



# EDITORIAL

## La realidad de la metodología de la investigación en Ingeniería

Dr. Celso De La Cruz Casaño  
Editor

En el Perú, hay numerosos expertos en metodología de la investigación científica; no obstante, muy pocos son profesionales de ingeniería. Además, numerosos libros relacionados con la temática (por ejemplo [1], [2]) están orientados a las ciencias sociales y muy poco o nada tratan sobre problemas de ingeniería; por lo tanto, todos los conceptos de la metodología son a nivel teórico para esta disciplina. Como consecuencia, los estudiantes de ingeniería tienen dificultades en preparar un proyecto de investigación por la falta de guías y orientadores en una metodología adecuada para su carrera. Los problemas para aplicar una metodología de investigación en el área de ingeniería son diversos. A continuación, se muestran algunos de estos problemas y los criterios a considerar para superar estos inconvenientes.

El primer problema es la confusión al aplicar los instrumentos de medición, como, por ejemplo, si se evalúa la eficiencia energética de un sistema mecatrónico, no podrían utilizarse encuestas o entrevistas, sino aquellos elementos que midan la energía de entrada y el trabajo útil producido por el sistema. Estos instrumentos no se diseñan ni se validan, como se debe hacer con las encuestas y entrevistas, porque ya vienen de fábrica listos para ser utilizados en los laboratorios, sin embargo, sí se requiere seleccionar los más adecuados.

El segundo problema es la confusión en el análisis de datos. En esta etapa, normalmente interesa saber si existe correlación y si la influencia es positiva o negativa; en ingeniería, en la mayoría de los problemas, hay certeza de la existencia de correlación y si es positiva o negativa porque todo el conocimiento de física y química nos apoya; por lo tanto, la investigación debe orientarse a encontrar el modelo matemático (en base a estas disciplinas) que describa el fenómeno. Por ejemplo, Hallar la relación que existe entre el flujo de aire en un colector solar y la cantidad de energía absorbida por el aire; se sabe que a mayor flujo es mayor la transferencia de calor por convección, sin embargo, se debe determinar cuál es el modelo matemático (establecer la estructura y constantes del modelo) que describa el comportamiento del colector solar en estudio con respecto a estas variables.

El tercer problema es un trato diferente en la toma de muestras. Así, cuando deseamos conocer la resistencia de un material compuesto nuevo, se deben tomar probetas y someterlas a ensayos de tracción, flexión y compresión. En este caso las muestras son las probetas y la población es todo el material compuesto, cuya estructura está dentro de las características del material nuevo. Por lo tanto, la población es infinita. Esto es atípico en los ejemplos de los libros de metodología de la investigación.

El cuarto problema es que normalmente los ingenieros crean soluciones a problemas de ingeniería y, por lo tanto, los estudiantes de ingeniería tienden a ello. Sin embargo, la mayoría de libros de metodología de la investigación no especifica en qué etapa de la investigación se crea la solución. En ingeniería se maneja un método de investigación poco tratado en los libros: la



investigación tecnológica [3]-[5] o también conocida como desarrollo tecnológico. Numerosas tesis e investigaciones tratan del diseño de un prototipo, software, estructura, etc. para un caso en particular [6]-[9]. Estas tesis e investigaciones sobre desarrollo tecnológicos siguen una metodología de diseño, por ejemplo: se identifica una necesidad (el problema), se investigan las soluciones existentes de problemas relacionados, se plantean soluciones, se selecciona la respuesta más adecuada utilizando cálculos para evaluarlos, se implementa la solución en simulación o en un prototipo y se evalúa.

Es importante tomar en cuenta estos criterios al momento de aplicar una metodología de investigación para Ingeniería, a fin de evitar complicaciones y/o, en el peor de los casos, reiniciar la investigación.

### Referencias bibliográficas

- [1] HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, M. *Metodología de la Investigación*. 5.<sup>a</sup> ed. México: McGraw Hill, 2010.
- [2] CABALLERO, A. *Guías metodológicas para los planes y tesis de maestría y doctorado*. Lima: Instituto Metodológico Alen Caro, 2006.
- [3] CEGARRA, J. *Metodología de la investigación científica y tecnológica*. Madrid: Diaz de Santos, 2004.
- [4] Reglamento de calificaciones y registro de investigadores en ciencia y tecnología del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (Sinacyt), en *El Peruano*, 5 de diciembre de 2015, p. 567978.
- [5] GARCÍA, Fernando. *La investigación tecnológica. Investigar, idear e innovar en ingenierías y ciencias sociales*. México: Editorial Limusa, 2009.
- [6] CHO, W., *et al.* Energy-efficient ventilation with air-cleaning mode and demand control in a multi-residential building. *Energy and Building*, 2015, vol. 90.
- [7] DE LA CRUZ, Celso, CARDOSO, W. y FREIRE, T. A Robust Navigation System for Robotic Wheelchairs. *Control Engineering Practice*, 2011, vol.19.
- [8] GUEVARA, Diego. *Diseño de un edificio aporticado con amortiguadores de fluido-viscoso en disposición diagonal*. Tesis de grado (Ing. Civil). Lima, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2012.
- [9] SENGUPTA, A. y BHADAURIA, S. Automated design space exploration of multi-cycle transient fault detectable datapath based on multi-objective user constraints for application specific computing. *Advances in Engineering Software*, 2015, vol. 82.