

Modelo de análisis de decisiones para el desarrollo de proveedores en cadenas de suministro

Decision analysis model for supplier development in supply chains

Ulises Mercado-Valenzuela^a, Francisco Quiroz-Aguilar^b

Abstract:

In an increasingly competitive environment, it is essential to have reliable suppliers. However, occasionally, when you are new to a market or unforeseen events arise, such as the recent pandemic, it becomes necessary to have a mechanism to assist decision-makers in supplier development. This is a complex task in the short term, given that various factors must be considered, such as identifying their values and objectives, creating alternatives to supplier development, evaluating alternatives, selecting and implementing the best ones, and finally, implementing and monitoring their future performance through sensitivity analysis. The purpose of this work is to establish a decision analysis model based on value-focused thinking with the help of influence diagrams and decision trees that allow framing and determining the most appropriate probabilities based on decision analysis tools and their subsequent sensitivity analysis that will lead to the ideal solution based on a series of previously established steps, considering the above, a hypothetical case study is established that will provide guidelines for its use in subsequent practical cases, the main finding being the creation of a new methodology for the study and analysis of cases in which a decision maker has the dilemma of selecting the best way to develop suppliers and choosing the optimal one.

Keywords:

Decision analysis, suppliers, supply chain management

Resumen:

En un entorno cada vez más competitivo, es indispensable contar con proveedores confiables, pero ocasionalmente cuando se es nuevo en un mercado o surgen eventos imprevistos como la reciente pandemia se hace necesario tener un mecanismo que auxilie al tomador de decisiones en el desarrollo de proveedores, lo cual es una tarea compleja en el corto plazo, dado que es necesario considerar diversos factores tales como identificar sus valores y objetivos, crear alternativas al desarrollo de proveedores, evaluar alternativas seleccionar e implementar las mejores alternativas y finalmente implementar y monitorear su desempeño futuro mediante análisis de sensibilidad.

El propósito de este trabajo es establecer un modelo de análisis de decisiones basado en el pensamiento enfocado a valores con auxilio de diagramas de influencia y arboles de decisión que permitan enmarcar y determinar las probabilidades más adecuadas en función de herramientas propias del análisis de decisiones y su posterior análisis de sensibilidad que desembocara en la solución idónea en base a una serie de pasos previamente establecidos, considerando lo anterior se establece un caso de estudio hipotético que dará pauta para su utilización en posteriores casos prácticos, siendo el principal hallazgo la creación de una nueva metodología para el estudio y análisis de casos en los cuales un tomador de decisiones tiene la disyuntiva de seleccionar la mejor forma de desarrollar proveedores y elegir al óptimo.

Palabras Clave:

Análisis de decisiones, cadenas de suministro, proveedores

^a Ulises Mercado-Valenzuela | Universidad Nacional Autónoma de México – Facultad de Estudios Superiores Aragón | Ciudad Nezahualcóyotl-Estado de México | México, <https://orcid.org/0009-0004-4737-0479>, Email: ulisesmv@comunidad.unam.mx

^b Francisco Quiroz-Aguilar | Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco | Coacalco de Berriozábal-Estado de México | México, <https://orcid.org/0000-0001-8801-6872>, Email: francisco_quiroz@tesco.edu.mx

Introducción

Este trabajo se enfoca en los casos en los que un tomador de decisiones, responsable de la cadena de suministro se encuentra en la disyuntiva de elegir al mejor proveedor en el corto plazo de acuerdo con distintas cualidades propias tales como: identificar sus valores y objetivos, crear alternativas al desarrollo de proveedores, evaluar alternativas seleccionar e implementar las mejores alternativas y finalmente implementar y monitorear su desempeño [1], por lo que es importante considerar una pregunta de investigación que oriente el estudio relativo a ¿cómo puede un modelo de análisis de decisiones basado en el pensamiento enfocado a valores mejorar la selección y el desarrollo de proveedores en cadenas de suministro bajo condiciones de incertidumbre?

Cuando la opción de desarrollar al mejor proveedor se toma, se considera que se tiene un cierto conocimiento del proceso de cadena de suministros, así como todos aquellos procesos a los cuales se encuentran vinculados, y las tácticas y estrategias a implementar en caso de contingencias, es decir una experiencia respaldada por la solución de problemas logísticos que es una parte e importante para la toma de decisiones.

Este trabajo presenta una metodología basada en el análisis de decisiones [2],[3], que es una herramienta innovadora en los procesos bayesianos de toma de decisiones y como elemento de singular importancia en la selección de distintas alternativas con diferentes distribuciones de probabilidad [4], asimismo la propuesta descansa en el pensamiento enfocado a valores, que dicta la clarificación y estructuración de los objetivos del decisor, que le permita enmarcar de forma adecuada el problema para tener una mayor certeza en la decisión tomada [5].

En el ámbito del desarrollo de proveedores en cadenas de suministro, existen diversos autores que han postulado estudios en este campo existiendo diversas propuestas en relación con la selección más económica de proveedores tales como Bai et al. [6] y Rahim et al [7], mientras que Kędzia [8] se enfoca en la relación cliente proveedor y como ha ido evolucionado en diversos ámbitos, estableciendo un marco de referencia para diversos estudios, asimismo Bai, Govindan y Dhavale [9] hacen énfasis de forma más específica en el impacto ambiguo que puede existir cuando el proveedor no se involucra completamente en el desarrollo del producto y que tiene un impacto directo en la resiliencia y desempeño de la empresa.

Asimismo el desarrollo de proveedores se desenvuelve en diversos ámbitos y bajo distintos esquemas tal como lo menciona Seuring et al. [10] que se enfoca primordialmente en determinar la ubicación óptima de inversiones previendo las buenas relaciones que deberán

existir entre cliente y proveedor, o como Kauffman y Pointer [11], que indica la importancia de conocer el desarrollo de proveedores en ambientes sustentables, mientras que Um y Han [12] habla de los efectos de la transformación digital y su interacción con el desarrollo e interrelaciones entre clientes y proveedores, por otro lado Li et al [13] abordan el problema relacionado con el entendimiento de las relaciones entre las redes de cadena de suministro globales y su resiliencia ante efectos del comercio internacional y su capacidad para sostener las relaciones clientes proveedores.

Hay investigaciones que profundizan aún más en el tema tales como Coşkun, Kumru y Kan [14] que desarrolla un sistema de soporte a las decisiones basado en multi agentes desarrollados por medio de gemelos digitales para procurar la sustentabilidad y resiliencia de los proveedores, asimismo Bekele, Mahesh e Ingle [15] proponen un marco de referencia para integrar el desarrollo de proveedores con métricas que le permitan ser sustentable, mientras que Fatima y Elbanna [16] se enfoca en el desarrollo de proveedores en la industria de la construcción de forma más específica en la cual se considera de singular importancia mejorar la administración de la cadena de suministro de los materiales por otro lado Goswami et al [17] desarrollan un marco de referencia de gran utilidad para la implementación de la responsabilidad social corporativa en el desarrollo de proveedores a distintos niveles dentro de una organización.

En relación con los tópicos emergentes Kari et al [18] habla sobre el surgimiento de la inteligencia artificial en relación con el desarrollo de la cadena de suministro y la mejora en su desempeño y la apertura de nuevas oportunidades con su implementación, mientras que Loza Adauí [19] considera la necesidad de generar una plataforma para regular el ecosistema de clientes proveedores a nivel global y finalmente Bag y Rahman [20] abordan el problema de como el principio de la regeneración en las cadenas de suministro se puede desempeñar en las economías globales circulares.

El empleo de la metodología propuesta con respecto a otras utilizadas [21], [22] o [23], descansa en el hecho de que se basa en el pensamiento enfocado a valores, con estricto apego a los axiomas de toma de decisiones racional [24].

El modelo es ilustrado mediante un caso de aplicación hipotético, en el que una empresa del sector manufacturero evalúa distintas estrategias para el desarrollo de proveedores clave, considerando variables como el riesgo de suministro, el cumplimiento de estándares ambientales, la capacidad de innovación y la viabilidad económica. A partir de este caso, se demuestra cómo el enfoque VFT permite tomar decisiones más informadas, coherentes y sostenibles.

La estructura del presente artículo es la siguiente: en la sección 2 se presenta el marco teórico, abordando los fundamentos del desarrollo de proveedores, el pensamiento enfocado a valores y los modelos de análisis de decisiones. En la sección 3 se describe la metodología utilizada, incluyendo la construcción del modelo de decisión y la definición de criterios. La sección 4 expone el desarrollo del modelo y el caso de aplicación. En la sección 5 se presentan los resultados del análisis, y en la sección 6 se discuten las implicaciones y limitaciones del modelo. Finalmente, en la sección 7 se presentan las conclusiones y líneas futuras de investigación.

Metodología

En esta sección se muestra paso a paso la metodología propuesta en base a una serie de pasos perfectamente definidos los cuales son:

1. Identificar los objetivos fundamentales y medios entendiendo como objetivos fundamentales lo que la empresa realmente valora y como objetivos medios, aquellos que contribuyen a los fundamentales.
2. Construcción del diagrama de influencia que permita modelar decisiones, incertidumbres, objetivos o funciones de utilidad y relaciones causales ó lógicas
3. Construcción del árbol de decisión que implique decisiones, eventos aleatorios y resultados.
4. Desarrollar la función multicriterio que implique la la utilidad normalizada por objetivo y la asignación de pesos que en este caso se pretende se desarrolle mediante a la utilización del método AHP (Analytical Hierarchy Process) y contrastarla con el árbol de decisiones.
5. Desarrollo de un caso hipotético
6. Monitorear y revisar mediante métricas con la ayuda de un análisis de sensibilidad que permita pronosticar el futuro desempeño
7. Finalmente, resultados y discusión que versaran sobre la relevancia del pensamiento enfocado a valores en decisiones estratégicas, las fortalezas del modelo utilizado, las implicaciones para la gestión de proveedores, limitaciones del estudio, conclusiones y líneas futuras de investigación.

Caso de estudio

Se estructura como un modelo de decisión basado en el pensamiento enfocado a valores y en la identificación de objetivos fundamentales y medios

De acuerdo con el enfoque de Keeney [5], el primer paso del pensamiento enfocado a valores consiste en identificar

los objetivos fundamentales y los objetivos medios vinculados a la decisión de desarrollar proveedores. Esto se realiza mediante entrevistas, talleres o revisión de políticas organizacionales y la utilización de metodologías multicriterio que asigne pesos como el caso del AHP aunque en este estudio se construye a partir de un caso hipotético basado en prácticas comunes en la industria manufacturera. Lo cual se puede representar en la figura 1.

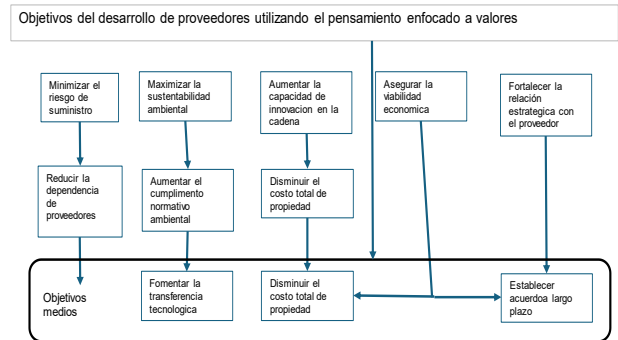


Figura 1 objetivos del pensamiento enfocado a valores (elaboración propia)

Para los objetivos fundamentales que representan el proceso principal de decisión, se recurre a la siguiente ecuación:

$$U_{OF_i} = \sum_{j=1}^n w_{ij} U_{OM_{ij}} \quad (1)$$

Donde:

U_{OF_i} es la utilidad del objetivo fundamental i .

$U_{OM_{ij}}$ representa los objetivos medios que influyen en OF_i

w_{ij} Son los pesos asociados a cada OM con la restricción:

$$\sum_{j=1}^n w_{ij} = 1 \quad (2)$$

En el presente estudio, cada objetivo fundamental es asociado directamente con un único objetivo medio clave lo que implica.

$$U_{OF_i} = U_{OM_{ij}} \quad (3)$$

Lo que da trazabilidad en el modelo y procura coherencia con los elementos desarrollados previamente.

Para la normalización de los objetivos medios se emplea la siguiente fórmula:

$$U_{OM_j} = \frac{X_j - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (4)$$

Donde:

U_{OM_j} es la utilidad del objetivo medio j ,

X_j es el valor observado,

X_{min} y X_{max} representan los valores mínimos y máximo aceptable.

A continuación, se procede a desarrollar los Objetivos Fundamentales (lo que la empresa realmente valora):

- F_1 . Minimizar el riesgo de suministro
- F_2 . Maximizar la sostenibilidad ambiental
- F_3 . Aumentar la capacidad de innovación en la cadena
- F_4 . Asegurar la viabilidad económica
- F_5 . Fortalecer la relación estratégica con el proveedor

Objetivos Medios (que contribuyen a los fundamentales):

- M_1 . Reducir la dependencia de proveedores únicos
- M_2 . Aumentar el cumplimiento normativo ambiental
- M_3 . Fomentar la transferencia tecnológica
- M_4 . Disminuir el costo total de propiedad (TCO)
- M_5 . Establecer acuerdos de largo plazo.

Construcción del Diagrama de Influencia

De acuerdo con Keeney [5] “un diagrama de influencia es una herramienta de modelado que permite representar gráficamente los elementos clave de una decisión”, incluyendo:

- Decisiones (cuadrados)
- Incógnitas o incertidumbres (óvalos)
- Objetivos o funciones de utilidad (rombos)
- Relaciones causales o lógicas (flechas)

Para este caso de estudio se consideran las siguientes variables del diagrama:

- Decisión (D): Estrategia de desarrollo de proveedor
 - D_1 : Alianza estratégica con proveedor local
 - D_2 : Desarrollo de nuevo proveedor internacional
 - D_3 : Externalización total a un proveedor líder global
- Incertidumbres (U):
 - U_1 : Volatilidad de la demanda
 - U_2 : Cumplimiento ambiental futuro
 - U_3 : Desempeño del proveedor bajo condiciones de presión
 - U_4 : Estabilidad política/económica del proveedor
- Valores/Objetivos (V):
 - V_1 : Riesgo de suministro (F1)
 - V_2 : Sostenibilidad ambiental (F2)

- V_3 : Capacidad de innovación (F3)
- V_4 : Viabilidad económica (F4)
- V_5 : Relación estratégica (F5)

En el diagrama de influencia se conectan las decisiones con los valores a través de las incertidumbres, permitiendo visualizar qué factores afectan qué objetivos, y cómo se relacionan las alternativas con los resultados esperados, como se puede ver en la figura 2.

Diagrama de influencia para el desarrollo de proveedores

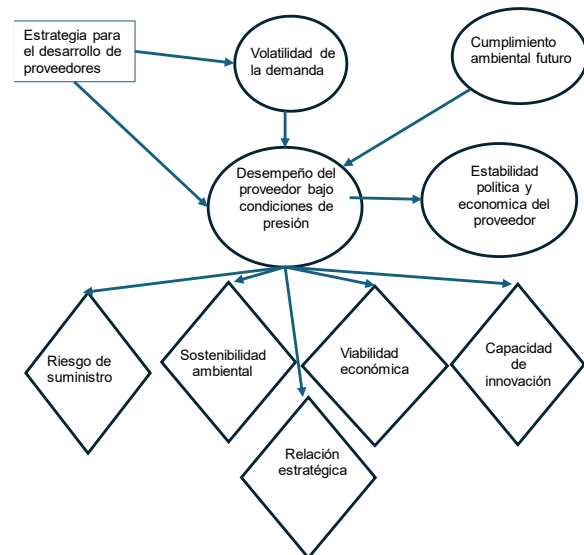


Figura 2 Diagrama de influencia para el desarrollo de proveedores (elaboración propia).

Construcción del Árbol de Decisión

Para la construcción del árbol de decisión será indispensable considerar las siguientes ecuaciones, para dos eventos independientes (cumplimiento ambiental y estabilidad económica):

$$P_{ij} = P(E_i) P(S_j) \quad (5)$$

Donde:

E_i = Evento de cumplimiento ambiental (Cumple/no cumple).

S_j = Evento de estabilidad (Estable/inestable).

Por lo que la utilidad esperada del escenario terminal queda como:

$$U_{ij} = u(E_i, S_j) \quad (6)$$

Las utilidades son asignadas según el modelo multicriterio, y se procede a calcular la contribución esperada de cada nodo terminal

$$CE_{ij} = P_{ij} U_{ij} \quad (7)$$

Donde:

P_{ij} = Probabilidad del escenario.

U_{ij} = Utilidad del escenario.

y se continua con el calculo del valor esperado de cada alternativa, tal como se muestra en la formula (8).

$$EU(A_k) = \sum_i \sum_j P_{ij} U_{ij} \quad (8)$$

Habiéndose estructurado el problema mediante el diagrama de influencia, se procede a construir el árbol de decisión, que muestra en la figura 3:

- Las decisiones iniciales (ramas desde la raíz)
- Los eventos inciertos (nodos probabilísticos)
- Los posibles resultados finales (hojas con valores o utilidades)

De acuerdo con Clemen [4] se desarrolla un ejemplo simplificado de árbol, mediante la combinación de nodos relacionados y la eliminación de redundancias:

1. Decisión: Selección de estrategia de proveedor (D_1, D_2, D_3)
2. Evento aleatorio: desempeño ambiental (Cumple / No cumple)
3. Evento aleatorio: estabilidad política (Alta / Baja)
4. Resultado: utilidad total esperada (calculada con función multicriterio)

Para cada hoja terminal del árbol se asigna una utilidad compuesta, obtenida a partir de una función de valor ponderada con base en los objetivos fundamentales identificados, como se muestra en la figura 3.

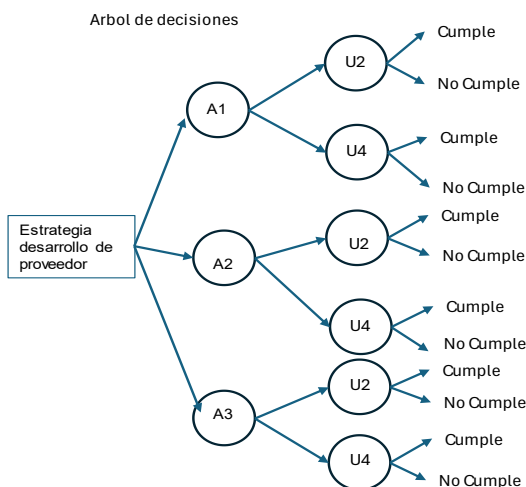


Figura 3. Árbol de decisiones para el desarrollo de proveedores ((elaboración propia).

Los resultados del árbol de decisión simplificado se muestran en la tabla 1

Tabla1. Resultado de los distintos escenarios del árbol de decisiones

Arbol de decisión escenarios y contribuciones

	Alternativa	Cumplimiento ambiental	Estabilidad económica	Probabilidad	Utilidad escenario	Contribución esperada	Valor esperado por alternativa
1	A1(Local)	Cumple	Estable	0.49	0.8	0.392	0.527
2	A1(Local)	Cumple	Inestable	0.21	0.2	0.042	
3	A1(Local)	No cumple	Estable	0.21	0.4	0.084	
4	A1(Local)	No cumple	Inestable	0.09	0.1	0.009	
5	A2(Internacional)	Cumple	Estable	0.21	0.8	0.168	0.4292
6	A2(Internacional)	Cumple	Inestable	0.49	0.35	0.1715	
7	A2(Internacional)	No cumple	Estable	0.09	0.53	0.0477	
8	A2(Internacional)	No cumple	Inestable	0.21	0.2	0.042	
9	A3(Global)	Cumple	Estable	0.3	0.67	0.201	0.5867
10	A3(Global)	Cumple	Inestable	0.7	0.551	0.3857	
11	A3(Global)	No cumple	Estable	0	0.59	0	
12	A3(Global)	No cumple	Inestable	0	0.472	0	

De acuerdo a lo presentado en la tabla 1 se obtienen tres distintos escenarios:

$$A_1 = 0.527$$

$$A_2 = 0.429$$

$$A_3 = 0.586$$

Que posteriormente se contrastaran con los resultados obtenidos por la función de valor multicriterio

Función de Valor Multicriterio

Para el cálculo de la función de valor multicriterio, se emplean las siguientes ecuaciones:

$$U_{Total} = \sum_{i=1}^m W_i U_{OF_i} \quad (9)$$

La utilidad esperada de cada alternativa en la Función de Valor Multicriterio (FVM) es calculada con la combinación del alineamiento del rendimiento de esa opción en cada objetivo, ponderado por la importancia relativa de cada objetivo involucrado.

Por ejemplo:

$$U_{total} = w_1 \cdot U_1 + w_2 \cdot U_2 + w_3 \cdot U_3 + w_4 \cdot U_4 + w_5 \cdot U_5$$

Donde:

- U_1 a U_5 = utilidad normalizada por objetivo
- w_1 a w_5 = pesos asignados a cada objetivo ($\sum w = 1$)

Los pesos pueden obtenerse mediante el uso del método AHP (Analytic Hierarchy Process).

Para la aplicación del caso hipotético de estudio será necesario contextualizar a la empresa de la siguiente forma.

Se considera que la empresa **TecnoAuto S.A.** es una compañía productora de autopartes ubicada en México, enfocada en la producción de componentes metálicos para la industria automotriz. Como parte de su estrategia de crecimiento y cumplimiento con regulaciones

ambientales internacionales (como las exigidas por organismos internacionales), la empresa se ve en la necesidad de desarrollar un proveedor clave de tratamiento de superficies metálicas (galvanoplastia), que cumpla con estándares de sostenibilidad, calidad y tiempos de entrega adecuados.

TecnoAuto enfrenta tres alternativas para asegurar el suministro de este insumo crítico:

- **A₁.** Alianza estratégica con proveedor local existente: proveedor con relaciones previas pero que necesita inversión y capacitación para cumplir nuevos estándares ambientales.
- **A₂.** Desarrollo de nuevo proveedor internacional (Brasil o Polonia): proveedor con experiencia en el sector y cumplimiento normativo, pero sin historial con TecnoAuto.
- **A₃.** Externalización completa a proveedor global (Tier 1): proveedor altamente calificado, con costos elevados y menor flexibilidad contractual.

La empresa busca evaluar estas alternativas considerando no solo los costos y riesgos, sino también su alineación con los valores estratégicos identificados.

Se procede a la aplicación del modelo de decisión que implica la contrastación de las alternativas contra los objetivos fundamentales como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Evaluación de alternativas vs. Objetivos fundamentales

Evaluación de alternativas vs. Objetivos fundamentales

Objetivo fundamental	A1 (Local)	A2(Internacional)	A3 (Global Tier 1)
F1. Minimizar riesgo de suministro	Medio	Bajo	Muy bajo
F2. Sostenibilidad ambiental	Bajo	Alto	Muy alto
F3. Capacidad de innovación.	Medio	Alto	Muy alto
F4. Viabilidad económica	Alto	Medio	Bajo
F5. Relación estratégica	Alto	Bajo	Bajo

Los niveles se transforman en una escala de utilidad normalizada (0–1), por ejemplo:

| Valor/Criterio | Bajo = 0.2 | Medio = 0.5 | Alto = 0.8 | Muy alto = 1.0 |

Con base en el análisis AHP se asignan los siguientes pesos a los objetivos

- **F₁:** 0.25 (Riesgo de suministro)
- **F₂:** 0.20 (Sostenibilidad)
- **F₃:** 0.20 (Innovación)
- **F₄:** 0.15 (Viabilidad económica)
- **F₅:** 0.20 (Relación estratégica)

Por lo que se obtiene como consecuencia el cálculo de la utilidad esperada como se muestra en la tabla 3

Tabla 3. Cálculo de la utilidad total esperada

Calculo de utilidad total esperada

Alternativa	U(F1)	U(F2)	U(F3)	U(F4)	U(F5)	Utilidad total
A1	0.5	0.2	0.5	0.8	0.8	0.555
A2	0.2	0.8	0.8	0.5	0.2	0.49
A3	1	1	1	0.2	0.2	0.67

En la siguiente tabla 4 se observa la contrastación con los resultados obtenidos en el árbol de decisiones.

Tabla 4. contrastación de FVM vs. árbol de decisiones

Contrastacion de FVM vs. Arbol de decisiones

Alternativa	Valor FVM	Valor esperado Arbol	Diferencia	Ranking FVM	Ranking arbol
1 A1(Local)	0.555	0.527	-0.028	2	2
2 A2(Internacional)	0.49	0.4292	-0.0608	3	3
3 A3(Global)	0.67	0.5867	-0.0833	1	1

Por lo que se puede observar en la tabla 4, **A₃** sigue siendo la mejor opción en ambos métodos, pero baja al incorporar riesgo (de 0.67 a 0.5867, -0.0833). Por otro lado, **A₁** casi no cambia (0.555 a 0.527, -0.028) más robusta al riesgo. Asimismo, **A₂** cae ligeramente (0.49 a 0.4292, -0.0608). Debido a lo anterior se hará el análisis y discusión en función de la FVM, dado que los "Rankings" son iguales y considerando que la FVM contempla más atributos.

Se realizó un análisis de sensibilidad para evaluar la estabilidad de la decisión ante cambios en las preferencias del tomador de decisiones. Por ejemplo, al incrementar el peso relativo del objetivo "viabilidad económica" de 0.15 a 0.30, y disminuir el peso de "riesgo de suministro" de 0.25 a 0.15, la utilidad total de la alternativa **A1** aumenta de 0.555 a aproximadamente 0.61, reduciendo significativamente la diferencia con **A₃** (que desciende a 0.62).

Este resultado indica que la elección óptima no es absoluta, sino que depende en gran medida de los valores y prioridades estratégicas de la organización. En contextos donde el presupuesto es una restricción crítica, o donde se busca fortalecer proveedores nacionales, la alternativa **A₁** podría ser preferida.

Resultados

La evaluación multicriterio basada en el pensamiento enfocado a valores permitió estimar la utilidad total esperada de tres alternativas de desarrollo de proveedores para la empresa TecnoAuto S.A. Estas utilidades se calcularon considerando cinco objetivos fundamentales ponderados: minimizar el riesgo de suministro, maximizar la sostenibilidad ambiental, aumentar la capacidad de innovación, asegurar la viabilidad económica y fortalecer la relación estratégica con el proveedor.

Los resultados de la evaluación se muestran en la tabla 3.

La alternativa con mayor utilidad total es **A₃**, la externalización a un proveedor global (Tier 1), con una

puntuación de 0.670, lo que refleja un alto cumplimiento de los objetivos estratégicos de TecnoAuto, particularmente en sostenibilidad ambiental, innovación y reducción de riesgo de suministro. Esta opción ofrece una solución técnica sólida y reduce significativamente la incertidumbre operativa, aunque con una menor viabilidad económica.

La alternativa A_1 , basada en una alianza estratégica con un proveedor local, obtuvo una utilidad total de 0.555. Si bien presenta fortalezas en términos de viabilidad económica y relación estratégica, su nivel actual de cumplimiento ambiental y capacidad de innovación es limitado, lo cual reduce su atractivo general. No obstante, su potencial de mejora mediante inversión en desarrollo tecnológico podría convertirla en una opción competitiva bajo ciertas condiciones.

La alternativa A_2 , correspondiente al desarrollo de un proveedor internacional nuevo, mostró la menor utilidad total (0.49), debido a la combinación de bajo control relacional y riesgos de estabilidad política y económica, a pesar de sus niveles aceptables de sostenibilidad e innovación.

Discusión

Los resultados obtenidos mediante el modelo de análisis de decisiones basado en el pensamiento enfocado a valores (VFT) da importantes implicaciones tanto para la teoría como para la práctica de la gestión de proveedores en la cadena de suministro.

A diferencia de los enfoques tradicionales que se centran en comparar alternativas existentes con base en criterios de evaluación establecidos, el enfoque VFT parte de la identificación explícita de los valores fundamentales de la organización dicha orientación permite construir alternativas alineadas con los fines estratégicos, permitiendo crear decisiones más estructuradas, coherentes y pertinentes. En el caso de la empresa objeto de estudio, los objetivos fundamentales como sostenibilidad ambiental, innovación y viabilidad económica se establecieron como criterios directrices del análisis, y no como atributos complementarios y/o alternos.

Esta perspectiva es valiosa en decisiones que involucran múltiples dimensiones cualitativas, cuantitativas y en trade-offs, como ocurre en el desarrollo de proveedores. En vez de solo limitarse a una evaluación técnica y/o económica de proveedores, el enfoque VFT permitió clarificar el impacto estratégico de cada opción, dando una representación más amplia y completa del problema.

La combinación del VFT con herramientas del análisis de decisiones (diagramas de influencia, árboles de decisión y funciones de utilidad ponderadas) demostró ser efectiva para modelar y simular:

- Las relaciones causales entre decisiones, incertidumbres y objetivos.
- Los probables escenarios futuros (cumplimiento ambiental, estabilidad política).
- El valor esperado de cada alternativa en función de los objetivos de la empresa.

Además, el análisis de sensibilidad permitió mostrar cómo la mejor alternativa puede variar dependiendo de los pesos asignados a los valores y su comportamiento en distintos escenarios, lo que fortalece el modelo como herramienta de apoyo a la toma de decisiones dinámicas, adaptables a diferentes contextos organizacionales o entornos económicos y sociales.

Los resultados sugieren que la alternativa óptima no siempre será la que ofrezca el menor costo o el mejor desempeño técnico, sino aquella que equilibre mejor los múltiples objetivos estratégicos de la empresa. Por ejemplo, aunque la opción A_3 ofrecía la utilidad más alta en este caso, su bajo desempeño en viabilidad económica podría impedir su implementación en ciertas circunstancias, considerando que es de especial interés el fortalecimiento de proveedores locales o la autonomía operativa.

Esto tiene como consecuencia que la gestión de proveedores debe ir más allá de la evaluación operativa, incorporando dimensiones estratégicas y de valor a mediano y largo plazos. Invertir en el desarrollo de proveedores locales (como en la alternativa A_1) podría ser coherente con una visión territorial sostenible, innovación colaborativa y desarrollo de capacidades internas.

Limitaciones del estudio

Este trabajo considero que tiene algunas limitaciones de importancia. Primero, siendo un caso hipotético, los valores, probabilidades y pesos asignados fueron estimados con base en supuestos de importancia racional, pero no validados empírica ni prácticamente. Segundo, el modelo no considera de forma directa restricciones de carácter financiero, normativas o de implementación que podrían variar la decisión en un entorno real. Tercero, no se considera la posibilidad de combinar estrategias (por ejemplo, alianzas mixtas o fases de transición), lo cual podría enriquecer y/o consolidar el análisis.

No obstante, estas limitaciones no le quitan valor al enfoque propuesto, sino por el contrario permiten abrir oportunidades y cerrar brechas para investigaciones futuras en entornos con cierta incertidumbre que integren modelos híbridos, herramientas de simulación o validación empírica con empresas y escenarios reales, como lo que se desarrolla al día de hoy.

Conclusiones y líneas futuras de investigación

El presente trabajo desarrolló un modelo de análisis de decisiones basado en el pensamiento enfocado a valores (Value-Focused Thinking,) VFT para sustentar la elección de estrategias de desarrollo de proveedores en cadenas de suministro. Con el apoyo de la identificación de objetivos fundamentales y medios, el uso de diagramas de influencia, árboles de decisión y funciones de utilidad ponderadas, el modelo permitió representar de forma clara y estructurada las opciones disponibles, los factores de incertidumbre y la alineación de las alternativas con los valores estratégicos de la empresa.

El caso de la aplicación hipotética mostrada se demostró que el enfoque basado en el VFT proporciona una ventaja competitiva clave sobre los modelos tradicionales centrados en estructuras y alternativas simples como los modelos multicriterio o el AHP, al promover decisiones más alineadas y claras con los fines organizacionales, más flexibles ante la incertidumbre, y más sustentables en el largo plazo. Los resultados o valores esperados se obtuvieron en base a la ecuación (8) mostrando que, si bien una solución técnicamente superior puede ser atractiva en términos de desempeño, su viabilidad depende de las prioridades estratégicas definidas por la empresa. Además, el análisis de sensibilidad permitió evaluar el desempeño de la utilidad de cada alternativa en función acorde a los cambios observados en los pesos asignados a los valores correspondientes.

Entre las principales contribuciones de este trabajo se encuentran:

- La propuesta de un marco conceptual integrador que combina VFT con herramientas clásicas del análisis de decisiones.
- La aplicación del modelo al desarrollo de proveedores como una problemática crítica pero poco abordada desde este enfoque tradicionalista.
- La demostración de la utilidad del pensamiento basado en valores para estructurar y evaluar decisiones complejas, multicriterio y en condiciones de incertidumbre.

Este trabajo abre escenarios que permitirán generar investigaciones futuras y útiles para los tomadores de decisiones tales como:

- Aplicación empírica del modelo en empresas reales, que permitan validar los objetivos, pesos y resultados.
- Integrar el modelo con herramientas de simulación dinámica y continua con la finalidad de evaluar el desempeño de cada estrategia en el tiempo.

- Desarrollo de modelos híbridos que consideren la combinación de alternativas (p. ej. alianzas temporales y desarrollo a largo plazo).
- Incluir criterios sociales y éticos, tales como equidad laboral y/o impacto comunitario, en la estructuración de valores.
- Automatización y vinculación del modelo con apoyo en sistemas de apoyo a decisiones (DSS) para uso directivo.

En resumen, el enfoque basado en valores representa una herramienta poderosa para mejorar la calidad y pertinencia de las decisiones estratégicas en entornos complejos y de incertidumbre, y su aplicación al desarrollo y gestión de proveedores puede fortalecer significativamente la competitividad y sostenibilidad de las cadenas de suministro globales, contemporáneas por lo que puede ser aplicable a cualquier contexto.

Referencias

- [1] A. Dorigoni, "Attributing responsibility in AI-assisted supply chain management decisions: The impact of outcomes on locus of control," *International Journal of Information and Operations Management Education*, vol. 8, no. 1, pp. 1–19, 2025, <https://doi.org/10.1504/ijiome.2025.10070390>
- [2] R. A. Howard, "Decision analysis: practice and promise," *Management Science*, vol. 34, no. 6, pp. 679–695, 1988. <https://doi.org/10.1287/mnsc.34.6.679>
- [3] W. Edwards, R. F. Miles, and D. von Winterfeldt, *Advances in Decision Analysis*. New York: Cambridge Univ. Press, 2007, pp. 13–32.
- [4] R. T. Clemen and R. L. Winkler, "Combining probability distributions from experts in risk analysis," *Risk Analysis*, vol. 19, pp. 187–203, 1999. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.1999.tb00399.x>
- [5] R. L. Keeney, "Creativity in decision making with value-focused thinking," *Sloan Management Review*, vol. 35, pp. 33–41, 1994.
- [6] Bai, Chunguang, Qingyun Zhu, and Joseph Sarkis. "Circular economy and circularity supplier selection: a fuzzy group decision approach." *International Journal of Production Research* 62.7 (2024): 2307-2330. <https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2037779>
- [7] M. Rahim et al., "Improved COPRAS method with unknown weights under p, q-quasirung orthopair fuzzy environment: Application to green supplier selection," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 69783–69795, 2024., <https://doi.org/10.1109/access.2024.3400016>
- [8] G. Kędzia, "The ambiguous impact of supplier involvement in product development on supplier relationship resilience and company performance," *Central European Management Journal*, vol. 32, no. 2, pp. 233–261, 2024. <https://doi.org/10.1108/cej-02-2023-0095>
- [9] C. Bai, K. Govindan, and D. Dhavale, "Optimal selection and investment-allocation decisions for sustainable supplier development practices," *Ann. Oper. Res.*, vol. 335, no. 1, pp. 1–31, 2024., <https://doi.org/10.1007/s10479-023-05367-6>
- [10] S. Seuring et al., "Reflecting on theory development in sustainable supply chain management," *Cleaner Logistics and Supply Chain*, vol. 3, p. 100016, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2021.100016>

- [11] R. Kauffman and L. Pointer, "Impact of digital technology on velocity of B2B buyer-supplier relationship development," *J. Bus. Ind. Mark.*, vol. 37, no. 7, pp. 1515–1529, 2022., <https://doi.org/10.1108/jbim-07-2020-0326>
- [12] J. Um and N. Han, "Understanding the relationships between global supply chain risk and supply chain resilience: The role of mitigating strategies," *Supply Chain Management*, vol. 26, no. 2, pp. 240–255, 2021. <https://doi.org/10.1108/scm-06-2020-0248>
- [13] Y. L. Li et al., "A multi-agent digital twin-enabled decision support system for sustainable and resilient supplier management," *Comput. Ind. Eng.*, vol. 187, p. 109838, 2024., <https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109838>
- [14] S. S. Coşkun, M. Kumru, and N. M. Kan, "An integrated framework for sustainable supplier development through supplier evaluation based on sustainability indicators," *J. Cleaner Prod.*, vol. 335, p. 130287, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130287>
- [15] A. A. Bekele, G. Mahesh, and P. V. Ingle, "Enhancing SMCs' competitiveness through improving material supply chain management practice," *Int. J. Constr. Manage.*, vol. 25, no. 1, pp. 77–88, 2025 <https://doi.org/10.1080/15623599.2024.2304471>
- [16] T. Fatima and S. Elbanna, "Corporate social responsibility (CSR) implementation: A review and a research agenda towards an integrative framework," *J. Bus. Ethics*, vol. 183, no. 1, pp. 105–121, 2023 <https://doi.org/10.1007/s10551-022-05047-8>
- [17] S. S. S. Goswami et al., "Artificial intelligence-enabled supply chain management: Unlocking new opportunities and challenges," *Artificial Intelligence and Applications*, vol. 3, no. 1, 2025. <https://doi.org/10.47852/aia42021814>
- [18] A. Kari et al., "Governing the emergence of network-driven platform ecosystems," *Electronic Markets*, vol. 35, no. 1, p. 4, 2025. <https://doi.org/10.1007/s12525-024-00745-9>
- [19] C. R. Loza Adai, "The principle of regeneration in circular economy: Revitalising for resilience," in *Circular Economy in Sustainable Supply Chains: A Global Perspective on Challenges, Concepts, and Cases*. Cham: Springer Nature Switzerland, 2025, pp. 49–60. https://doi.org/10.1007/978-3-031-70749-0_4
- [20] S. Bag and M. S. Rahman, "Navigating circular economy: Unleashing the potential of political and supply chain analytics skills among top supply chain executives for environmental orientation, regenerative supply chain practices, and supply chain viability," *Business Strategy and the Environment*, vol. 33, no. 2, pp. 504–528, 2024., <https://doi.org/10.1002/bsc.3507>
- [21] A. F. Momena et al., "Ranking and challenges of supply chain companies using MCDM methodology," *Logistics*, vol. 8, no. 3, p. 87, 2024 <https://doi.org/10.3390/logistics8030087>
- [22] J. Gonçalves, F. A. F. Ferreira, A. Milici, and N. C. M. Q. F. Ferreira, "Value-Focused Thinking and Interpretive Structural Modeling in the Development of Resilience-Enhancing Initiatives in SMEs," *Strategic Change*, 2025, <https://doi.org/10.1002/jsc.2617>
- [23] M. D. Resnik, *Choices*. Minneapolis: Univ. of Minnesota Press, 1987, pp. 88–96.
- [24] R. T. Clemen, *Making Hard Decisions: An Introduction to Decision Analysis*, 2nd ed. Duxbury Press, 1996.