



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i3.1568>

Ciencias Económicas y Empresariales

Artículo de revisión

Fundamentos de la Investigación Operativa en las Ciencias Económicas

Fundamentals of Operations Research in Economic Sciences

Fundamentos da Pesquisa Operacional em Ciências Econômicas

Mirna Carolina Bedoya- Flores ¹
mirnadedoyaf@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9398-3397>

Correspondencia: mirnadedoyaf@gmail.com

***Recibido:** 10 de septiembre de 2020 ***Aceptado:** 09 de noviembre de 2020 * **Publicado:** 06 de diciembre de 2020

- I. Ingeniera en Contabilidad y Auditoría CPA, Docente Investigador de la Carrera de Ingeniería Química de la Facultad de Ingenierías en la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Esmeralda, Ecuador.

Resumen

En la actualidad, es ineludible todos los cambios que se han estado produciendo en los últimos años, afianzado por la pandemia Covid-19, en el que la economía mundial ha sido altamente afectada. En este sentido, se requiere de un mayor impulso en el conocimiento de metodologías para la toma de las mejores decisiones, las cuales se deben llevar a cabo desde las instituciones a nivel superior desde las carreras donde se encuentren insertadas las ciencias económicas. Por tanto, el presente artículo, tiene como objetivo conocer los fundamentos de la investigación operativa en las ciencias económicas, planteando en su desarrollo elementos teóricos que se sustentan el estudio, a saber: investigación operativa (IO), la IO como apoyo a la toma de decisiones, trayecto para aplicación en las fases de una investigación operativa, importancia para la formación profesional y la clasificación de modelos matemáticos. Luego de este apartado, se muestran las consideraciones finales y las referencias bibliográficas, todo bajo una metodología documental.

Palabras claves: Fundamentos; investigación operativa; toma de decisiones; formación; modelos.

Abstract

At present, all the changes that have been taking place in recent years, strengthened by the Covid-19 pandemic, in which the world economy has been highly affected, are inescapable. In this sense, a greater impulse is required in the knowledge of methodologies for making the best decisions, which must be carried out from institutions at a higher level from the careers where the economic sciences are inserted. Therefore, the present article aims to know the foundations of operations research in economics, proposing in its development theoretical elements that support the study, namely: operations research (IO), IO as support for taking of decisions, path for application in the phases of an operations research, importance for professional training and the classification of mathematical models. After this section, the final considerations and bibliographic references are shown, all under a documentary methodology.

Keywords: Fundamentals - Operations Research - Decision making - Training - Models.

Resumo

Atualmente, todas as mudanças ocorridas nos últimos anos são inevitáveis, potencializadas pela pandemia Covid-19, que afetou fortemente a economia mundial. Nesse sentido, é necessário um maior impulso no conhecimento de metodologias para a tomada de melhores decisões, que devem ser realizadas a partir de instituições de nível superior das carreiras onde as ciências econômicas estão inseridas. Portanto, o presente artigo tem como objetivo conhecer os fundamentos da pesquisa operacional em economia, propondo no seu desenvolvimento elementos teóricos que sustentam o estudo, a saber: pesquisa operacional (IO), IO como suporte para a de decisões, caminho para aplicação nas fases de uma pesquisa operacional, importância para a formação profissional e a classificação de modelos matemáticos. Após esta seção, são apresentadas as considerações finais e referências bibliográficas, todas sob uma metodologia documental.

Palavras-chave: Fundamentos - Pesquisa Operacional - Tomada de decisão - Treinamento - Modelos.

Introducción

En Ecuador, en la zona noroccidental del país, está ubicada la provincia de Esmeraldas, que es una de las 24 provincias que lo conforman. Ella se encuentra en un área geográfica denominada región litoral o de la costa, donde la ciudad de Esmeraldas es la urbe más poblada y en territorio más amplio de dicha provincia. Aquí, las actividades principales están dadas por el comercio, la industria, la agricultura y la ganadería; por tanto, dependen de la exportación de banano y camarón, aunado a que se producen productos tales como el café, cacao y tabaco, y un movimiento económico amplio en los sectores de pesca, turismo y petroquímica, los cuales se han visto afectados por la pandemia de Coronavirus (Covid-19).

De todo lo anteriormente mencionado, es importante destacar que todos estos sectores se movilizan de acuerdo a la economía. Por lo cual, la economía “estudia la manera en tomamos decisiones bajo condiciones de escasez, así como las implicaciones de estas decisiones para la sociedad en general. Los recursos limitados nos llevan a pensar permanentemente en los “trade-offs” de los consumidores, negocios y naciones” (Cortés, Gallego y Sepúlveda, 2012).

Así, los mencionados autores detallan que en la economía es importante en el estudio del impacto de las políticas públicas que varían desde medidas regulatorias en sectores específicos hasta las medidas transversales de estabilización y promoción del crecimiento. El efecto que tienen estas políticas en el bienestar de los ciudadanos es uno de los aspectos fundamentales que busca entender la economía. Por lo cual, es fundamental desarrollar a los futuros profesionales con competencias de pensamiento crítico, que permita aplicar el análisis económico para evaluar los asuntos cotidianos, las propuestas de política pública, así como entender el rol de los supuestos en la argumentación económica que utilizará para expresar sus opiniones y tomar decisiones (Cortés, Gallego y Sepúlveda, 2012).

Por otro lado, la ciudad Esmeraldas está dotada de una importante infraestructura para la educación en todos los niveles, que garantiza los estudios de sus pobladores, destacándose las universidades (tales como: la Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Esmeraldas – PUCESE y la Universidad Técnica Particular de Loja – UTPL), las cuales tienen la responsabilidad de garantizar en el ámbito académico la instrucción y transferencia del conocimiento.

En este sentido, para el sector económico, comercial, administrativo, empresarial y en cualquier institución pública o privada, es importante que su personal y quienes pueden ser el futuro relevo de todas estas organizaciones, tengan el conocimiento y estén adiestrados en cuanto a la aplicación de la investigación operativa – IO, también denominada investigación de operaciones. Por consiguiente, toda aquella persona que se desempeñe en la actualidad o desee cursar estudios en el área de las ciencias económicas, requiere no solo conocer su definición sino también saber su importancia, detalles de sus características y su aplicación, entre otros aspectos, para la debida toma de decisiones.

Ahora bien, la IO, refiere a una aplicación del método científico, donde un equipo multidisciplinario, requiere resolver situaciones problemáticas relacionados al control y operacionalización de una organización, para tal efecto, según Ratto y Vidal (2003) la IO, “puede llegar a ser visualizada como una herramienta relativamente simple al lado de otras, pero a la vez muy poderosa, con la consecuente tentación de aplicarla en muchas situaciones en que ello no procede, por parte de personas no calificadas”, (p. 5). Los mencionados autores, indican que “sólo

un profundo conocimiento de los aspectos teóricos involucrados, permitirá al usuario lograr un adecuado aprovechamiento de esta herramienta y del software disponible” (p. 6).

Es evidente, que la IO es un área de las ciencias económicas que se aplica en diversas ramas y estudios de licenciaturas e ingenierías, que puede ser utilizada en la gerencia, planificación y control de riesgos, donde se maximice el rendimiento y se minimicen los costos. Si en los últimos años la actividad económica ha estado en situaciones de transformación, ahora con la situación por emergencia a nivel mundial por la pandemia antes mencionada, existe una problemática inédita, de ambigüedad e incertidumbre, que requiere de la mayor capacidad posible en la apropiada toma de decisiones, y con ello se empleará en mayor uso las herramientas tecnológicas como nueva tendencia y que permitirán en menor tiempo el desarrollo de la metodología y la solución a cada problemática.

En otras palabras, las nuevas tendencias tecnológicas que se presentan a nivel global, dan oportunidad a quienes manejen la IO mayor posibilidad de enfrentar los retos a futuro y a ello no escapa todo lo que se refiere al ámbito de las ciencias económicas en la provincia de Esmeraldas. El artículo que se presenta, tiene como objetivo conocer los fundamentos de la investigación operativa en las ciencias económicas, con ello se plantea en el desarrollo unos elementos teóricos en el que se sustenta el estudio y que se muestra en los siguientes párrafos, con sus respectivas consideraciones al final. Es importante destacar que se elaboró bajo una metodología documental, como base de la construcción del conocimiento a través de la recolección y selección de la información en este aspecto de la IO.

Desarrollo

Para el cuerpo teórico, se presenta a continuación los elementos que apoyan el tema del artículo, a saber: Investigación Operativa (IO), la IO como apoyo a la toma de decisiones, Trayecto para aplicación en las fases de una investigación operativa, importancia para la formación profesional y la clasificación de modelos matemáticos.

Investigación Operativa (IO)

De acuerdo a los documentos desarrollados por la Universidad de la República Oriental del Uruguay (2016), en relación a la IO, enuncian que en esta disciplina se destacan las características esenciales que se muestran a seguidamente:

- Una fuerte orientación a teoría de sistemas,
- La participación de equipos interdisciplinarios, y
- La aplicación del método científico en apoyo a la toma de decisiones.

En base a estas propiedades, refieren los expertos de la universidad antes mencionada, que una posible definición de la IO es:

"La aplicación del método científico por equipos interdisciplinarios a problemas que comprenden el control y gestión de sistemas organizados (hombre- máquina); con el objetivo de encontrar soluciones que sirvan mejor a los propósitos del sistema (u organización) como un todo, enmarcados en procesos de toma de decisiones" (p., 3).

Por otro lado, en opinión de Ochoa (2014), la IO incorpora modelos matemáticos, estadísticos y algoritmos para modelar y resolver problemas complejos, determinando la solución óptima y mejorando la toma de decisiones sea el campo en el cual se esté implementando. El autor refiere que esta disciplina relativamente moderna nace a partir de ciertos servicios militares que se prestaron a inicios de la Segunda Guerra Mundial. En aquel entonces existía el apremio de asignar recursos escasos a las distintas maniobras militares, así como, las diversas acciones que conformaban cada operación de la manera más eficaz.

Para tal efecto, Valencia (2018) indica que la IO "es una ciencia multidisciplinaria que aparece en muchos campos del ámbito industrial, empresarial y de la administración pública" (p.,16). De hecho, indica el autor, en el estudio de la IO se puede enfatizar en los aspectos teóricos de los modelos matemáticos o bien en los aspectos prácticos, ya que infiere en que estudiar de forma exclusiva modelos matemáticos, aun siendo importante para la IO, no constituye el principal ejercicio de la misma, es necesario verificar la aplicabilidad de los resultados que se deriven de los modelos matemáticos.

Por tanto, para estudiar tantos aspectos teóricos como prácticos de la IO estableciendo puentes con las diversas áreas de conocimiento donde se aplica, se puede obtener una visión clara y precisa de éstas a través de diversos textos, manuales, en donde especifican las técnicas operativas y sus procedimientos de acuerdo a diversos autores que pueden encontrarse en este momento de

coyuntura por la pandemia en la web y a través de portales específicos de universidades a nivel global.

En este sentido, para Gómez, Córdova y Merino (2020), la IO, son; *"Técnicas o métodos cuantitativos que nos ayudan a implantar modelos de procesos de la empresa para tomar la mejor decisión, este es un trabajo que regularmente se lo debe realizar por un grupo multidisciplinario, que se puede plantear los modelos más cercanos a la realidad y analizar los resultados"* (p., 2).

Por lo cual, indican los mencionados autores, que "es una ciencia, porque se basa en técnicas y modelos matemáticos para tomar una decisión y un arte porque nos incentiva a desarrollar modelos de manera creativa" (p., 2).

En definitiva y tal como expresa Valencia (2018), la IO es una disciplina moderna que utiliza modelos matemáticos, estadísticos y algoritmos para modelar y resolver problemas complejos, determina la solución óptima y mejora la toma de decisiones, la cual se inserta como materias obligatorias de la malla curricular u optativa en muchas carreras universitarias y en cursos específicos aplicados para el conocimiento de esta metodología en las diversas áreas de las ciencias económicas y en la actualidad la IO integra contenido sobre la programación lineal, programación no lineal, programación dinámica, simulación, teoría de colas, teoría de inventarios, teoría de grafos, entre otros.

La IO como apoyo a la toma de decisiones

Para la Universidad de la República Oriental del Uruguay (2016), los procesos de decisión pueden desarrollarse bajo diversas situaciones, las cuales pueden ser: deterministas, aleatorias, de incertidumbre, o de competencia. Para tal efecto, estas situaciones se modelan a través de sistemas que también serán tomados desde ese mismo punto de vista, en donde (p., 5):

Los sistemas determinísticos interpretan la realidad bajo el principio de que todo es conocido con certeza, los sistemas basados en situaciones aleatorias, de incertidumbre o de competencia, asocian la incertidumbre a los fenómenos a analizar, incertidumbre que puede resultar de la variación propia de los fenómenos (variaciones que eluden a nuestro control, pero que tienen un patrón específico) o incertidumbre resultante de la propia inconsistencia de esos fenómenos.

Trayecto para aplicación en las fases de una investigación operativa

De acuerdo a Valencia (2018:20), las fases para aplicar la metodología de la IO es la siguiente:

1. Definición del problema. Descripción de los objetivos del sistema, es decir, qué se desea optimizar; identificar las variables implicadas, ya sean controlables o no; determinar las restricciones del sistema. También hay que tener en cuenta las alternativas posibles de decisión y las restricciones para producir una solución adecuada.

2. Construcción del modelo. El investigador operativo debe decidir el modelo a utilizar para representar el sistema. Debe ser un modelo tal que relacione a las variables de decisión con los parámetros y restricciones del sistema. Los parámetros (o cantidades conocidas) se pueden obtener ya sea a partir de datos pasados, o ser estimados por medio de algún método estadístico.

Es recomendable determinar si el modelo es probabilístico o determinístico. El modelo puede ser matemático, de simulación o heurístico, dependiendo de la complejidad de los cálculos matemáticos que se requieran. La construcción del modelo matemático de manera general se puede resumir en cuatro pasos:

- **Identificar las variables de decisión.** Un paso crucial en la construcción de un modelo matemático es determinar aquellos factores sobre los que el decidor tiene control, que normalmente se llaman variables de decisión del problema. Hay que distinguir entre lo que está al alcance para cambiar (por ejemplo, la cantidad de artículos a producir de cada producto o el material a utilizar) de aquello que no se puede modificar (como el número de horas de trabajo disponibles o fechas límite a cumplir compromisos), que normalmente se denominan parámetros. Según el tipo de problema, lo que a veces es una variable de decisión en otros casos puede ser un parámetro o viceversa. Para identificar las variables de decisión, puede ser útil hacerse las siguientes preguntas: ¿qué es lo que hay que decidir? o ¿sobre qué elementos tenemos control? o ¿cuál sería una respuesta válida para este caso?
- **Identificar la función objetivo.** El objetivo de la mayoría de los estudios de IO y el de todos los modelos de optimización, es encontrar el modo de perfeccionar alguna medida respetando las restricciones existentes. A la hora de encontrar la función objetivo, unos ejemplos de pregunta que se puede hacer son: ¿qué es lo que se quiere conseguir? o si estuviera en posición de gerente sería, ¿qué interesaría más en pro de beneficiar a la organización y al equipo que lo compone?

- **Identificar las restricciones.** En la búsqueda de la solución óptima, normalmente existen ciertas restricciones que acorta la decisión final, como, por ejemplo: los recursos disponibles limitados, fechas impuestas por los contratos y obstáculos impuestos por la naturaleza del problema.
- **Traducir los elementos anteriores a un modelo matemático.** Una vez identificados los elementos básicos hay que expresarlos matemáticamente. Lo cual, se desarrollará dependiendo de la naturaleza de las funciones matemáticas, el modelo será de un tipo u otro; por ejemplo, si todas ellas son lineales, el problema será de programación lineal; si existe más de una función objetivo, será de programación multicriterio.

3. Solución del modelo. Una vez que se tiene el modelo, se procede a resolver el problema aplicando las técnicas matemáticas del método gráfico o simplex, de esta manera se llega a la solución óptima del problema. Se debe considerar que las soluciones que se obtienen en este punto del proceso, son matemáticas y se deben interpretar en el mundo real. Además, para la solución del modelo, se deben realizar análisis de sensibilidad, y ver cómo se comporta el modelo a cambios en las especificaciones y parámetros del sistema. Esto se hace, debido a que los parámetros no necesariamente son precisos y las restricciones pueden estar equivocadas.

4. La validación del modelo. La validación de un modelo requiere que se determine si puede predecir con certeza el comportamiento del sistema. Un método común para probar la validez del modelo, es someterlo a datos pasados disponibles del sistema actual y observar si reproduce las situaciones pasadas del sistema. Pero como no hay seguridad de que el comportamiento futuro del sistema continúe replicando el comportamiento pasado, entonces siempre se debe estar atentos a los diferentes cambios posibles del sistema con el tiempo, para poder ajustar adecuadamente el modelo.

5. La Implantación de la solución. Consiste en traducir los resultados del modelo validado en instrucciones para el usuario o gerentes responsables que serán los que tomen las decisiones finales.

Importancia para la formación profesional.

Para los autores Gómez, Córdova y Merino (2020), en la actualidad con el impulso de las nuevas tecnologías y técnicas modernas, la IO "es automatizada, para poder optimizar el tiempo de resolución de los modelos matemáticos cuantitativos, para lo cual se dispone de software para

cumplir con el objetivo, pero que no servirán si no se tiene claro conceptos, aplicación e interpretación" (p., 3).

En este sentido, toda empresa grande o mediana, aplica muchísimo y con excelentes resultados los métodos de la IO, puesto que ha contribuido eficazmente a afinar una gran parte de sus objetivos (Gómez, Córdova y Merino, 2020).

Así los mismos autores, mencionan que la IO no toma decisiones por sí misma, su función es la de asesorar y apoyar a quien o quienes deciden, determinando las diversas situaciones que se presentan en la marcha de las organizaciones.

Clasificación de modelos matemáticos

En la IO, no se cuenta con una técnica general única para resolver todos los modelos que puedan surgir en la práctica (Taha, 2012:5). Refiere el mencionado autor, que, en su lugar, el tipo y complejidad del modelo matemático determina la naturaleza del método de solución.

La técnica de IO más importante es la programación lineal, está diseñada para modelos con funciones objetivo y restricciones lineales, otras técnicas incluyen la programación entera, la programación dinámica, la programación de red y la programación no lineal (Taha, 2012).

El autor menciona que una peculiaridad de la mayoría de las técnicas de IO es que por lo general las soluciones no se obtienen en formas cerradas (como si fueran fórmulas), sino que más bien se determinan mediante algoritmos. Un algoritmo proporciona reglas fijas de cálculo que se aplican en forma repetitiva al problema y cada repetición (denominada iteración) acerca la solución a lo óptimo. Como los cálculos asociados con cada iteración suelen ser tediosos y voluminosos, es recomendable que estos algoritmos se ejecuten con la computadora.

Algunos modelos matemáticos pueden ser tan complejos que es imposible resolverlos con cualquiera de los algoritmos de optimización disponibles, en donde probablemente sea necesario abandonar la búsqueda de la solución óptima y buscar una buena solución aplicando la heurística y la metaheurística, o bien reglas empíricas (Taha, 2012).

Sin embargo, en relación a lo que proporciona Gómez, Córdova y Merino (2020) quienes citan a (Rodríguez Acosta, 2011:15), sobre información de la clasificación de los modelos matemáticos,

indican que éstos son verdaderas representaciones de la realidad y que toman la forma de cifras o símbolos matemáticos. En tal sentido, una ecuación es un claro ejemplo de un modelo matemático usado en IO y hacen una clasificación para tomar en consideración, a saber:

- Cuantitativos:

- Programación lineal
- Teoría de probabilidades
- Teoría de decisiones
- Teoría de juegos, etc.

- Cualitativos:

- Estándar y hechos a la medida
- Probabilístico y determinístico
- Descriptivos y de optimización
- Estáticos y dinámicos
- Simulación y no simulación.

Consideraciones finales

A continuación, se dan a conocer las consideraciones finales a las que se llega en el artículo presentado:

- Importantes aportes de investigación científica en las universidades ecuatorianas y en específico con sede en ciudad Esmeraldas, han trabajado con la metodología de IO, arrojando productos en beneficio a la organización en la que se ha implementado y a la colectividad.
- Se debe tener en consideración que el así se maneje el mejor software y mejor modelo, no servirá si no se saben interpretar para tomar las mejores decisiones.
- Existe mucha bibliografía respecto a la IO, sin lugar a dudas, la aplicación de esta metodología es lo que hace oportuno conocer el entorno laboral con los recursos que cuente y sus limitaciones para solventar de manera óptima en el menor tiempo posible.

Referencias

1. Cortés, D., Gallego, J. y Sepúlveda, C. (2012). Introducción a la ciencia económica. <https://n9.cl/rkyf4>
2. Gómez, E., Córdova, M. y Merino, V. (2020). Investigación Operativa I. <https://n9.cl/kbrid>
3. Ochoa, G. (2014). Optimización de corte de varillas de acero de construcción. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/19839/1/tesis.pdf>
4. Ratto, R. y Vidal, E. (2003). Programación lineal para administración. (1a ed.) Valparaíso, Chile: Ediciones universitarias de Valparaíso. <https://n9.cl/mst3y>
5. Rodríguez Acosta, S. (2011). Investigación operativa volumen I. Quito: Impresores MYL. <https://docplayer.es/88151834-Investigacion-operativa-i.html>
6. Rodríguez, I. (2011). Investigación operativa - sistemas cuantitativos. <http://investigacionoperativasmra.blogspot.com/>
7. Taha, H. (2012). Investigación de operaciones. <https://n9.cl/24m1>
8. Universidad de la República Oriental del Uruguay. (2016). Introducción a la investigación de operaciones. Facultad de Ingeniería. <https://n9.cl/o901>
9. Valencia, E. (2018). Investigación operativa. Programación lineal, problemas resueltos con soluciones detalladas. <https://n9.cl/kqzs>.

References

1. Cortés, D., Gallego, J. and Sepúlveda, C. (2012). Introduction to economics. <https://n9.cl/rkyf4>
2. Gómez, E., Córdova, M. and Merino, V. (2020). Operational Research I. <https://n9.cl/kbrid>
3. Ochoa, G. (2014). Construction steel rod cutting optimization. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/19839/1/tesis.pdf>
4. Ratto, R. and Vidal, E. (2003). Linear programming for administration. (1st ed.) Valparaíso, Chile: University editions of Valparaíso. <https://n9.cl/mst3y>
5. Rodríguez Acosta, S. (2011). Operational research volume I. Quito: Printers MYL. <https://docplayer.es/88151834-Investigacion-operativa-i.html>
6. Rodríguez, I. (2011). Operational research - quantitative systems. <http://investigacionoperativasmra.blogspot.com/>

7. Taha, H. (2012). Operations research. <https://n9.cl/24m1>
8. University of the Oriental Republic of Uruguay. (2016). Introduction to operations research. Faculty of Engineering. <https://n9.cl/o901>
9. Valencia, E. (2018). Operative investigation. Linear programming, problems solved with detailed solutions. <https://n9.cl/kqzs>.

Referências

1. Cortés, D., Gallego, J. e Sepúlveda, C. (2012). Introdução à economia. <https://n9.cl/rkyf4>
2. Gómez, E., Córdova, M. e Merino, V. (2020). Pesquisa Operacional I. <https://n9.cl/kbrid>
3. Ochoa, G. (2014). Otimização do corte da haste de aço para construção. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/19839/1/tesis.pdf>
4. Ratto, R. e Vidal, E. (2003). Programação linear para administração. (1ª ed.) Valparaíso, Chile: Edições universitárias de Valparaíso. <https://n9.cl/mst3y>
5. Rodríguez Acosta, S. (2011). Volume de pesquisa operacional I. Quito: Printers MYL. <https://docplayer.es/88151834-Investigacion-operativa-i.html>
6. Rodríguez, I. (2011). Pesquisa operacional - sistemas quantitativos. <http://investigacionoperativasmra.blogspot.com/>
7. Taha, H. (2012). Investigação de operações. <https://n9.cl/24m1>
8. Universidade da República Oriental do Uruguai. (2016). Introdução à pesquisa operacional. Faculdade de Engenharia. <https://n9.cl/o901>
9. Valencia, E. (2018). Investigação operatória. Programação linear, problemas resolvidos com soluções detalhadas. <https://n9.cl/kqzs>.