

Toma de decisiones en condiciones de incertidumbre

Decision-making under conditions of uncertainty

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16699329>

Recibido: 2025-05-01 Aceptado: 2025-06-05

Zavala Goitia, Alexis Antonio¹

Correo: azavala@petroerenova.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-2113-3834>

Petróleos & Renovables S.A. Maracaibo-Venezuela

Resumen

En el dinámico y a menudo impredecible panorama empresarial y técnico actual, la toma de decisiones se erige como una habilidad crítica y pilar fundamental para el éxito sostenido. Sin embargo, este proceso, rara vez, se desarrolla en un vacío de información perfecta y resultados garantizados. Al contrario, los tomadores de decisiones, a menudo, se enfrentan a un entorno caracterizado por la incertidumbre, donde la información es incompleta, con futuros inciertos y consecuencias de las acciones que pueden ser ambiguas. Para profesionales con un profundo entendimiento de los marcos analíticos y la gestión de riesgos, la familiaridad con los principios que rigen la toma de decisiones bajo incertidumbre es no solo beneficiosa, sino esencial. Este artículo explicará las complejidades de la toma de decisiones en estas condiciones desafiantes, indicando las opciones que poseen los expertos que abordan la ambigüedad inherente y transforman, la falta de certeza, en una oportunidad para la innovación y la resiliencia. Es importante indicar que no se trata de eliminar la incertidumbre, una quimera en muchos escenarios del mundo real, sino de reconocerla y desarrollar estrategias robustas que permitan operar, eficazmente, a pesar de ella. Este analizará las complejidades bajo el entorno de la incertidumbre y se presentarán algunas opciones para su reducción como una manera de mostrar metodologías que permitan, a los líderes y especialistas, navegar por este terreno complejo. Básicamente, la clave es que las empresas sean ágiles y piensen en lo que viene. Se desea que se pregunten cómo esta manera de ver las cosas puede pulir las decisiones, no solo en la parte tecnológica, sino en todas las áreas de la empresa.

Palabras clave: Decisiones, negocio, escenarios, datos, gerencia, alternativas, riesgo, incertidumbre, análisis.

Abstract

In today's dynamic and often unpredictable business and technical landscape, decision-making stands as a critical skill and a cornerstone of sustained success. However, this process rarely develops with perfect information and guaranteed results. On the contrary, decision-makers often face an environment characterized by uncertainty, where information is incomplete, futures are

¹ Ingeniero de Petróleo / MSC (Esp.) en Gerencia de Empresas / Diplomado en Formación Docente / Doctorante Ciencias Gerenciales. PetroRenova. Maracaibo-Venezuela.

uncertain, and the consequences of actions may be ambiguous. For professionals with a deep understanding of analytical frameworks and risk management, familiarity with the principles that govern decision-making under uncertainty is not only beneficial, but essential. This article will explain the complexities of decision-making under these challenging conditions, highlighting the options available to experts who address the inherent ambiguity and transform uncertainty into an opportunity for innovation and resilience. It is important to note that this is not about eliminating uncertainty—a pipe dream in many real-world scenarios—but rather about recognizing it and developing robust strategies that allow us to operate effectively despite it. This will analyze the complexities within an environment of uncertainty, and present some options for reducing them as a way to demonstrate methodologies that enable leaders and specialists to navigate this complex terrain. Basically, the key is for companies to be agile and think ahead. They want to ask themselves how this way of looking at things can refine decisions, not only in the technological field, but in all areas of the company.

Keywords: Decisions, business, scenarios, data, management, risk alternatives, uncertainty, analysis.

Introducción

Cuando se entra en el fascinante mundo de la toma de decisiones, a menudo, se consiguen escenarios donde la información relevante está al alcance de la mano, los resultados son predecibles y las elecciones, casi obvias. Sin embargo, en la realidad, en la vida personal y profesional, dista mucho de este ideal. Constantemente, se presentan situaciones donde el futuro es oscuro, datos incompletos o ambiguos y, posibles desenlaces, inciertos. En este terreno complejo y desafiante es donde se sitúa la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre.

No es un ejercicio teórico, sino una habilidad crucial que define el éxito y la resiliencia de individuos, organizaciones y países. Desde el emprendedor que evalúa lanzar un nuevo producto en un mercado volátil, pasando por el médico que debe elegir el tratamiento adecuado para una enfermedad rara, hasta el gobierno que diseña políticas públicas frente a una crisis económica inesperada, todos comparten un denominador común: deben tomar decisiones con un conocimiento incompleto de las posibles consecuencias.

A lo largo de las siguientes páginas, se explorará lo qué significa tomar decisiones bajo incertidumbre, desentrañando características distintivas y desafíos, que se presentan. Se analizará que, a pesar de los avances tecnológicos y la proliferación de datos, la incertidumbre sigue siendo un factor presente, día a día. Más allá de la definición, se presentarán diversas metodologías, herramientas y enfoques que se han desarrollado para navegar en estas aguas turbulentas. Desde la aplicación de principios estadísticos hasta la consideración de sesgos cognitivos y la importancia de la intuición y la experiencia, se verá cómo se intenta estructurar lo que, por naturaleza, parece

problemático. El objetivo no es eliminar la incertidumbre sino aprender a gestionarla de manera efectiva, para poder tomar decisiones robustas que maximicen las probabilidades de éxito y minimicen los riesgos, incluso, cuando el camino a seguir no está del todo claro.

1. Toma de decisiones

Antes de entrar en lo que es la incertidumbre y como puede ayudar en la toma de decisiones, es necesario definirla ubicándose en el contexto de la misma. Las personas se exigen demasiado a sí mismas cuando quieren tomar una decisión y aspiran a acertar en su elección, cuando en realidad, en la vida, no importa el camino que tomes porque siempre vas a asumir riesgos. Es necesario recordar que la decisión se toma de acuerdo a la madurez de ese momento. En ella, la persona hace uso del razonamiento y pensamiento para elegir una solución a un problema que se le presenta en la vida, en la cual deben evaluarse alternativas de acción; si estas no están presentes, no existirá decisión.

Es necesario recordar que no existe un único camino correcto y que cuando se toma una decisión, se asume un riesgo, el cual es la posibilidad de que algo malo o no deseado ocurra, y las consecuencias negativas que ese evento podría traer. En otras palabras, es la combinación de:

- Probabilidad: ¿Qué tan probable es que pase?
- Consecuencias: ¿Qué tan grave sería si pasa?

Se debe pensar en el riesgo como una balanza: si algo tiene una alta probabilidad de suceder y sus consecuencias son muy graves, el riesgo es alto. Si es poco probable que suceda y las consecuencias serían leves, el riesgo es bajo. Cada día se toman decisiones, algunas trascendentales y otras rutinarias y cotidianas; sin embargo, todas ellas influyen, de manera directa, porque nos acercan o alejan de los objetivos.

Usando la anterior expresión, en una decisión, se debe valorar, si ese paso, acerca o aleja de lo que se quiere. Para tomar una decisión es necesario conocer, comprender y analizar un problema a fin de darle solución. En la toma de decisiones importa la elección del camino a seguir. Entonces, de acuerdo con Laoyan (2025), la toma de decisiones, es un proceso que permite que se realice una elección entre opciones o formas para resolver situaciones de la vida en diferentes esquemas: empresarial, laboral, familiar, sentimental e influye en el éxito o fracaso de diversas situaciones. Implica evaluar diferentes alternativas, considerar las posibles consecuencias y

seleccionar la opción más adecuada y es fundamental en la vida diaria y, lógicamente, influye en el éxito o fracaso de diversas situaciones.

Otra definición de toma de decisiones, de acuerdo Robbins & Coulter (2005), es elegir una opción entre varias disponibles, a los efectos de resolver un problema actual. Este proceso implica evaluar diferentes alternativas, considerar posibles consecuencias y seleccionar la opción más adecuada.

El proceso de toma de decisiones según Robbins & Coulter (2005), consta de las siguientes etapas:

- *Identificación del problema*: Reconocer la discrepancia entre una situación actual y una deseada, identificando el problema a resolver, identificando los criterios de decisión.
- *Asignación de ponderaciones a los criterios*: Priorizar los criterios de decisión según su importancia relativa.
- *Desarrollo de alternativas*: Generar posibles soluciones al problema.

Estas tres primeras etapas se agrupan en el primer paso *Definir Problema* de la figura 1.

- *Análisis de alternativas*: Priorizar los criterios de decisión según su importancia relativa y ponderarlas.
- *Evaluar alternativas*: Evaluar cada alternativa en función de los criterios de decisión y sus ponderaciones.
- *Elección de alternativa*: Elegir la mejor opción basándose en la evaluación.
- *Implementación de la alternativa*: Poner en marcha la solución elegida.
- *Evaluación de la eficacia de la decisión*: Analizar los resultados obtenidos para determinar si la decisión tomada fue efectiva y si se logró el resultado deseado.

Estas dos últimas se agrupan en el paso *Aplicar la Decisión* de la figura 1. Este proceso se considera fundamental en la administración y gestión de organizaciones.

Figura 1: Proceso de toma de decisiones



Fuente: Robbins y Coulter (2005)

Los factores que influyen en la toma de decisiones son numerosos y pueden clasificarse en:

- *Internos (personales)*: emociones, experiencia previa, personalidad y valores individuales.
- *Externos (ambientales)*: entorno social, cultural, económico y la información disponible (medios de comunicación y redes sociales).

Adicionalmente, factores como certidumbre o incertidumbre, riesgo, presión del tiempo y calidad de la información también juegan un papel crucial.

De acuerdo con Robbins y Coulter (2005), es importante indicar que existen diferentes formas de clasificar los tipos de decisiones según la jerarquía, alcance, importancia e impacto y por ello, se pueden indicar los siguientes:

1.1. Decisiones individuales y grupales

Se toman por un solo individuo en el contexto de decisiones rutinarias, para las que ya existen procedimientos y directrices definidas, previamente, por la empresa que permiten abordar ese problema.

Por otro lado, las decisiones tomadas con el consentimiento de más de una persona y, con un propósito específico, se denominan decisiones grupales. Requieren la reunión de un comité como, por ejemplo: junta directiva, accionistas o equipo de un departamento concreto, entre otros. Estas se consideran más efectivas que las individuales, dado que permite una mayor

diversidad de perspectivas y experiencias, así como una deliberación y análisis más profundos.

1.2. Decisiones organizacionales y personales

Las decisiones tomadas por los gerentes y ejecutivos en el desarrollo ordinario de sus funciones y en calidad del cargo que representan, son *decisiones organizacionales*. Este tipo de decisión refleja la política de la empresa y son delegadas, de acuerdo a niveles jerárquicos en la empresa, pudiendo ser transferidas a los empleados subordinados y pueden ser, a su vez:

- *Estratégicas*: Son las que orientan el rumbo de la organización, se refieren a los objetivos organizacionales y afectan a toda la organización. Por ejemplo, lanzamiento de nuevos productos, suspensión de otros o apertura de nuevos mercados.
- *Tácticas*: Son las que se toman sobre cómo instrumentar actividades para cumplir con los objetivos estratégicos.
- *Personales*: Son aquellas que gerentes o ejecutivos toman de forma individual y no como miembros de la empresa. Pueden o no interferir en la actividad regular del negocio. Por ejemplo, la decisión de un jefe de área de dejar su puesto de trabajo, puede impactar y generar problemas en la organización.

1.3. Decisiones programadas (o rutinarias) y no programadas

- *Decisiones programadas*: Son decisiones rutinarias y repetitivas que se toman con base en procedimientos establecidos. La persona no tiene necesidad de diseñar una solución, sigue lo establecido. Ejemplo: Manuales de operación de las empresas.
- *Decisiones no programadas*: Son decisiones complejas y únicas que requieren un análisis más profundo. Abordan problemas poco frecuentes o excepcionales. Requieren un trato especial. Ejemplo: Lanzamiento de un nuevo producto al mercado / Algún evento catastrófico no esperado, por ejemplo: Incendio en la Refinería de Amuay ocurrido en agosto de 2012.

La toma de decisiones es crucial para el éxito en cualquier ámbito de la vida, ya que permite resolver problemas, alcanzar metas y aprovechar oportunidades ayudando a minimizar riesgos y maximizar beneficios.

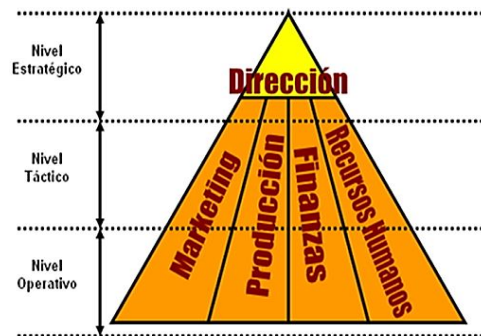
En resumen, la toma de decisiones es un proceso fundamental que requiere de análisis, evaluación y reflexión. Al comprender las etapas y factores que intervienen en este proceso, se puede mejorar la calidad de las decisiones y alcanzar mejores resultados.

En las organizaciones existe una jerarquía que determina el tipo de acciones que se realizan dentro de ella. La Ciencia Administrativa la define como una de tipo jerárquica y departamental de una empresa. Esta representa diferentes niveles de responsabilidad y toma de decisiones dentro de la organización y las divide en (Ver figura 2):

- *Estratégico*: Alta dirección; planificación global de toda la empresa.
- *Táctico*: Planificación de los subsistemas empresariales.
- *Operativo*: Desarrollo de operaciones cotidianas (diarias/rutinarias).

Conforme se sube en la jerarquía de una organización, la capacidad para tomar decisiones no programadas adquiere importancia, ya que les atañe directamente. Los programas de desarrollo gerencial buscan mejorar habilidades de la Gerencia para tomar este tipo de decisiones, enseñándoles a analizar problemas en forma sistemática y a tomar decisiones lógicas. A medida que se baja en esta jerarquía, las tareas que se desempeñan son rutinarias, por lo que, las decisiones en estos niveles serán estructuradas.

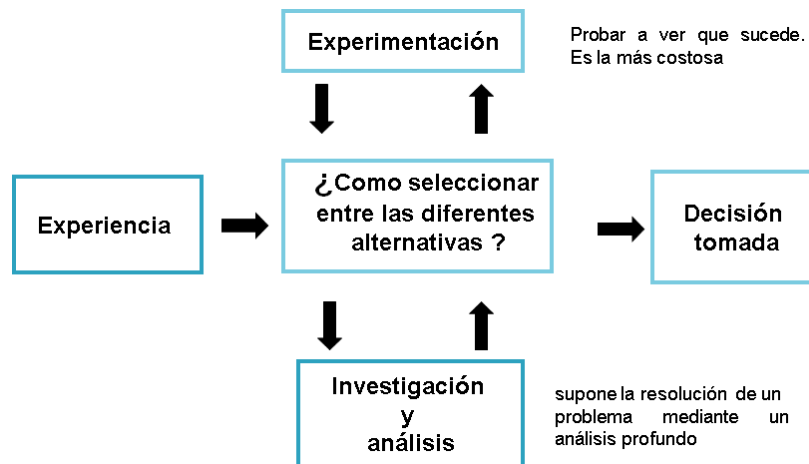
Figura 2: Organización jerárquica y departamental de una empresa



Fuente: Robbins & Coulter (2005)

La selección de alternativas es una fase crucial en el proceso de toma de decisiones, donde se evalúan las diferentes opciones disponibles para elegir la más adecuada. A continuación, se indica un flujograma que ayuda a tomar decisiones bajo algunas técnicas comunes y un enfoque estructurado (Figura 3).

Figura 3: Flujograma del proceso de toma de decisiones



Fuente: Simón (1947)

Es necesario examinar los pros y contras:

- Valorar los argumentos a favor y en contra.
- Colocar todas las alternativas juntas y asignar importancia y prioridad.

Se deben evaluar las distintas alternativas y seleccionar las mejores, indicando, para cada alternativa, costos y beneficios de cada una de ellas, a corto y largo plazo, y seleccionar la mejor. Tomar decisiones es uno de los procesos más importantes en la vida de un ser humano, ya que es a través de las elecciones realizadas, que el individuo va marcando su camino personal y profesional. Se recomienda delimitar objetivos sobre los que basar las decisiones diarias y reconocer cuál es la manera más efectiva para llevar adelante el proceso de toma de decisiones.

Al existir diferentes maneras de enfrentarse a este proceso se elaboraron técnicas y herramientas que ayudan a los individuos a desarrollar y potenciar la toma de decisiones. Se debe trabajar en el miedo al error, tolerancia a la frustración, a la incertidumbre y en el reconocimiento del deseo para lograr los objetivos personales o profesionales propuestos.

2. Definiendo la incertidumbre

Ahora bien, ¿qué pasa cuando se tiene que tomar una decisión y no se dispone de información o es muy escasa? Aquí entran en juego los conceptos y criterios que arroja la Gerencia de incertidumbre, entonces ¿qué es esta? ¿cómo ayuda?

En ambientes de incertidumbre se está en condiciones de:

- Se posee información deficiente para tomar la decisión.
- No se tiene ningún control sobre la situación.
- No se conoce como puede variar.
- La interacción de las variables del problema no está clara.

Por lo que, pueden plantearse diferentes opciones de solución, pero no se le puede asignar probabilidad a los resultados que arrojen. La incertidumbre se refiere a anomalías epistémicas que implican información imperfecta o desconocida y se aplica a las predicciones de eventos futuros, a mediciones físicas que se han realizado o a lo desconocido y surge en entornos parcialmente, observables y/o estocásticos, así como debido a la ignorancia, indolencia o ambas.

Incertidumbre se define como la falta de certeza, es un estado de conocimiento limitado, donde es imposible describir el estado existente, un resultado futuro o más de un resultado posible. El nivel de conocimiento acerca de un proceso específico, puede variar desde el extremo de no saber absolutamente nada acerca del mismo (*ignorancia total*) hasta un extremo de llegar a entender y modelar completamente su comportamiento (*certidumbre total*).

El grado de separación entre estos dos niveles se define como *Nivel de incertidumbre*. Es decir, se puede definir como una medida de la inseguridad o grado de desconocimiento acerca de una variable o fenómeno bajo estudio como lo indican Yáñez, Gómez de la Vega y Valbuena (2004). Esto se muestra en la figura 4.

Figura 4. Definición de Incertidumbre



Fuente: Yáñez, Gómez de la Vega y Valbuena (2004)

La gestión de la incertidumbre se convierte en un campo explotable y rico de oportunidades para quienes necesiten abrirse paso en medio de la complejidad. En este sentido, es deseable

desarrollar algunas habilidades particulares, incluyendo la construcción de imágenes que dibujen un mejor futuro a pesar de las adversidades del presente.

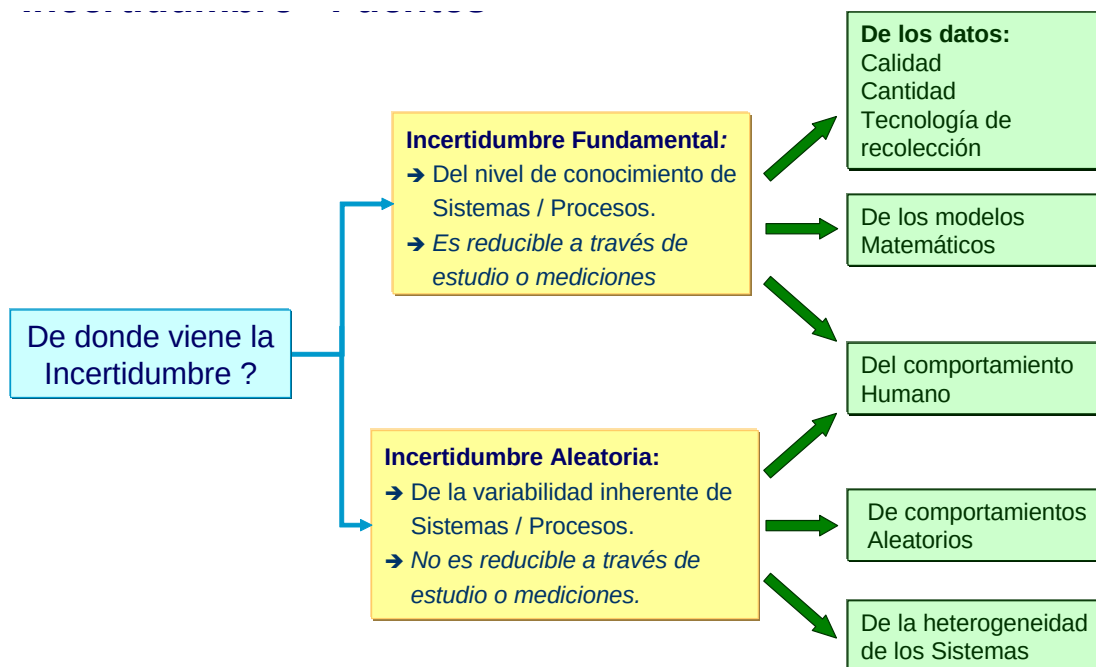
¿Qué se requiere para tomar decisiones en condiciones de incertidumbre?

Existen cuatro niveles de incertidumbre con los cuales deben convivir las empresas y la gerencia:

- *Futuro claro*: se pueden realizar pronósticos con pequeños márgenes de error y la incertidumbre no es determinante en la toma de decisiones.
- *Escenarios alternos*: presenta pocos futuros probables que se eliminan mutuamente y que, de presentarse, uno u otro, variarán la estrategia en su totalidad
- *Gama de futuros potenciales*: se identifican posibles futuros, no discretos, que pueden ser definidas por un número limitado de variables cuyo resultado puede estar en un amplio rango de posibilidades
- *Total confusión*: futuro virtualmente imposible de predecir, variables ilimitadas y rango de posibilidades ilimitado

A continuación, se muestran las fuentes de la incertidumbre:

Figura 5: Fuentes de la Incertidumbre



Fuente: NCT Energy Group, 2010

2.1. ¿Cómo tomar decisiones en presencia de Incertidumbre?

- *Ignorarla y decidir:* Ocasiona alto riesgo / alto impacto / dependencia del factor suerte / ambiente reactivo / sub o sobre dimensionamiento.
- *Tratar de eliminarla para decidir:* Ocasiona altos costos en sistemas de información / conflicto por calidad del dato / parálisis por análisis.
- *Considerarla en el análisis, cuantificarla y decidir:* Utilizar Gerencia de la Incertidumbre.

La *Gerencia de la Incertidumbre* se refiere a la capacidad de una organización y, especialmente, de sus líderes, para entender, navegar y adaptarse a escenarios donde el futuro no es predecible o la información es incompleta, de acuerdo con Martínez (2014). A diferencia del riesgo, donde se pueden asignar probabilidades a los eventos y sus consecuencias (saber qué puede pasar, aunque no con certeza), la incertidumbre implica que no se conocen los posibles resultados, variables relevantes o incluso causas y efectos con claridad.

En el contexto de la dirección de proyectos, la incertidumbre se manifiesta como la limitación del conocimiento sobre aspectos clave del proyecto (información, comprensión, y complejidad incierta, tiempos inciertos). La gestión de la incertidumbre en proyectos busca reducir estos niveles a un grado aceptable, ya que, su eliminación completa es inviable. A menudo se relaciona, estrechamente, con la gestión de riesgos, aunque la incertidumbre abarca un espectro más amplio que va más allá de los riesgos cuantificables.

En resumen, la gerencia de la incertidumbre es una competencia crucial en el liderazgo y la gestión organizacional, que permite a las empresas, no solo sobrevivir, sino prosperar en entornos volátiles, inciertos, complejos y ambiguos. De acuerdo con Taleb (2013), tomar decisiones en estas condiciones implica que no se conocen con certeza los resultados de las acciones. Esto puede deberse a falta de información completa, complejidad del entorno o imposibilidad de predecir eventos futuros. Para abordar esto de manera efectiva, se requieren varios elementos clave:

- *Información y datos / Recopilación de información:* Aunque la información perfecta es rara, es crucial reunir la mayor cantidad de datos relevantes posible. Esto incluye datos históricos, tendencias del mercado, opiniones de expertos, investigaciones y cualquier otra fuente que pueda arrojar luz sobre la situación.

- *Análisis de datos*: Una vez recopilada, la información debe ser analizada para identificar patrones, correlaciones y posibles escenarios. Esto puede implicar el uso de herramientas estadísticas, modelos predictivos y técnicas de visualización de datos.
- *Pensamiento crítico y analítico* (Identificación de supuestos): Reconocer y cuestionar los supuestos subyacentes a cualquier decisión es fundamental. A menudo, nuestras decisiones se basan en suposiciones implícitas que pueden no ser ciertas.
- *Evaluación de riesgos*: Es vital identificar los posibles riesgos asociados a cada opción, así como la probabilidad de que ocurran y su impacto potencial. Esto permite desarrollar planes de contingencia.
- *Pensamiento de escenarios*: Desarrollar diferentes escenarios (mejor caso, peor caso, caso más probable) ayuda a prepararse para diversas eventualidades y a comprender el rango de resultados posibles.

El autor, anteriormente mencionado, considera que los “tomadores de decisión” en condiciones de incertidumbre deben tener las siguientes condiciones:

- *Aceptación de la ambigüedad*: Se necesita la capacidad de sentirse cómodo con la falta de certeza y no paralizarse por ella.
- *Flexibilidad*: Estar dispuesto a ajustar el rumbo a medida que se disponga de nueva información o cambien las circunstancias. Las decisiones en entornos inciertos, rara vez, son definitivas y a menudo requieren iteraciones.
- *Aprendizaje continuo*: Reconocer que cada decisión, incluso las que no salen como se espera, ofrece una oportunidad para aprender y mejorar el proceso de toma de decisiones en el futuro.

De acuerdo con Stanton & Roelich (2021), existen algunas herramientas y enfoques que pueden ayudar a los “tomadores de decisiones” a ejercer sus funciones:

- *Análisis Costo-Beneficio*: Evalúa costos esperados frente a beneficios anticipados de cada alternativa, tangibles e intangibles, buscando la opción con la mayor relación beneficio-costos. Ideal para decisiones financieras o donde los resultados pueden cuantificarse monetariamente.
- *Análisis FODA*: Examina Fortalezas (Aspectos internos positivos), Oportunidades (Factores externos favorables), Debilidades (Aspectos internos negativos) y Amenazas (Factores externos desfavorables) de cada alternativa. Útil para comprender el panorama completo de cada opción

y desarrollar estrategias que capitalicen las fortalezas y oportunidades, mientras mitigan debilidades y amenazas.

- *Matriz de Decisión*: Una herramienta donde se enumeran las alternativas en filas y los criterios de evaluación en columnas. Se asigna una puntuación a cada alternativa para cada criterio (generalmente, en escalas, por ejemplo, del 1 al 5). Si los criterios están ponderados, se multiplica la puntuación por el peso del criterio. La alternativa con la puntuación total más alta es la preferida. Efectiva para decisiones complejas con múltiples alternativas y criterios, ya que, proporciona un método objetivo y fácil de visualizar.
- *Análisis de Pareto*: Identifica el 20% de las causas que generan el 80% de los efectos (o problemas/beneficios). En la selección de alternativas, ayuda a enfocar los esfuerzos en las opciones que, probablemente, generarán el mayor impacto positivo. Útil cuando se necesita priorizar alternativas o factores clave para maximizar la eficiencia y los resultados.
- *Método Delphi*: Implica obtener el consenso de un panel de expertos a través de rondas de cuestionarios anónimos. Las respuestas se resumen y se comparten con el grupo en cada ronda, permitiendo a los expertos ajustar sus opiniones hasta que se alcance una convergencia. Ideal para decisiones complejas o cuando se requiere la opinión de expertos y se quiere evitar el sesgo de la interacción directa.
- *Árbol de Decisiones*: Un diagrama en forma de árbol que visualiza las posibles decisiones, eventos aleatorios y sus consecuencias. Permite calcular el valor esperado de cada camino de decisión, especialmente, útil en situaciones de incertidumbre. Ideal para decisiones secuenciales o donde existen probabilidades asociadas a diferentes resultados.
- *Análisis de Sensibilidad*: Examina cómo cambia la mejor alternativa si varían los supuestos clave (ejemplo: costos, demanda, tasas de interés). Ayuda a comprender la robustez de una decisión frente a la incertidumbre. Útil para evaluar la solidez de una decisión y prepararse para diferentes escenarios.
- *Opinión de expertos*: Consultar a personas con experiencia o conocimientos relevantes puede proporcionar perspectivas valiosas y ayudar a mitigar la incertidumbre.
- *Experimentación y prototipo*: En algunos casos, realizar pequeños experimentos o desarrollar prototipos puede proporcionar datos reales y reducir la incertidumbre antes de una inversión a gran escala.

Algunas consideraciones adicionales

- *Racionalidad vs. Intuición*: Si bien muchas técnicas se basan en la racionalidad, la intuición y experiencia del tomador de decisiones juegan un papel importante, especialmente, en situaciones de alta incertidumbre o cuando los datos son limitados.
- *Sesgos cognitivos*: Es importante ser consciente de los sesgos cognitivos (sesgo de confirmación o anclaje) que pueden influir en la evaluación y selección de alternativas, y tratar de mitigarlos.

La elección de la técnica adecuada dependerá de la complejidad de la decisión, disponibilidad de información, tiempo, recursos y el nivel de riesgo aceptable. La previsión del futuro ayuda al Gerente a formular preguntas sobre lo que debe hacer para prepararse y poder enfrentar, de forma exitosa, su porvenir. Las respuestas a esas cuestiones son las acciones que la empresa debe ejecutar para lograr lo esperado.

Aunque se tenga un negocio de gran incertidumbre, siempre se podrá contar con información que, correctamente analizada, permita identificar las tendencias en el comportamiento del ambiente. Sin embargo, por más completo y profundo que sea el análisis, siempre existirá una incertidumbre residual.

3. Gerencia de la incertidumbre en la industria petrolera: ejemplos prácticos.

La gerencia de la incertidumbre es un pilar fundamental en la toma de decisiones dentro de la industria petrolera sector, intrínsecamente, ligado a la volatilidad de mercados, riesgos geológicos y complejidades geopolíticas.

De acuerdo con Aguilar (2004), a continuación, se mencionan algunos conceptos clave de la incertidumbre que se aplican con ejemplos concretos en este ámbito:

- *Incetidumbre Aleatoria (Estocástica)*: Se refiere a la variabilidad intrínseca de los procesos naturales o de mercado que no pueden predecirse con exactitud, pero cuya probabilidad puede estimarse. Ejemplo en Petróleo: La fluctuación del precio del barril de petróleo (Brent o WTI). Las empresas petroleras no pueden predecir con certeza el precio futuro, pero utilizan modelos estadísticos y análisis de datos históricos para estimar rangos de probabilidad y escenarios.
- *Incetidumbre Epistémica (Conocimiento)*: Surge de la falta de conocimiento o información completa sobre un sistema o fenómeno. Es reducible a través de la investigación, análisis y recolección de más datos. Ejemplo en Petróleo: La estimación de reservas de un nuevo

yacimiento es un caso paradigmático de incertidumbre epistémica. Al inicio de la exploración, la información es limitada (datos sísmicos, pozos exploratorios). A medida que se perforan más pozos, se realizan pruebas de producción y se recopila información geológica adicional, lo que ocasiona que la incertidumbre sobre el volumen y la calidad de las reservas disminuye.

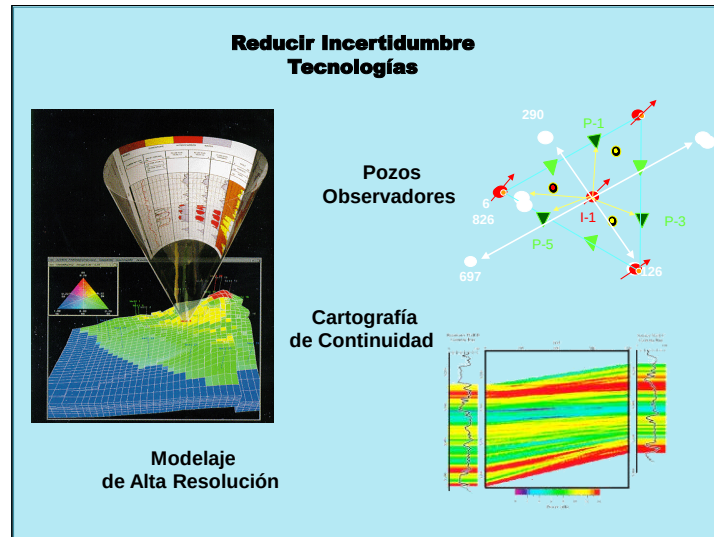
- *Incetidumbre Radical (Negra)*: Representa eventos inesperados o desconocidos, cuya existencia no se había contemplado previamente. Es la más difícil de gestionar, ya que, no puede cuantificarse ni siquiera probabilísticamente. Caso de la explosión de la Refinería de AMUY, indicada anteriormente. En este caso, hubo una explosión incontrolada en la misma, con alto impacto en las áreas circunvecinas con daños graves de pérdidas humanas e infraestructura. La pandemia de COVID-19 y su impacto, sin precedentes en la demanda de energía, también podría considerarse un evento de incertidumbre radical por la escala y rapidez de sus efectos.

- *Análisis de Escenarios y Toma de Decisiones*: La gerencia de la incertidumbre en la industria petrolera no busca eliminarla, sino comprenderla y gestionarla para tomar decisiones robustas. Ejemplo en Petróleo: ante la incertidumbre sobre el precio del petróleo y los costos de exploración, una empresa puede desarrollar múltiples escenarios de inversión para un proyecto de desarrollo de campo.

En resumen, la industria petrolera opera en un entorno de alta incertidumbre. La capacidad de identificar, clasificar y gestionar estos diferentes tipos de incertidumbre es crucial para la sostenibilidad, rentabilidad y éxito a largo plazo de las empresas en este dinámico sector.

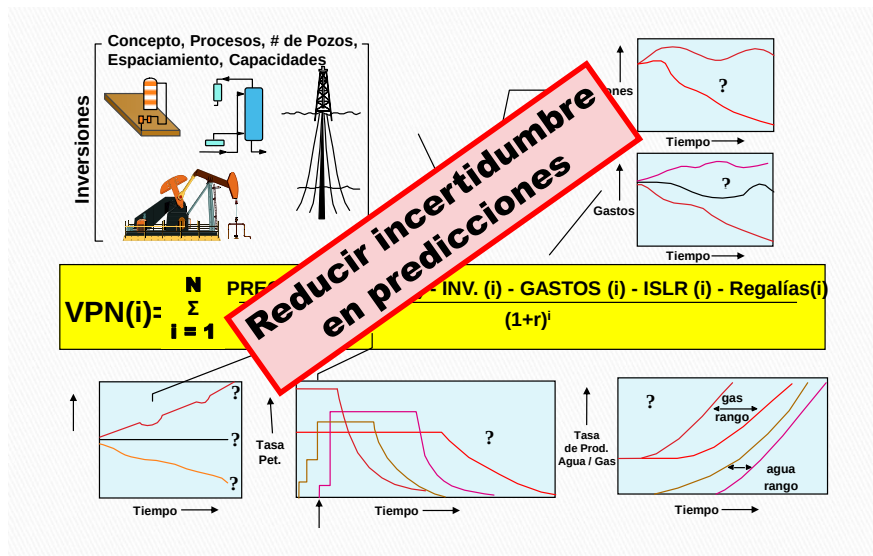
En resumen, tomar decisiones en condiciones de incertidumbre no se trata de eliminarla, sino de gestionarla de manera efectiva. Requiere una combinación de análisis riguroso, pensamiento estratégico, flexibilidad y una mentalidad abierta para aprender y adaptarse. Las siguientes figuras ilustran los beneficios de usar información para tomar decisiones en situaciones inciertas. La interpretación queda a criterio del lector.

Figura 6: Tecnologías para reducción de incertidumbre



Fuente: NCT Energy Group (2010)

Figura 7: Creación de valor



Fuente: NCT Energy Group (2010)

Figura 8: Tomadores de decisión



Fuente: Yáñez, Gómez de la Vega y Valbuena (2004)

“El Análisis de Riesgo (Análisis para la toma de decisiones) es la disciplina para ayudar a los tomadores de decisiones a seleccionar opciones óptimas en ambientes de incertidumbre”
John R. Schuyler

4. Futuras Líneas de Investigación en la toma de decisiones bajo incertidumbre

La toma de decisiones en condiciones de incertidumbre es un campo complejo y crucial, con vastas oportunidades para la investigación futura. A medida que el mundo se vuelve más volátil y los datos más abundantes, es imperativo desarrollar métodos más sofisticados y robustos para navegar la ambigüedad, por lo que se proponen varias líneas de investigación:

4.1. Integración de Inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático

La Inteligencia Artificial (IA) y el Machine Learning (ML) ofrecen un potencial, sin precedentes, para mejorar la toma de decisiones bajo incertidumbre. De acuerdo con Morgan & Henrion (1990) se pueden utilizar:

- *Modelos híbridos para la incertidumbre cuantificada:* Investigar el desarrollo de modelos que combinen redes neuronales, lógica difusa y razonamiento probabilístico para no solo predecir resultados, sino también cuantificar la incertidumbre asociada con esas predicciones.
- *Aprendizaje por refuerzo en entornos inciertos:* Explorar cómo los agentes de aprendizaje por refuerzo pueden ser entrenados para tomar decisiones óptimas, en entornos donde las recompensas y las transiciones de estado son estocásticas o parcialmente observables. Esto

podría incluir la aplicación de aprendizaje por refuerzo probabilístico o el uso de modelos de mundo para simular y adaptarse a la incertidumbre.

- *Explicabilidad y transparencia en la toma de decisiones basada en IA:* A medida que la IA se vuelve más prominente, es crucial investigar cómo hacer que sus decisiones bajo incertidumbre sean más explicables y comprensibles para los humanos, lo que puede fomentar confianza y su adopción.

4.2. Neurociencia cognitiva y sesgo humanos

Comprender mejor cómo el cerebro humano procesa la incertidumbre puede llevar a mejores herramientas y estrategias como indican Bonjean M, Stanton & Roelich K. (2021)

- *Impacto de los sesgos cognitivos en la toma de decisiones algorítmicas:* Investigar cómo los sesgos inherentes en datos y algoritmos pueden amplificar o mitigar la incertidumbre, y cómo desarrollar sistemas que sean más resistentes a estos sesgos. Esto podría implicar el estudio de sesgos de anclaje, heurísticas de disponibilidad y falacia del jugador en la interpretación de la incertidumbre.
- *Entrenamiento y mejora de la resiliencia humana a la incertidumbre:* Desarrollar programas y técnicas de capacitación basados en la neurociencia para mejorar la capacidad de los individuos para tolerar y tomar decisiones efectivas en situaciones de alta incertidumbre.
- *Modelado de la aversión al riesgo y la ambigüedad:* Investigar los mecanismos neuronales subyacentes a la aversión al riesgo y a la ambigüedad, y cómo estos pueden ser incorporados en modelos computacionales de toma de decisiones para reflejar de manera más precisa el comportamiento humano.

4.3. Ética y responsabilidad en la incertidumbre

De acuerdo con Floridi (2019), la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre, especialmente con el uso de IA, plantea importantes cuestiones éticas.

- *Marcos éticos para la toma de decisiones automatizada con incertidumbre:* Desarrollar principios y marcos éticos que guíen el diseño e implementación de sistemas de toma de decisiones automatizados en entornos inciertos, particularmente, en aplicaciones de alto riesgo como la medicina o la conducción autónoma. Esto incluye la consideración de la justicia distributiva y la rendición de cuentas.

- *Distribución de la responsabilidad en decisiones compartidas Humano-IA:* Investigar cómo asignar la responsabilidad cuando las decisiones críticas se toman en colaboración entre humanos y sistemas de IA, especialmente, cuando los resultados son inciertos o negativos.
- *Privacidad y seguridad de datos en entornos inciertos:* A medida que los modelos dependen de grandes cantidades de datos, es crucial investigar cómo proteger la privacidad y seguridad de los datos mientras se maneja la incertidumbre inherente en los mismos.

4.4. Robustez y resiliencia de sistemas

De acuerdo con Taleb (2007), en un mundo cada vez más interconectado y propenso a interrupciones, la resiliencia es clave:

- *Diseño de sistemas resilientes a la incertidumbre extrema:* Investigar cómo diseñar sistemas (tecnológicos, económicos, sociales) que puedan soportar y adaptarse a eventos de "cisne negro" o a niveles de incertidumbre sin precedentes. Esto podría implicar la aplicación de la teoría de redes complejas y el análisis de vulnerabilidad.
- *Toma de decisiones bajo escasez de datos e incertidumbre radical:* Explorar métodos para tomar decisiones efectivas cuando los datos son escasos, poco confiables o cuando la incertidumbre es de naturaleza radical (es decir, no cuantificable o predecible con base en datos históricos).
- *Optimización de cartera y asignación de recursos en mercados volátiles:* Desarrollar nuevos modelos y algoritmos para la optimización de carteras y la asignación de recursos que incorporen y gestionen de manera más efectiva la incertidumbre y la volatilidad en los mercados financieros y otros sistemas económicos.

4.5. Interdisciplinariedad y nuevas metodologías

Fomentar la colaboración entre diferentes disciplinas es fundamental para abordar la complejidad de la incertidumbre a través de:

- *Fusión de enfoques cuantitativos y cualitativos:* Investigar cómo integrar de manera efectiva los métodos cuantitativos (estadística, modelado) con enfoques cualitativos (expertos, narrativas) para una comprensión más holística de la incertidumbre. Esto podría incluir el desarrollo de modelos causales cualitativos y la simulación basada en agentes.

- *Aplicación de la teoría de juegos a la toma de decisiones en entornos inciertos:* Explorar cómo la teoría de juegos puede ofrecer nuevas perspectivas sobre las interacciones estratégicas entre agentes que operan bajo diferentes niveles de incertidumbre y asimetrías de información.
- *Desarrollo de métricas y marcas de referencia para la cuantificación de la incertidumbre:* Establecer estándares y métricas rigurosas para cuantificar diferentes tipos de incertidumbre, permitiendo una comparación y evaluación más consistente de los modelos y las estrategias de decisión.

Estas líneas de investigación buscan no solo avanzar en la teoría de la toma de decisiones bajo incertidumbre, sino también generar soluciones prácticas que puedan aplicarse en una amplia gama de campos, desde la gestión de riesgos y la planificación estratégica hasta la salud y la sostenibilidad ambiental ¿Hay alguna de estas áreas que te interese explorar más a fondo?

Conclusión

La toma de decisiones en condiciones de incertidumbre emerge no como un obstáculo insuperable, sino como una realidad intrínseca a la experiencia humana y organizacional. Lejos de pensar en la certidumbre total como realidad, se ha comentado y comprendido que la habilidad de navegar en moches oscuros, con información incompleta y futuros inciertos, es una de las competencias más valiosas en el panorama actual. Lo discutido ha permitido desentrañar la complejidad inherente a estas situaciones, evidenciando que no existe una fórmula mágica o una solución única para todos los escenarios.

En última instancia, la gestión efectiva de la incertidumbre en la toma de decisiones se basa en una combinación de elementos: *racionalidad limitada*, que impulsa a buscar la mejor solución dadas las restricciones de información y tiempo; *intuición y experiencia*, que actúan como brújulas cuando los datos son escasos o contradictorios y la *aplicación estratégica de herramientas y marcos conceptuales*, que permiten estructurar el problema, evaluar riesgos y anticipar posibles desenlaces. Es crucial reconocer que la perfección no es el objetivo; más bien, se trata de tomar decisiones robustas, aquellas que, aun no siendo óptimas en un mundo de información perfecta, son las más adecuadas y resilientes ante una gama de futuros posibles.

La Inteligencia Artificial (IA) se posiciona como un campo de investigación crucial y con un potencial transformador para la reducción de la incertidumbre en múltiples ámbitos. Lejos de ser una mera herramienta de automatización, la IA ofrece capacidades analíticas y predictivas sin

precedentes que pueden desentrañar patrones complejos, anticipar escenarios y optimizar la toma de decisiones en un mundo volátil.

La clave de su valor reside en su habilidad para procesar y analizar vastos volúmenes de datos (Big Data) a una velocidad y con una precisión inalcanzable para el intelecto humano. Esto permite identificar correlaciones ocultas, detectar anomalías y generar modelos predictivos robustos que minimizan la ambigüedad y mejoran la capacidad de respuesta ante eventos inesperados. Desde la predicción de desastres naturales y la optimización de cadenas de suministro, hasta la mejora del diagnóstico médico y la personalización de la educación, la IA promete un futuro donde la anticipación y la adaptabilidad sean la norma, y no la excepción. No obstante, para que la IA sea un soporte ideal en la reducción de la incertidumbre, es imperativo que las futuras investigaciones se centren en varios pilares.

Finalmente, la toma de decisiones bajo incertidumbre es un proceso dinámico y continuo, un ciclo de aprendizaje y adaptación que implica valentía de asumir riesgos calculados, humildad para reconocer los sesgos cognitivos propios y ajenos y flexibilidad para ajustar el rumbo cuando nueva información emerge o las condiciones cambian. En un mundo que evoluciona a un ritmo vertiginoso, donde la única constante es el cambio, la capacidad de decidir con convicción y eficacia en medio de la niebla no es solo una ventaja competitiva, sino una necesidad imperante para la supervivencia y el progreso. En definitiva, es el arte y la ciencia de avanzar, incluso cuando el destino final no es del todo visible, confiando en la preparación, adaptabilidad y resiliencia de nuestro propio juicio.

Referencias

- Aguilar, F. (2004). Teoría de la decisión e incertidumbre: modelos normativos y descriptivos. *EMPIRIA: Revista de Metodología de Ciencias Sociales*, 8139-160. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/7734/1/eserv.pdf>
- Bonjean, M. & Roelich, K. (2021). Toma de decisiones bajo profundas incertidumbres: una revisión de la aplicabilidad de los métodos en la práctica. *ScienceDirect*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162521003711>
- Floridi, L. (2019). *The Ethics of Artificial Intelligence*. Oxford University Press
- Laoyan, S. (2025). *Toma de decisiones: definición, pasos, tipos y características*. <https://asana.com/es/resources/decision-making-process>
- Martínez, J. (2014). *Gestión de la incertidumbre* (parte 1) <https://www.scalabble.com/2014/05/gestion-de-la-incertidumbre/index.html>
- Robbins, S. & Coulter, M. (2005). *Administración*. Pearson Educación, 8va Edición. México, 2005.
- Taleb, N. N. (2007). *The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable*. Random House

Taleb, N. (2013). *El Cisne Negro: El Impacto De Lo Altamente Improbable*.
<https://www.amazon.com/-/es/El-Cisne-Negro-Altamente-Improbable/dp/6079202557>.
Editorial Booket Paidós

Yáñez, M., Gómez de la Vega, H, y Valbuena, G. (2004). *Ingeniería de Confiabilidad y Análisis probabilístico de riesgo*. www.realrisk.com. Editor Reliability and Risk Management, SA.

Nota del autor: este artículo es producto de experiencias de trabajo del autor en la parte técnica y gerencial de su carrera de Ingeniería de Petróleo y también su desempeño como Docente Universitario, en los periodos 1975-2002 y 2003 hasta la actualidad.

Declaración de conflicto de interés y originalidad

Conforme a lo estipulado en el *Código de ética y buenas prácticas* publicado en **PetroRenova Indexed, Revista Científica de la Energía**, el autor **Zavala Goitia, Alexis Antonio**, declara al Comité Editorial que no tiene situaciones que representen conflicto de interés real, potencial o evidente, de carácter académico, financiero, intelectual o con derechos de propiedad intelectual relacionados con el contenido del artículo: **Toma de decisiones en condiciones de incertidumbre**, en relación con su publicación. De igual manera, declara que el trabajo es original, no ha sido publicado parcial ni totalmente en otro medio de difusión, no se utilizaron ideas, formulaciones, citas o ilustraciones diversas, extraídas de distintas fuentes, sin mencionar de forma clara y estricta su origen y sin ser referenciadas debidamente en la bibliografía correspondiente. Consiente que el Comité Editorial aplique cualquier sistema de detección de plagio para verificar su originalidad.

Para citar este artículo:

Zavala, A. (2025). Toma de decisiones en condiciones de incertidumbre. *PetroRenova Indexed, Revista Científica de la Energía*. Vol. 1, núm. 2, julio-septiembre, 2025. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16699329>