

Muchos de los artículos que recibe TECNURA, corresponden a resultados de investigación que involucran toma de muestras, mediciones en campo, pruebas y/o análisis de laboratorio. A propósito de la necesidad del uso de laboratorios para el desarrollo de proyectos de investigación, y en las diferentes actividades que el hombre desarrolla a nivel industrial y general con el fin de conocer los diferentes fenómenos que son materia de estudio, se hace necesario tener en cuenta un análisis de sensibilidad de los equipos y las pruebas utilizadas en las mediciones de las variables de respuesta. Estas mediciones arrojan o permiten obtener los valores numéricos que definen en últimas el comportamiento de estos fenómenos.

En los diferentes procesos existen diferentes tipos de variables medibles. Algunas se miden de forma directa y otras de forma indirecta. Las de forma directa se miden con diferentes instrumentos y el producto de dicha medición corresponde al de la variable. En el caso de las variables indirectas la obtención del resultado es un poco diferente: se mide una variable en el sistema físico y luego ésta se procesa a través de la interacción con otras variables y mediante tratamientos de tipo matemático y sistémico, para obtener el valor de la variable de interés, sin que haya sido medida directamente. En muchas oportunidades las variables indirectas no son medibles o quizá se requieren instrumentos y/o procedimientos de medición complejos y/o costosos, en tanto que conviene realizar la medición de variables más sencillas que permitan llevar a cabo las determinaciones deseadas. Esto ocurre por lo general en muchos campos de la tecnología.

Todos los instrumentos de medición presentan un rango de incertidumbre. Es decir, llega un punto en el cual la medición es totalmente cierta, pero en algún punto la medición se hace incierta y es precisamente en dicho punto donde se considera la incertidumbre en las mediciones. Dependiendo del grado de incertidumbre de las mediciones (datos), se puede presentar la incertidumbre en los resultados puesto que la mayoría de los mismos están influidos directamente por uno o más datos dependiendo de las diferentes

operaciones y/o tratamientos que se apliquen a los mismos. La incertidumbre es una cuestión inherente a las mediciones. Toda medición por grande o pequeña que sea tiene algún grado de incertidumbre que va de acuerdo con el orden de la misma.

En la forma de reportar los resultados, un observador puede encontrar la incertidumbre de las mediciones puesto que en los resultados se asume que el número de cifras que han de tomarse corresponde al número de cifras de las cuales se tiene certeza en las mediciones. Si, por ejemplo, en las mediciones se tiene certeza hasta de tres cifras, no vale la pena o resulta inútil poner en los resultados números con mayor cantidad de cifras significativas puesto que no se ajustan a la realidad, aunque hay que destacar que si las operaciones modifican dichas cifras, éstas deben reportarse de forma modificada; es decir, por ejemplo, si elevamos al cuadrado un valor, las cifras significativas reportadas serán las que resulten al elevar la incertidumbre al cuadrado.

El grado de sensibilidad requerido en un proceso depende en gran medida del proceso como tal, del uso que se da a las diferentes mediciones realizadas, y al tamaño de la medición. A nivel industrial, donde se puede llegar a trabajar con magnitudes mayores (del orden de toneladas, metros cúbicos, y otras), la realización de estas mediciones requiere instrumentos de medida que deben ser sensibles, pero no en extremo. A manera de ejemplo, es prácticamente igual emplear 10 000 toneladas en un proceso que utilizar 10 000.0001 toneladas. En este caso la sensibilidad de 0.1 kilogramo no hace la diferencia. En cambio, si la cantidad que se va a emplear son dos (2) gramos; 1 kilogramo si hace la diferencia, ya que es 500 veces la cantidad requerida. En este caso es significativo mientras que en el primero no lo es.

A nivel general se puede decir que a medida que las cantidades van disminuyendo, el grado de exactitud y sensibilidad de los instrumentos de medición aumenta. En el primer caso, por ejemplo, se requiere un equipo cuyo nivel de exactitud llegue hasta una unidad de Kg.; en el segundo caso, se debe disponer de una balanza que pueda llegar a discriminar hasta

miligramos, lo cual implica instrumentos de medida más exactos y generalmente más costosos.

Las cantidades elevadas están muy ligadas a nivel industrial y a la producción como tal. Las pequeñas cantidades se usan a nivel experimental e investigativo, lo cual indica que los instrumentos de alta precisión se emplean fundamentalmente en dichos sectores. Aunque es importante anotar que en la industria también se pueden requerir instrumentos de medición de altísima precisión puesto que miden magnitudes muy pequeñas. A manera de ejemplo, en los procesos de liofilización se requieren medidores de vacío del orden de las micras de mercurio ( $10^{-6}$ ), en equipos que fácilmente pueden llegar a medir 10 metros de largo por 3 de ancho. Dicho de otra manera, el instrumento de medida debe ser apto para la magnitud y la precisión que requiera la medición misma.

En estos campos tan especializados existen procesos que requieren instrumentos que poseen grados de exactitud inclusive de subniveles como micro, nano, pico etc. Cuando se analiza por ejemplo la absorbancia en el laboratorio, se requiere medir radiaciones de longitudes de onda de los nanómetros; por lo tanto, los instrumentos de medición han de ser tales que permitan realizar las mediciones con cierta exactitud.

Aunque en muchas ocasiones el instrumento de medida de baja resolución es muy similar al instrumento de alta resolución en cuanto al mecanismo con el que opera para la realización de las mediciones, en algunos casos no lo es y pueden llegar a ser muy diferentes y de diferente tipo, dependiendo de la exactitud requerida.

César Augusto García-Ubaque  
Director