

# HERRAMIENTA DE APOYO A LA DECISIÓN EN PROCESOS DE FINANCIAMIENTO DE PROYECTOS MULTICRITERIALES

Mario Guerrero, Gilberto Rivera y Karla Olmos

**Resumen**— La selección de cartera de proyectos es una de las estrategias más redituables financieramente para una empresa, tanto en el sector público, como el privado. Ejemplos del problema de selección de cartera se encuentran en las convocatorias de financiamiento gubernamentales realizadas con el fin de apoyar programas de asistencia social, disminución de la pobreza, regulaciones ambientales, entre otros tipos. Sin embargo, aunque es un tema recurrente, carece de metodologías confiables que permitan obtener los mejores resultados, debido a que los métodos en la literatura actual fallan en el manejo a gran escala de las instancias multicriteriales. Con este trabajo de investigación se pretende mejorar los resultados obtenidos en los problemas de cartera, utilizando enfoques híbridos que combinan las técnicas meta-heurísticas y la programación matemática.

**Términos**— Decisión Multicriterio, Herramienta de decisión multicriterio, Many-Objective Optimization, Programación Matemática, Programación Entera Lineal, Optimización de Colonia de Hormiga, Optimización Multiobjetivo, Selección de Cartera.

## 1 INTRODUCCIÓN

La selección de cartera de proyectos es uno de los procesos de mayor trascendencia en el crecimiento financiero de una institución. Este problema carece de metodologías genéricas confiables, por lo que generalmente las organizaciones, ante la complejidad de este problema, optan por aplicar procedimientos empíricos y heurísticas organizacionales que, aunque es bien conocido que no garantizan soluciones siquiera cercanas a la óptima (Rivera, 2015; Fernández et al., 2015; Fernández et al., 2011; Sapag et al., 2008), parecen ser actualmente la alternativa más viable si se consideran las dimensiones de los problemas con los que tienen que tratar.

Comúnmente el presupuesto para el financiamiento de proyectos termina siendo insuficiente para apoyar a todos los proyectos propuestos, por lo que la tarea de seleccionar la cartera de proyectos que genere los mayores beneficios acorde a las objetivos organizacionales se queda encomendada a una entidad decisora (*Decision Maker*, DM). El impacto de cada uno de los proyectos es caracterizado en varias categorías de beneficio, las cuales determinan su potencial para recibir financiamiento. Los métodos en la literatura actual fallan en el manejo a gran escala de instancias multicriteriales. Actualmente, existen en la literatura modelos matemáticos que logran lidiar con miles de proyectos (Arrutia, M. et al., 2016), sin embargo estos tienden a relajar el problema integrando los distintos criterios en una función objetivo única, perdiendo de vista los distintos factores de la naturaleza multiobjetivo. Con este trabajo de investigación se pretende mejorar los resultados obtenidos en los problemas de cartera, utilizando enfoques híbridos que combinan las técnicas metaheurísticas y de programación matemática con el fin de mejorar los resultados obtenidos y generar una herramienta que pueda ser utilizada en instancias reales.

## 2 AVANCES DEL PERIODO

Dentro de las actividades realizadas durante el periodo que comprende agosto a noviembre del 2018, se encuen-

### 2.1 Avances de la tesis

Se logró completar con la redacción de los fundamentos principales de este trabajo de investigación así como una introducción a la importancia de la problemática que se pretende resolver. Se explicaron adecuadamente las motivaciones y la justificación de este trabajo, así como también los objetivos y las limitaciones que tendrá la realización de este proyecto. Por otra parte el capítulo dos ilustra el marco teórico que es necesario para comprender los conceptos necesarios para poder resolver el problema de cartera en el ámbito multicriterio, además de algunos de los avances existentes en la literatura.

Las últimas secciones del segundo capítulo contienen bastante fundamentación que provee de ideas que pueden ser utilizadas para resolver el problema. Este capítulo cierra con algunas muestras de la literatura existente donde se han logrado hibridar los métodos de programación matemática y las técnicas metaheurísticas. Por otro lado, la investigación realizada de la literatura existente sobre la hibridación de los métodos aun continua, esto con la finalidad de encontrar mas ideas que puedan ser aplicadas a nuestro proyecto.

Dentro de los avances concernientes a la herramienta de ayuda en la selección de cartera, se encuentra la hibridación de uno de los métodos de programación matemática (suma ponderada), dentro de la generación de la población inicial y la experimentación de las combinaciones posibles de los anteriores avances que se tenían con la hibridación en la búsqueda local. Los resultados obtenidos se han estado documentando con el fin de comprobar si hay mejoras en la resolución del problema de cartera, sin embargo aún existen otras ideas que están pendientes de ser implementadas.

### 2.2 Presentación de artículo en el VII Congreso de la Sociedad Mexicana de Investigación de Operaciones

El artículo es parte de una colaboración en el análisis de

de vida en las ciudades. Ambas técnicas, la programación matemática con el uso de *Goal Programming*, así como también el metaheurístico con colonia de hormigas fueron utilizadas para la resolución de un problema de selección de la cartera que mejor administre los recursos en diferentes áreas del estado de Jalisco.

El problema contenía algunas restricciones que tuvieron que ser modeladas antes de poder ser resueltas por ambos métodos. Se contaba con restricciones de presupuesto, el cual debía ser administrado a 11 áreas (comunicación, Educación, etc.) y regiones, conocidos como polígonos. Se definieron tres objetivos principales: Personas beneficiadas, minimización tiempo de implementación y maximización de duración de los proyectos. Sin embargo, debido a que el problema de polígonos de pobreza tiene el objetivo de reducir la existencia de polígonos más pobres, se tuvieron que subdividir los objetivos asignándolos a cada uno de ellos en 7 categorías por cada uno de los polígonos.

En el anterior periodo de evaluación ya se había enviado a evaluación este artículo con el nombre de " *Comparison of Two Linkable Models of Social Portfolio Problem to Substantially Improve the Quality of Life in Polygons of Poverty in a Smart City* " y tras haber sido aprobado con algunas observaciones, se procedió en este periodo a realizar las correcciones y sugerencias entregadas por el comité. Luego de esta ronda de revisión se volvió a enviar la versión final del trabajo de investigación. Después de preparar la presentación para el congreso, la exposición se llevó a cabo el día 22 de Octubre del 2018. Actualmente, se cuenta con el diploma de participación y en general se recibieron buenos comentarios sobre este trabajo.

### 2.3 Redacción del artículo "ON-LINE MULTICRITERIA PORTFOLIO ANALYSIS THROUGH MATHEMATICAL PROGRAMMING MODELS BUILT ON THE UNDERLYING PRINCIPLES OF FUZZY OUTRANKING THEORY"

Este artículo tiene la finalidad de mejorar las soluciones multicriterio generadas por cualquier algoritmo, utilizando los métodos de programación matemática y los principios del modelo Electre para tomar en cuenta la preferencia de la Entidad Decisora sobre algunos objetivos.

El modelo consiste de tres fases en las que interactivamente el usuario seleccionara si desea buscar otra solución que mejor se adecue a sus preferencias y el sistema ira presentándole una a una hasta que este quede satisfecho.

La ventaja de este enfoque es que el usuario no tendrá que volver a correr el algoritmo completamente para generar otra solución, si no que, este seleccionara que objetivos quiere priorizar y los métodos de programación matemática partirán de la solución existente.

Actualmente, se continúa con la escritura de artículo, la experimentación continua con diferentes instancias, mientras que este semestre los avances se centran más en la escritura del mismo. Toda la parte de fundamentación,

la experimentación y un ejemplo del funcionamiento para su mejor entendimiento también está documentado.

### 3 COMPROMISOS PARA EL SIGUIENTE PERIODO

Conforme a la planeación del proyecto de investigación se espera tener los siguientes avances al final del siguiente periodo:

- Publicar el artículo " *On-line Multicriteria portfolio analysis through mathematical programming models built on the underlying principles of fuzzy outranking* ".
- Terminar la redacción de la tesis y presentar los resultados del proyecto de investigación.

### REFERENCIAS

- [1] Rivera, G. (2015). Solución A Gran Escala Del Problema De Cartera De Proyectos Caracterizados Con Múltiples Criterios, *Tesis Doctoral*, división de estudios de posgrado e investigación, Instituto Tecnológico de Tijuana.
- [2] Fernández, E., Gomez, C., Rivera, G. & Cruz, L. (2015). Hybrid metaheuristic approach for handling many objectives and decisions on partial support in project portfolio optimization. *Information Sciences*, 315 (1) 102-1.
- [3] Fernández, E., Lopez, E., & Coello, C. (2011). Increasing selective pressure towards the best compromise in evolutionary multi-objective optimization: The extended nsga method. *Information Sciences*, 181(1), (pp. 44-56).
- [4] Sapag, N. & Sapag, R. (2008). Preparación y Evaluación de proyecto. *Mc Graw-Hill*, 5th edition.
- [5] Arratia M., Lopez F., Schaefer S., Cruz-Reyes L. (2016). Static R&D project portfolio selection in public Organizations, *Decision Support Systems*.

**Mario Guerrero.** Maestrante del programa de cómputo aplicado en la universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ), se graduó del programa de sistemas computacionales en la misma institución en Diciembre del 2012. Actualmente, aparte de cursar el programa de maestría, también trabaja en la industria maquiladora como desarrollador y analista de sistemas.

**Gilberto Rivera.** El doctor Rivera es parte del comité académico de evaluación de la maestría de cómputo aplicado en la UACJ. El grado de doctor en Ciencias en Computación lo obtuvo en el Tecnológico Nacional de México en el 2015 y actualmente se dedica a la docencia e investigación en la UACJ.

**Karla Olmos.** La doctora Olmos es parte del comité académico de evaluación de la maestría de cómputo aplicado en la UACJ. El grado de doctor en Ciencias en Ingeniería, Análisis de requisitos para soluciones inteligentes lo obtuvo en la UACJ el 2016 y actualmente se dedica a la docencia e investigación en la UACJ.