

# **Evolución, desafíos y nuevas perspectivas en la optimización de procesos**

---

**Ricardo A. Tusso**

*Ingeniero químico. Fundación Universidad de América (Bogotá, Colombia)*

*Máster en Ingeniería Química, Escuela Politécnica de la Universidad de São Paulo (São Paulo, Brasil)*

*pinzon@pqi.ep.usp.br*

Los avances en ingeniería de software, simuladores de procesos, programación matemática y modelado de sistemas de procesos han contribuido considerablemente a la resolución de problemas de optimización en ingeniería, administración, logística y otros campos importantes del conocimiento. Los modelos resultantes han adquirido por ello una complejidad creciente.

Se han llevado a cabo progresos nuevos, fundamentales y significativos en técnicas numéricas que permiten obtener soluciones en un tiempo menor o con un determinado grado de precisión. Esto se asocia al desarrollo temprano y etapas de procesos posteriores donde se utilizan herramientas que disminuyen procedimientos intuitivos (en algunos casos heurísticos), lo que permite una mejor aproximación a una convergencia numéricamente estable.

No obstante, escoger una técnica de optimización apropiada para un determinado problema depende principalmente de las propiedades de las variables que interactúen. Por esto es importante notar el tipo de funciones que hayan sido establecidas; esto influirá notablemente en aspectos tales como las características de la región viable, una solución eficiente o un tiempo de respuesta satisfactorio.

De acuerdo con lo anterior, es de vital importancia poseer un conocimiento del proceso para determinar las características que sean de interés, la definición de la función objetivo, así como la especificación de los argumentos de entrada y de salida del proceso y los modelos que los relacionan a través de principios físicos que darán como resultado las restricciones de la operación.

De otro lado, la reducción de los costos de un proceso es el principal objetivo. La formulación de la función objetivo está implícitamente relacionada con el deseo de mejora del proceso llevado a términos matemáticos. Es un paso crucial en la formulación de un problema de optimización. Su expresión en términos monetarios refleja la política productiva de la gran mayoría de las organizaciones, enfocada en reducir costos y obtener beneficios económicos máximos.

Sin embargo, también existen otras variables de decisión muy importantes dentro de un problema de optimización, tales como la maximización de la operatividad o la minimización del consumo de recursos energéticos y materiales. También se tienen otras variables relacionadas con la seguridad de un determinado proceso (representada por el control) y el impacto ambiental que están intrínsecamente relacionadas.

En este aspecto, la optimización selecciona la mejor solución entre un conjunto de posibilidades de operación en un espacio típico de diseño de procesos cuantitativamente eficiente; esto introduce mejoras en los diseños, la utilización de los servicios, la rapidez en la resolución de problemas, confiabilidad en la producción y una toma de decisiones de mayor complejidad en menor tiempo a todos los niveles de la organización.

Debido a los avances en las últimas dos décadas en la expansión de comunicaciones, los procesos de manufactura también han sido incluidos dentro de esta evolución. Por tanto, el uso de la optimización ha llegado a niveles de completa integración tanto desde el punto de vista algorítmico como de los diferentes elementos de medición y hardware en general, donde la información del proceso se puede ajustar de una manera flexible con algoritmos suficientemente robustos.

Actualmente, las aplicaciones de la optimización de procesos han sido adaptadas a diversos escenarios. Una de ellas es el ajuste de modelos representado a través de la estimación de parámetros; esto permite compaginar los modelos matemáticos con respuestas de interacciones experimentales de un fenómeno. Las mediciones de las variables de los procesos son generalmente obtenidas a partir de instrumentos

que no son totalmente confiables. Así, la efectividad del proceso se ve reducida al generar valores no óptimos. En estos casos, la función objetivo está dada en términos de ajustes de los valores resultantes de la medición de los datos con los valores estimados de un modelo matemático; esto conlleva a una reconciliación de datos a través de diversos métodos tales como los mínimos cuadrados o la máxima verosimilitud.

Por esto es que la optimización de procesos es usada ampliamente en el control y la operación, donde la interacción entre el software y el hardware es intensa. Los algoritmos desarrollados en este campo permiten un sistema robusto para cambios de variables que brinda una rápida estabilidad bajo cualquier perturbación. Como resultado, los procesos se adaptan rápidamente a estas fluctuaciones, generando nuevos puntos óptimos dentro de esa región viable y esas nuevas condiciones de operación.

Aún existen desafíos relacionados con el desarrollo de nuevos algoritmos para resoluciones más refinadas a problemas propuestos, así como la satisfacción de necesidades en otros campos de gran potencial tales como la nanotecnología o la biotecnología; a mediano plazo tendrán lugar allí nuevos desafíos en los que, con toda seguridad, herramientas de optimización determinísticas y estocásticas jugarán un papel fundamental.