suman a la «gran idea». Aunque esta última tiene gran encanto, lo más frecuente es que fracase.

La innovación es el elemento clave que explica la competitividad. En este sentido Porter (1982) plantea que: “La competitividad de una nación depende de la capacidad de su industria para innovar y mejorar. Las empresas consiguen ventajas competitivas mediante innovaciones”.

Teniendo en cuenta estos aspectos se logra una empresa innovadora que es la que cambia, evoluciona, hace cosas nuevas, ofrece nuevos productos y adopta, o pone a punto, nuevos procesos de fabricación. La empresa actual está obligada a ser innovadora si quiere sobrevivir.

Por último el concepto desarrollo se entiende como la continua tendencia a construir colectivamente las culturas y realizarse en ellas. La idea de desarrollo se ve reflejada en el progreso económico, evolución industrial y tecnológica, mejora continua en los sistemas de producción para generar mayor capital y acumulación.

El proceso de desarrollo se caracteriza por el cambio de las estructuras sociales y la movilidad hacia arriba de los individuos. Se logra por medio de mejoras tales como la adquisición de mayores capacidades de la gente, de las instituciones y de los procesos de producción de un país. Se caracteriza también por el logro de la justicia distributiva que permite compartir los frutos del progreso y las mejoras en la calidad de vida. También coadyuva a que una nación participe de manera más independiente en las actividades de la comunidad internacional y alcance una mejor ubicación en la división internacional del trabajo.

Desarrollo científico tecnológico en el proceso de toma de decisiones a través de la Estadística

En el ambiente socioeconómico actual altamente competitivo y complejo, los métodos tradicionales de toma de decisiones se han vuelto relativamente inoperantes ya que los responsables de dirigir las actividades de las empresas e instituciones se enfrentan a situaciones complicadas y dinámicas, que requieren de soluciones creativas y prácticas apoyadas en una base cuantitativa sólida. De ahí la notable importancia que tiene el proceso de toma de decisiones en el sector empresarial por lo que las estrategias y políticas seguidas por las empresas se encaminan a la mejora de la competitividad, lo cual va más allá de su entorno inmediato proyectado en la búsqueda de las mejores prácticas que garanticen un mejor desempeño.

La toma de decisiones es un proceso que se inicia con la observación o reconocimiento de un problema que es necesario resolver, procediendo a definirlo, a formular un objetivo, reconocer las variables, a generar alternativas de solución y evaluarlas a partir de múltiples criterios hasta

decidir la mejor solución. Este proceso puede enfocarse cuantitativamente aún cuando los criterios en la decisión sean cualitativos como muchas veces ocurre.

Los modelos matemáticos y estadísticos son herramientas aceptadas por los directivos de todo el mundo para la toma de decisiones efectiva, por múltiples razones: son menos costosos, están contruidos para problemas de gestión empresarial, exige a los directivos a ser concretos acerca de las restricciones y objetivos de un problema, pueden reducir el tiempo necesario para la toma de decisiones, aunque es conveniente destacar que su utilización se ha visto limitada en las empresas cubanas.

La palpable dificultad de tomar estas decisiones ha hecho que los directivos de hoy se dirijan a la búsqueda de una ciencia que le permita tomar las mejores decisiones basada en datos experimentales y en las variables que se quieran estudiar ya sean del tipo cuantitativas o cualitativas, pudiendo así realizar inferencias a partir de datos muestrales, esta es: la Estadística, que es una ciencia formal que estudia la recolección, análisis e interpretación de datos de una muestra representativa, ya sea para ayudar en la toma de decisiones o para explicar condiciones regulares o irregulares de algún fenómeno o estudio aplicado, de ocurrencia en forma aleatoria o condicional.

Sin embargo, la estadística es más que eso, es decir, es la herramienta fundamental que permite llevar a cabo el proceso relacionado con la investigación científica.

Es transversal a una amplia variedad de disciplinas, desde la física hasta las ciencias sociales, desde las ciencias de la salud hasta el control de calidad.

Puede considerarse como una ciencia pues comprende la deducción de métodos de cálculo para resolver los modelos.

El uso de la estadística se ha extendido más allá de sus orígenes como un servicio al Estado o al gobierno. Personas y organizaciones usan la estadística para entender datos y tomar decisiones en ciencias naturales y sociales, medicina, negocios y otras áreas. La estadística es entendida generalmente no como un sub-área de las matemáticas sino como una ciencia diferente «aliada».

La estadística se divide en dos grandes áreas:

- La estadística descriptiva, se dedica a la descripción, visualización y resumen de datos originados a partir de los fenómenos de estudio. Los datos pueden ser resumidos numérica o gráficamente. Ejemplos básicos de parámetros estadísticos son: la media y la desviación estándar.
- La estadística inferencial, se dedica a la generación de los modelos, inferencias y predicciones asociadas a los fenómenos en cuestión teniendo en cuenta la aleatoriedad de las observaciones. Se usa para modelar patrones en los datos y extraer inferencias acerca de la población bajo estudio. Estas inferencias pueden tomar la forma de respuestas a preguntas si/no (prueba de hipótesis), estimaciones de unas características numéricas (estimación), pronósticos de futuras observaciones, descripciones de asociación (correlación) o modelamiento de

relaciones entre variables (análisis de regresión). Otras técnicas de modelamiento incluyen ANOVA.

Los métodos estadístico-matemáticos emergieron desde la teoría de probabilidad, la cual data desde la correspondencia entre Pascal y Pierre de Fermat (1654). Christian Huygens (1657) da el primer tratamiento científico que se conoce a la materia. El *Ars coniectandi* (póstumo, 1713) de Jakob Bernoulli y la *Doctrina de possibilitates* (1718) de Abraham de Moivre estudiaron la materia como una rama de las matemáticas. En la era moderna, el trabajo de Kolmogórov ha sido un pilar en la formulación del modelo fundamental de la Teoría de Probabilidades, el cual es usado a través de la estadística.

Un objetivo común para un proyecto de investigación estadística es investigar la causalidad, y en particular extraer una conclusión en el efecto que algunos cambios en los valores de predictores o variables independientes tienen sobre una respuesta o variables dependientes. Hay dos grandes tipos de estudios estadísticos para estudiar causalidad: estudios experimentales y observacionales. En ambos tipos de estudios, el efecto de las diferencias de una variable independiente (o variables) en el comportamiento de una variable dependiente es observado. La diferencia entre los dos tipos es la forma en que el estudio es conducido. Cada uno de ellos puede ser muy efectivo.

El rápido y sostenido incremento en el poder de cálculo de la computación desde la segunda mitad del siglo XX ha tenido un sustancial impacto en la práctica de la ciencia estadística. Viejos modelos estadísticos fueron casi siempre de la clase de los modelos lineales. Ahora, complejos computadores junto con apropiados algoritmos numéricos, han causado un renacer del interés en modelos no lineales (especialmente redes neuronales y árboles de decisión) y la creación de nuevos tipos tales como modelos lineales generalizados y modelos multinivel.

La revolución en computadores tiene implicaciones en el futuro de la estadística, con un nuevo énfasis en estadísticas «experimentales» y «empíricas». Un gran número de paquetes estadísticos está ahora disponible para los investigadores. Los sistemas dinámicos y teoría del caos, desde hace una década, empezaron a interesar en la comunidad hispana, empezaban algunos trabajos en los campos de las ciencias sociales y en aplicaciones de la física. También se estaba contemplando su uso en analítica.

Los problemas que se presentan en las organizaciones no fácilmente se pueden resolver por un sólo especialista. Por el contrario son problemas multidisciplinarios, cuyo análisis y solución requieren de la participación de varios especialistas. Estos grupos interdisciplinarios necesariamente requieren de un lenguaje común para poder entenderse y comunicarse, donde la Estadística viene a ser ese puente de comunicación.

Actualmente se está aplicando en muchas actividades que han ido más allá de las aplicaciones militares e industriales, para incluir hospitales, instituciones financieras, bibliotecas, planeación urbana, sistemas de transporte y sistemas de comercialización. Cada día es más amplia el área gerencial donde se aplican herramientas para las decisiones empresariales, incrementándose el uso de los modelos estadísticos para analizar y predecir las dinámicas y controles en la toma de decisiones.

Actualmente esta ciencia se enfoca en el estudio de modelos estadísticos de difícil solución, generalmente característicos de problemáticas reales que afectan la economía de una región ó país, ó incluso problemas a nivel mundial.

Es posible que gracias al avance de la tecnología sea cada vez más posible resolver problemas que en el pasado eran impensables de abordar, y ahora está ocurriendo dicha apertura en la estrategia investigativa. En muchos casos puede ser razonable estudiar un problema que requiera de técnicas estadísticas gracias a la exactitud de la información que se tiene sobre él, aunque generalmente la incertidumbre está presente.

El ritmo acelerado de la vida de las empresas implica que las decisiones se tomen más rápidas y certeras que nunca, pues el hecho de posponer la acción puede dar una decisiva ventaja al contrario en este mundo de la competencia.

El escaso uso de herramientas de la Estadística para sustentar la toma de decisiones empresariales es un problema que afecta hoy a muchas empresas cubanas. Diversas dificultades se presentan con frecuencia: en el conocimiento exacto de parámetros poblacionales, en probar suposiciones con niveles de confianza no adecuados, en un entorno tan complejo como en el que no dejan de aparecer constantemente las más diversas amenazas al desarrollo sostenible. Es así como el tomador de decisiones continuamente está reevaluando sus estrategias, conforme a su intuición y experiencias. Sin embargo, los problemas de negocios y de la administración que enfrentan las empresas en sus áreas funcionales son cada vez más complejos y pueden requerir de técnicas de análisis más sofisticadas.

Sin lugar a dudas el avance de la ciencia y la técnica permiten hoy, dar respuestas rápidas y concretas a muchas interrogantes anteriores. Esto constituye un elemento clave para la toma de decisiones empresariales, pues por medio de la aplicación de la Estadística, esta difícil tarea de decidir se hace más efectiva que nunca.

Conclusiones

La actividad innovadora constituye uno de los principales factores que determinan las ventajas competitivas de las economías industriales avanzadas.

El amplio conocimiento, la ciencia y la tecnología han permitido que las empresas tomen decisiones más certeras, apoyándose en los modelos que proporciona la estadística.

Es posible que gracias al avance de la tecnología sea cada vez más fácil resolver problemas que en el pasado eran impensables de abordar, y ahora con la utilización de paquetes computacionales está ocurriendo dicha apertura en la estrategia investigativa.

En los últimos tiempos han surgido nuevas técnicas matemáticas y computacionales que permiten abordar problemas complejos como el censo, los muestreo a gran escala, donde la estadística cobra vital importancia gracias a su avance, siendo hoy una disciplina de gran

potencia pues aborda la solución de considerable cantidad de problemas en diversas áreas de las empresas.

El desarrollo científico tecnológico ha influido satisfactoriamente en el proceso de toma de decisiones a partir del uso de los modelos estadísticos.

Bibliografía.

Birger P. Priddat, Peter Seele: *Das Neue in Ökonomie und Management: Grundlagen, Methoden, Beispiele*. Gabler, Wiesbaden 2008, [ISBN 978-3-8349-0834-6](https://www.gabler.com/ISBN-978-3-8349-0834-6).

Cutcliffe, S.H. (1990): "Ciencia, tecnología y sociedad: un campo interdisciplinar" en: *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Estudios interdisciplinarios en la Universidad, En la educación y en la Gestión Pública*. Manuel Medina y José San Martín (Eds.), Antrophos, Barcelona.

Pacey, A. (1990): *La cultura de la tecnología*, Fondo de Cultura Económica, México.

Pavón, J., Hidalgo, A. (1997). "Gestión e Innovación. Un enfoque estratégico". Ediciones Pirámides, S.A.

Porter, M. E. (1982). *Estrategia competitiva*. México. Editorial CECSA.

Price, D.J.S. (1980): "Ciencia y tecnología: Distinciones e interrelaciones", *Estudios sobre sociología de la ciencia* (Barnes, B. editor), Editorial Alianza Universidad, Madrid.

Sábato, J.; Mackenzie, M. (1982): *La producción de tecnología- autónoma o transnacional*, Editorial Nueva Imagen, México.

Schumpeter, Joseph A. (1961). *Konjunkturzyklen. Eine theoretische, historische und statistische Analyse des kapitalistischen Prozesses Bd. I.* en inglés: *Business Cycles. A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. New York 1939. Göttingen.