

DETERMINACIÓN DE LA TRAZABILIDAD EN MEDIDAS FÍSICAS

Jordi Riu, Ricard Boqué, Alicia Maroto, F. Xavier Rius

Departamento de Química Analítica y Química Orgánica

Instituto de Estudios Avanzados

Universitat Rovira i Virgili.

Pl. Imperial Tàrraco, 1. 43005-Tarragona. España

En los laboratorios de ensayo, junto con procesos químicos de medida dirigidos a determinar ciertas magnitudes, normalmente la concentración de algún componente en una muestra, se requiere frecuentemente la determinación de magnitudes físicas tales como el peso, la conductividad, índices ópticos, la viscosidad, el tiempo o la temperatura. Es por ello que en este artículo desarrollamos los principales aspectos relacionados con la trazabilidad en este último tipo de magnitudes.

Trazabilidad y medidas físicas

No cabe duda que los principios metrológicos, en los que se fundamentan todo tipo de mediciones, son únicos. Los conceptos de trazabilidad, incertidumbre, validación, referencia, etc. son comunes para todo tipo de medidas, ya sean físicas o químicas. Más aún, el mol, unidad fundamental de cantidad de masa, unidad clave en los métodos químicos, es una de las siete unidades fundamentales del sistema internacional (SI) de medidas que acompaña al metro, el kilogramo, el segundo, el amperio, el kelvin o la candela (todas ellas utilizados en análisis físicos) a las que pueden referirse todo tipo de medidas, ya sean físicas o químicas (ISO, 1992). Sin embargo, tal como se ha comentado en un trabajo anterior de esta misma serie, existen unas

características particulares que diferencian los procesos físicos de medida de los químicos. Ello conlleva que el proceso de verificación de la trazabilidad tenga unas características muy definidas según el tipo de análisis a los que nos estemos refiriendo en cada caso en particular.

Dentro de las medidas físicas, la verificación de la trazabilidad es casi siempre un proceso mucho más directo que en las medidas químicas, ya que prácticamente siempre las primeras pueden acabar trazándose a su respectiva unidad del sistema internacional. Esto no es así en la mayoría de medidas químicas, donde estas normalmente se acaban trazando a una referencia aceptada que dista de ser la unidad del SI. En un artículo futuro de esta serie se abordará el tema de las referencias utilizadas en la verificación de la trazabilidad en los procesos químicos.

De hecho, existe toda una serie de diferencias entre las medidas de tipo físico y las de tipo químico. Por ejemplo, los procesos químicos de medida son

fuertemente muestra-dependientes, donde la matriz que acompaña al analito a determinar tiene mucha influencia en el resultado, mientras que esto no suele ocurrir en los procesos físicos de medida. En los procesos químicos de medida el problema del muestreo suele ser muy importante, y en algunos casos suele ser la fuente más importante de incertidumbre, mientras que suele tener una importancia muy relativa en procesos físicos de medida. Ligado al anterior, los procesos químicos de medida suelen constar de varias etapas, mientras que los procesos físicos de medida suelen ser mucho más directos. Dentro de estas etapas, la medida instrumental es la etapa clave (y en muchas ocasiones la única etapa) dentro de los procesos físicos de medida, mientras que no lo suele ser en los procesos químicos de medida. En estos últimos, las etapas que conllevan más error suelen ser las que manipulan a la muestra, desde el muestreo a los pretratamientos previos a la medida instrumental. La estructura de los errores también es diferente en los dos procesos. A diferencia de los procesos físicos de medida, en los procesos químicos

de medida tienen mucha importancia los errores aleatorios mientras que los errores sistemáticos son más difíciles de detectar y de eliminar. En los procesos físicos de medida los errores aleatorios dependen, en ocasiones fuertemente, de las magnitudes de influencia, del operador, del instrumento y de la magnitud a medir, mientras que los errores sistemáticos ocurren cuando las magnitudes de influencia no coinciden con las especificadas en las condiciones de referencia (es decir, en las condiciones en que debería llevarse a cabo la medida) y de la calibración del instrumento.

Viendo todo lo reseñado anteriormente, y teniendo en cuenta que en los procesos físicos de medida existe una red metrológica bien establecida, el paso clave en la verificación de la trazabilidad en los procesos físicos de medida es la etapa de calibración del instrumento o sistema de medida. Cabe recordar aquí que en los procesos químicos de medida el proceso de verificación de la trazabilidad se efectúa de forma global, considerando el proceso como un todo y sin entrar en la verificación de cada una de las

etapas individuales que puedan existir.

Factores que afectan a una medida

En el proceso de medición, medir una magnitud es compararla con otra de su clase que se adopta como unidad. La medida de una magnitud, física en este caso, no depende únicamente del mensurando, es decir, de la cantidad de magnitud que se mide. En una medida también afectan el instrumento o sistema de medida (que es con lo que mediremos el mensurando), el operador (aquél o aquella que mide el mensurando con el instrumento o sistema de medida) y del resto el universo. Al resto del universo lo conocemos como las magnitudes de influencia, y puede llegar a tener un gran impacto en el proceso de medida.

Magnitudes de influencia

Son aquellas magnitudes que no constituyen el objeto directo de la medida pero que inevitablemente

están presentes durante la medición y la perturban. Por ejemplo, toda medida de volumen en un laboratorio de ensayo se ve afectada como mínimo por la temperatura y la presión atmosférica, y si algunas de estas variables no se controlan en el laboratorio pueden llegar a afectar significativamente al resultado obtenido. Otras magnitudes de influencia pueden ser la humedad relativa, la composición del aire,... Su influencia depende del mensurando, ya que no afectará por igual la composición del aire a una medida de masa que a una de viscosidad dentro del mismo laboratorio de ensayo.

Por lo tanto, el control de las magnitudes de influencia es un paso importante para la obtención de medidas representativas, medidas que sean un fiel reflejo de la magnitud que deseamos medir. Junto con el control de las magnitudes de influencia, es necesario la utilización de los instrumentos de medida adecuados, cuya calibración asegurará la trazabilidad de las

medidas físicas. Es mediante el proceso de calibración donde trazaremos nuestras medidas a las unidades del sistema internacional. Recordemos aquí que trazabilidad, según la definición del Vocabulario Internacional de Metrología, VIM (BIPM, 1993), es la propiedad que relaciona el resultado con la referencia utilizada; esto es, la propiedad mediante la cual aseguramos la comparabilidad y fiabilidad de nuestros resultados. La definición concreta se encuentra en el Cuadro 1.

Property of the result of a measurement or the value of a standard whereby it can be related to **stated references**, usually national or international standards, through an **unbroken chain of comparisons** all having stated uncertainties.

Vocabulario Internacional de Metrología (VIM)

Cuadro 1. Definición de trazabilidad según el vocabulario internacional de metrología.

Etapa de calibración

El paso clave para asegurar la trazabilidad en las medidas físicas será la etapa de calibración, cuya definición según el VIM (BIPM, 1993), se encuentra en el Cuadro 2. Aunque la etapa de la calibración

instrumental se abordará con mucho más detalle en esta misma serie, cabe reseñar aquí que en la etapa de calibración obtenemos la relación existente entre los valores de una magnitud (por ejemplo masa o temperatura) indicados por nuestro instrumento o sistema de medida, y los correspondientes valores de la magnitud realizados por patrones (por ejemplo, pesas certificadas para la medida de masa, termómetro certificado para la medida de temperatura, etc.).

determinar, normalmente mediante un modelo de línea recta.

Una vez obtenidos los valores de la magnitud que interesa con nuestro instrumento de medida utilizando los patrones en la etapa de calibración, se procede a corregir, si es necesario, el resultado obtenido con nuestro instrumento o sistema de medida, entendiéndose por corrección la diferencia entre el valor generado (correspondiente al patrón utilizado) y el valor encontrado (corres-

pondiente al valor obtenido con el instrumento de medida), según el esquema de la Figura 1.

Set of operations that establish, under specified conditions, the **relationship** between **values of quantities** indicated by a measuring instrument or **measuring system**, or values represented by a material measure or a reference material, and the corresponding values realized by **standards**.

Vocabulario Internacional de Metrología (VIM)

Cuadro 2. Definición de calibración según el vocabulario internacional de metrología.

Es importante puntualizar que en medidas químicas además de la calibración instrumental existe la calibración analítica donde se relaciona la respuesta instrumental con la concentración del analito a

□ *Calibración del instrumento de medida*

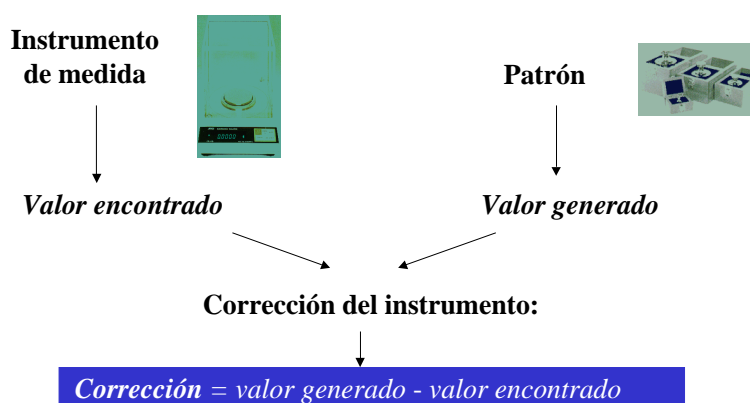


Figura 1. Corrección del resultado de la medida física.

Mediante esta corrección aseguramos la trazabilidad al patrón utilizado, y siguiendo la definición de trazabilidad del Cuadro 1, mediante una cadena ininterrumpida de comparaciones normalmente aseguraremos la trazabilidad de nuestros resultados a las unidades del sistema internacional. Esta corrección posteriormente suele aplicarse a futuras medidas realizadas con el instrumento de medida, ya que en los procesos físicos de medida se corrige el resultado o se incluye la corrección en el balance total de la incertidumbre. Esta forma de proceder no es habitual en los procesos químicos de medida donde los errores sistemáticos deben detectarse y eliminarse del procedimiento analítico

Conclusiones

En este artículo hemos abordado el tema de la trazabilidad en las medidas físicas. Hemos visto las diferencias más importantes existentes entre las medidas físicas y las medidas químicas, y hemos indicado que la etapa clave para la verificación de la trazabilidad en las medidas físicas la constituye la etapa de calibración. En esta etapa comparamos los valores de la magnitud deseada proporcionados por nuestro sistema de medida con los valores proporcionados por un patrón, el cual suele ser trazable a alguna unidad del sistema internacional. La etapa de calibración y la medida instrumental en sí misma se ven muy influenciadas por las magnitudes de influencia, por lo que estas deberían estar normalmente bajo estricto control. Una vez efectuada la etapa de calibración, y a diferencia de las medidas químicas, los resultados de las medidas físicas suelen corregirse

acorde con los valores encontrados en la etapa de calibración.

Referencias bibliográficas

BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML International vocabulary of basic and general terms in metrology, VIM. ISO, Ginebra, 1993

ISO 1000: SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units. ISO, Ginebra, 1992

Los autores agradecen todos los comentarios relacionados con los contenidos de este artículo. Pueden dirigirse, mediante mensaje electrónico, a la dirección: quimio@quimica.urv.es. Una versión en soporte electrónico de este artículo e información adicional puede encontrarse en: <http://www.quimica.urv.es/quimio>