



Práctica #1. Trazabilidad Química

Fecha de entrega: 18 de septiembre de 2019.

*Ortega Hernández Rodrigo José
Pitalúa Calleja Adrián
Rodríguez Mejía Rosario
Zaraul Granja Diana Laura*

Introducción

La trazabilidad metrológica es la propiedad del resultado de una medición o del valor de un patrón, por la cual este resultado o valor puede ser relacionado a referencias determinadas, generalmente patrones nacionales o internacionales, por medio de una cadena ininterrumpida de comparaciones, teniendo todas ellas incertidumbres determinadas. La importancia de la trazabilidad es que permite comparar los resultados y asegurar consistencia.

Los criterios relativos a la trazabilidad metrológica de los resultados de medición deben satisfacer los siguientes elementos:

- a) El resultado de medición cuya trazabilidad metrológica se desea mostrar
- b) Las referencias determinadas, preferentemente patrones nacionales (actualmente no existen un patrón nacional, por lo que la trazabilidad metrológica en la magnitud de dureza, en México, se da a patrones extranjeros)
- c) Cadena de comparaciones, es decir conjunto de calibraciones o, en su caso, la comparación con el material de referencia certificado, que conecta el resultado de la medición con las referencias determinadas
- d) El valor de la incertidumbre de medida, en cada eslabón preferentemente
- e) La referencia al procedimiento de calibración, en cada eslabón preferentemente
- f) La referencia al organismo responsable de la calibración en cada eslabón

Todas las medidas sean básicas o derivadas del Sistema Internacional de Unidades deben estar trazadas a patrones de las siete unidades básicas del mismo. Para el caso de las medidas básicas deben estar trazadas al patrón internacional y para el caso de las derivadas se deben considerar todas las magnitudes involucradas en la medición.

La metrología en química, está estrechamente relacionada con la calidad de las mediciones y por ende, con los estándares de medición que son utilizados en las comparaciones de las mediciones. Para asegurar resultados confiables se lleva a cabo la aplicación de sistemas de calidad, tanto dentro como fuera del laboratorio analítico. La trazabilidad se puede definir como aquella propiedad de un resultado de una medición o bien, el valor de un estándar por el cual puede relacionarse con referencias establecidas, como son estándares nacionales o internacionales, mediante una cadena ininterrumpida de comparaciones, todas con incertidumbres asociadas. La capacidad de relacionar el resultado con estándares bien establecidos, se basa en una cadena ininterrumpida de comparaciones. Esta cadena debe ser lo más corta posible para reducir la incertidumbre del resultado. La eficacia de cada eslabón de la cadena depende, en gran medida, de la calidad de los estándares de medición utilizados y la calidad metodológica. Para establecer una clasificación entre los estándares y los vínculos de trazabilidad entre ellos, primero es necesario diseñar una jerarquía de los principales tipos de estándares:

- (1) estándares básicos (unidades SI)
- (2) estándares químicos (masa de ^{12}C , pesos atómicos, número de Avogadro etc)
- (3) estándares analíticos (tangibles) utilizados en laboratorios químicos, que a su vez se dividen en estándares primarios y secundarios. Los estándares químicos pueden considerarse como el vínculo de trazabilidad entre estándares básicos y analíticos. Los documentos que describen la producción del resultado, tienen que definir de manera clara, los elementos humanos, instrumentales, metodológicos, ambientales y temporales que contribuyen a su generación.



Los estándares químicos pueden considerarse como el vínculo de trazabilidad entre estándares básicos y analíticos. Los documentos que describen la producción del resultado, tienen que definir de manera clara, los elementos humanos, instrumentales, metodológicos, ambientales y temporales que contribuyen a su generación.

Para efectos de esta práctica se determinó la concentración de ácido acético en un vinagre blanco comercial marca Barrilito de 750 mL al 5% de concentración, con una pureza del 99,99% por medio de una titulación ácido-base con hidróxido de sodio de pureza 98.30 %. Como el hidróxido de sodio no es un patrón primario por ser higroscópico principalmente, se estandarizó con bifatoato de potasio para poder determinar su concentración exacta y poder realizar posteriores cálculos con el fin de cumplir el objetivo inicial.

Resultados y memoria de Cálculo

Condiciones ambientales finales	Valor
Presión atmosférica (hPa)	782.9
%Humedad en el ambiente	49.1
Temperatura ambiente (°C)	24.1
Condiciones ambientales iniciales	Valor
Presión atmosférica (hPa)	783.5
% Humedad en el ambiente	53.2
Temperatura ambiente (°C)	22.8



Estandarización de NaOH

Masa de BHK (g) *	Volumen de NaOH (mL)
0.2536	12.9

Con las correcciones basadas en los informes de calibración de los instrumentos utilizados, respectivamente:

Masa de BHK (g) *	Volumen de NaOH (mL)
0.2536	12.8695

*Debido a un error en el procedimiento experimental, no se registraron los valores de la masa del vaso de precipitados de 50 mL vacío ni lleno, por lo que la masa de BHK anotada es la correspondiente a la tarada directamente en la balanza, por lo que se considera como la masa ya corregida sin hacerle ninguna modificación.

Para conocer la concentración del NaOH se realizan los siguientes cálculos:



$$[NaOH] = \left(\frac{\text{Masa BHK comercial}}{\text{Volumen NaOH gastado}} \right) \times \left(\frac{99.99 \text{ g BHK puro}}{100 \text{ g BHK comercial}} \right) \times \left(\frac{1 \text{ mol BHK puro}}{204.2212 \text{ g BHK puro}} \right) \times \left(\frac{1 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol BHK}} \right) \times \left(\frac{1000 \text{ ml}}{1 \text{ l}} \right)$$

Lo que equivale a la fórmula condensada:

$$[NaOH] = \frac{(\text{Masa BHK}) \times (\text{Pureza BHK}) \times (1000)}{(V. NaOH gastado) \times (\text{Mol BHK})}$$

$$[NaOH] = \frac{(0.2536 \text{ g}) \times (0.9999) \times (1000 \text{ mL})}{(12.8695 \text{ mL}) \times (204.2212 \text{ g/mol}) (1 \text{ L})}$$

$$[NaOH] = 0.0965 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Cálculo de incertidumbres relativas

a) Pureza del BHK. Pureza: 99.99%

$$U_p = \frac{0.0001}{\sqrt{3}}$$

$$U_p = 5.77E - 05$$

b) Volumen Gastado de NaOH

$$U_{\Delta T} = \frac{(V. Gastado) \times (\alpha) \times (|\Delta T|)}{\sqrt{3}}$$

$$U_{\text{volumen gastado}} = \sqrt{U_{\Delta T}^2 + \left(\frac{U_{\text{calib}}}{2} \right)^2 + \left(\frac{\text{resolución}}{2\sqrt{6}} \right)^2}$$

$$U_{\Delta T} = \frac{(12.874 \text{ mL}) \times (2.1E-4 \text{ 1/}^\circ\text{C}) \times (|1.3|^\circ\text{C})}{\sqrt{3}} = 2.0291E-03 \text{ mL}$$

$$U_{\text{volumen gastado}} = \sqrt{2.0291E-03^2 \text{ mL} + \left(\frac{0.061}{2} \right)^2 + \left(\frac{0.001 \text{ mL}}{2\sqrt{6}} \right)^2}$$

$$U_{\text{vol. Gastado}} = 1.5E - 02 \text{ mL}$$

c) Masa molar del BHK

$$\text{Fórmula: } C_8H_5O_4K \dots\dots\dots M = 5M_H + 8M_C + 4M_O + 1M_K$$

$$M = 5 \left(1.00794 \left[\frac{\text{g}}{\text{mol}} \right] \right) + 8 \left(12.0107 \left[\frac{\text{g}}{\text{mol}} \right] \right) + 4 \left(15.9994 \left[\frac{\text{g}}{\text{mol}} \right] \right) + 39.0983 \left[\frac{\text{g}}{\text{mol}} \right] = 204.2212 \left[\frac{\text{g}}{\text{mol}} \right]$$

Incertidumbre:



$$U_{m\ BHK} = \sqrt{\left(\frac{\delta M}{\delta MH}\right)^2 U_{Ch}^2 + \left(\frac{\delta M}{\delta MC}\right)^2 U_{Cc}^2 + \left(\frac{\delta M}{\delta MO}\right)^2 U_{Co}^2 + \left(\frac{\delta M}{\delta MK}\right)^2 U_{Ck}^2}$$

$$U_{m\ BHK} = \sqrt{(5)^2 \times \left(\frac{0.00007^2}{\sqrt{3}}\right) + (8)^2 \left(\frac{0.0008}{\sqrt{3}}\right)^2 + (4)^2 \left(\frac{0.0003}{\sqrt{3}}\right)^2 + (1)^2 \left(\frac{0.0001}{\sqrt{3}}\right)^2}$$

$$U_{m\ BHK} = 3.8E - 3 \frac{g}{mol}$$

d) Masa BHK

$$U_{masa\ lleno} = \sqrt{\left(\frac{resolución}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{U_{calibración}}{2}\right)^2}$$

$$U_{masa\ lleno} = \sqrt{\left(\frac{0.0001}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{0.00046}{2}\right)^2} = 2.37135E - 04\ g$$

$$U_{Masa\ BHK} = \sqrt{1^2 (U_{Masa\ lleno})^2 + 1^2 (U_{masa\ vacío})^2}$$

Dado que $U_{masa\ lleno} = U_{masa\ vacío}$:

$$U_{Masa\ BHK} = \sqrt{1^2 (2.37135E - 04\ g)^2 + 1^2 (2.37135E - 04\ g)^2} = 3.35359E - 04\ g$$

$$U_{BHK} = 3.3E - 04\ g$$

e) Incertidumbre de la concentración de NaOH

$$\frac{U_{NaOH}}{[NaOH]} = \sqrt{\left(\frac{U_{masa\ BHK}}{Masa\ BHK}\right)^2 + \left(\frac{U_{pureza\ bhk}}{Pureza\ BHK}\right)^2 + \left(\frac{U_{vol.gastado}}{Vol.gastado}\right)^2 + \left(\frac{U_{MolBHK}}{Mol\ BHK}\right)^2}$$

$$\frac{U_{NaOH}}{[NaOH]} = \sqrt{\left(\frac{3.35359E - 04\ g}{0.2536\ g}\right)^2 + \left(\frac{5.7735E - 05}{0.9999}\right)^2 + \left(\frac{0.0154\ mL}{12.8695}\right)^2 + \left(\frac{3.8E - 3 \frac{g}{mol}}{204.2212 \left[\frac{g}{mol}\right]}\right)^2} =$$

$$\frac{U_{NaOH}}{[NaOH]} = 1.7844E - 03$$

$$U_{NaOH} = (1.7844E - 03) \times [0.0965\ mol/L]$$



Finalmente se obtiene la concentración de NaOH:

$$[NaOH] = 0.0965 \text{ mol/L} \pm 1.7 E-04 \text{ mol/L}$$

Cálculo de incertidumbres propagadas

Estandarización de NaOH

$$[NaOH] = \frac{1000 \text{ mL (masa BHK) (\% pureza)}}{(Vol_{gastado NaOH})(MM_{BHK})(1 L)}$$

$$[NaOH] = \frac{1000 \text{ mL (0.2536 g) (0.99)}}{(12.8695 \text{ mL})(204.2212 \frac{g}{mol})(1 L)}$$

Haciendo uso de las ecuaciones anteriores, obtenemos las derivadas parciales del hidróxido de sodio con respecto a la masa de BHK, la pureza de BHK, la masa molar de BHK y el volumen gastado de NaOH:

S

$$\frac{\delta[NaOH]}{\delta \text{masa BHK}} = \frac{1000 \text{ mL (\% pureza)}}{(Vol_{gastado NaOH})(MM_{BHK})(1 L)} = \frac{1000 \text{ mL (0.99)}}{(12.8695 \text{ mL})(204.2212 \frac{g}{mol})(1 L)} = 0.3767 \frac{\text{mol}}{g}$$

$$\frac{\delta[NaOH]}{\delta \% \text{pureza}} = \frac{1000 \text{ mL (masa BHK)}}{(Vol_{gastado NaOH})(MM_{BHK})(1 L)} = \frac{1000 \text{ mL (0.2536 g)}}{(12.8695 \text{ mL})(204.2212 \frac{g}{mol})(1 L)} = 0.0964 \frac{\text{mol}}{L}$$

$$\frac{\delta[NaOH]}{\delta Vol. gastado NaOH} = \frac{1000 \text{ mL (masa BHK) (\% pureza)}}{(Vol_{gastado NaOH})^2 (MM_{BHK})(1 L)} = \frac{1000 \text{ mL (0.2536 g) (0.99)}}{(12.8695 \text{ mL})^2 (204.2212 \frac{g}{mol})(1 L)}$$

$$= 7.4 \times 10^{-3} \frac{M}{mL}$$

$$\frac{\delta[NaOH]}{\delta MM_{BHK}} = \frac{1000 \text{ mL (masa BHK) (\% pureza)}}{(Vol_{gastado NaOH})(MM_{BHK})^2 (1 L)} = \frac{1000 \text{ mL (0.2536 g) (0.99)}}{(12.8695 \text{ mL})(204.2212 \frac{g}{mol})^2 (1 L)} = 4.67 \times 10^{-4} \frac{\text{mol}^2}{g^2 L}$$

Para la obtención de la incertidumbre propagada se utiliza la ecuación:

$$U_{NaOH} = \sqrt{\left(\frac{\delta[NaOH]}{\delta m_{BHK}}\right)^2 (U_{m_{BHK}})^2 + \left(\frac{\delta[NaOH]}{\delta \% \text{pureza}}\right)^2 (U_{\% \text{pureza}})^2 + \left(\frac{\delta[NaOH]}{\delta (Vol_{gast. NaOH})}\right)^2 (U_{c[Vol NaOH]})^2 + \left(\frac{\delta[NaOH]}{\delta MM_{BHK}}\right)^2 (U_{MM_{BHK}})^2}$$

$$U_{masa BHK} = 3.3 \times 10^{-4} g$$

$$U_{pureza} = 5.77 \times 10^{-5}$$



$$U_{\text{cVolgastado NaOH}} = 1.5 \times 10^{-2} \text{ mL}$$

$$U_{\text{MM BHK}} = 3.8 \times 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Sustituyendo

$$U_{\text{NaOH}} = \sqrt{\left(0.3767 \frac{\text{mol}}{\text{g}}\right)^2 (3.3 \times 10^{-4} \text{ g})^2 + \left(0.0964 \frac{\text{mol}}{\text{L}}\right)^2 (5.77 \times 10^{-5})^2 + \left(7.4 \times 10^{-3} \frac{\text{M}}{\text{mL}}\right)^2 (1.5 \times 10^{-2} \text{ mL})^2 + \left(4.67 \times 10^{-4} \frac{\text{mol}^2}{\text{g}^2 \text{ L}}\right)^2 \left(3.8 \times 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{mol}}\right)^2}$$

$$U_{\text{NaOH}} = 1.67 \times 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$[\text{NaOH}] = [0.0965 \pm 1.67 \times 10^{-4}] \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

⌚ **Determinación de la concentración de ácido acético.** Se tomó una alícuota de 5 mL y se aforó a 100 mL.

Titulación	Volumen de NaOH (mL)
1	9
2	8.7
3	8.7
4	8.8

Con las correcciones basadas en los informes de calibración de los instrumentos utilizados, respectivamente:

Titulación	Volumen de NaOH (mL)
1	8.998
2	8.698
3	8.698
4	8.798
Promedio	8.798

Cálculo de incertidumbres

a) Concentración de CH_3COOH

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = \frac{[\text{NaOH}] \times (\text{Vol}_{\text{NaOH gastado}})}{\text{Vol}_{\text{alícuota vinagre}}}$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = \frac{(0.0965 \frac{\text{mol}}{\text{L}}) (8.798 \text{ mL})}{5 \text{ mL}}$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0.1698 \text{ mol/L}$$



b) Desviación estándar

$$\frac{S_n - 1}{\sqrt{n}} = 0.1414$$

c) Volumen gastado de NaOH

$$U_{\Delta T} = \frac{(V.Gastado) \times (\alpha) \times (|\Delta T|)}{\sqrt{3}}$$

$$U_{vol.Gastado} = \sqrt{U_{\Delta T}^2 + \left(\frac{U_{calib}}{2}\right)^2 + \left(\frac{resolución}{2\sqrt{6}}\right)^2}$$

$$U_{\Delta T} = \frac{(12.874 \text{ mL}) \times (2.1E-4 \text{ } 1/^{\circ}\text{C}) \times (|1.3|^{\circ}\text{C})}{\sqrt{3}} = 2.0291E-03 \text{ mL}$$

$$U_{vol.Gastado} = \sqrt{2.0291E-03^2 \text{ mL} + \left(\frac{0.061}{2}\right)^2 + \left(\frac{0.001 \text{ mL}}{2\sqrt{6}}\right)^2}$$

$$U_{vol.Gastado} = 1.5E-02 \text{ mL}$$

d) Volumen de alícuota de vinagre

$$U_{volumen \text{ de alícuota}} = \sqrt{U_{\Delta T}^2 + \left(\frac{U_{calib}}{2}\right)^2}$$

$$U_{volumen \text{ de alícuota}} = \sqrt{2.0291E-03^2 \text{ mL} + \left(\frac{0.0022}{2}\right)^2}$$

$$U_{volumen \text{ de alícuota}} = 2.3E-03$$

e) Incertidumbre de la concentración de CH_3COOH

$$\frac{U_{\text{CH}_3\text{COOH}}}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \sqrt{\left(\frac{\frac{S_n - 1}{\sqrt{n}}}{Vol \text{ gastado}}\right)^2 + \left(\frac{U_{[\text{NaOH}]}}{[\text{NaOH}]}\right)^2 + \left(\frac{U_{vol \text{ gastado}}}{Vol \text{ gastado}}\right)^2 + \left(\frac{U_{Vol \text{ alícuota}}}{Vol \text{ alícuota}}\right)^2}$$

$$\frac{U_{\text{CH}_3\text{COOH}}}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \sqrt{\left(\frac{0.1414}{8.7980}\right)^2 + (1.7844E-03)^2 + (1.5000E-02 \text{ mL})^2 + \left(\frac{2.3E-03}{5}\right)^2}$$

$$\frac{U_{\text{CH}_3\text{COOH}}}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 2.2E-02$$



$$U_{CH_3COOH} = \left[\sqrt{\left(\frac{\frac{S_n - 1}{\sqrt{n}}}{Vol\ gastado} \right)^2 + \left(\frac{U_{[NaOH]}}{[NaOH]} \right)^2 + \left(\frac{U_{vol\ gastado}}{Vol\ gastado} \right)^2 + \left(\frac{U_{Vol\ alícuota}}{Vol\ alícuota} \right)^2} \right] [CH_3COOH]$$

$$U_{CH_3COOH} = (2.2 E - 02) \left(0.1698 \frac{mol}{L} \right)$$

$$U_{CH_3COOH} = 3.7 E - 03 \frac{mol}{L}$$

Finalmente se obtiene la concentración de CH_3COOH

$$[CH_3COOH] = 0.1698 \frac{mol}{L} \pm 3.7 E - 03 \frac{mol}{L}$$

Cálculo de incertidumbres propagadas

Concentración de ácido acético.

$$[CH_3COOH] = \frac{[NaOH] \times (Vol_{NaOH\ gastado})}{Vol_{alícuota\ vinagre}}$$

$$[CH_3COOH] = \frac{\left(0.0965 \frac{mol}{L} \right) (8.798\ mL)}{5\ mL} = 0.1698 \frac{mol}{L}$$

Con la información anterior obtenemos las derivadas parciales del ácido acético con respecto a la concentración de NaOH, el volumen de alícuota y el volumen gastado como sigue

$$\frac{\delta[CH_3COOH]}{\delta[NaOH]} = \frac{Vol\ gastado\ de\ NaOH}{Vol\ alícuota} = \frac{8.798\ mL}{5.0\ mL} = 1.7596$$

$$\frac{\delta[CH_3COOH]}{\delta(Vol\ alícuota)} = - \frac{[NaOH](vol\ gastado\ NaOH)}{(Vol\ alícuota)^2} = - \frac{\left(0.0965 \frac{mol}{L} \right) (8.798\ mL)}{(5.0\ mL)^2} = -0.0339 \frac{M}{mL}$$

$$\frac{\delta[CH_3COOH]}{\delta(Vol\ gastado\ NaOH)} = \frac{[NaOH]}{Vol\ alícuota} = \frac{0.0965 \frac{mol}{L}}{5.0\ mL} = 0.0193 \frac{M}{mL}$$

PARA EL CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE PROPAGADA

$$U_{CH_3COOH} = \sqrt{\left(\frac{\delta[CH_3COOH]}{\delta[NaOH]} \right)^2 (U_c[NaOH])^2 + \left(\frac{\delta[CH_3COOH]}{\delta(Vol\ alícuota)} \right)^2 (U_c[Vol.\ alic])^2 + \left(\frac{\delta[CH_3COOH]}{\delta(Vol\ gastado\ NaOH)} \right)^2 (U_c[Vol\ NaOH])^2}$$



$$\begin{aligned}U_c[CH_3COOH] &= 3.7 \times 10^{-3} \frac{\text{mol}}{L} \\U_c Vol \text{ alícuota} &= 2.3 \times 10^{-3} \text{ mL} \\U_c Vol NaOH &= 1.5 \times 10^{-2} \text{ mL}\end{aligned}$$

Sustituyendo las incertidumbres precedentes :

$$U_{CH_3COOH} = \sqrt{(1.7596)^2 \left(3.7 \times 10^{-3} \frac{\text{mol}}{L}\right)^2 + \left(-0.0339 \frac{M}{\text{mL}}\right)^2 (2.3 \times 10^{-3} \text{ mL})^2 + \left(0.0193 \frac{M}{\text{mL}}\right)^2 (1.5 \times 10^{-2} \text{ mL})^2}$$
$$U_{CH_3COOH} = 6.5 \times 10^{-3} \frac{\text{mol}}{L}$$
$$[CH_3COOH] = [0.1698 \pm 6.5 \times 10^{-3}] \frac{\text{mol}}{L}$$

Análisis de Resultados

Como parte de las actividades de la sesión, el objetivo era la determinación de la concentración de ácido acético en un vinagre blanco comercial marca Barrilito de 750 mL al 5% de concentración, con una pureza del 99,99% a partir de una titulación ácido-base con hidróxido de sodio de pureza 98.30 %. Como el hidróxido de sodio no es un patrón primario por ser higroscópico principalmente, se estandarizó con biftalato de potasio para poder determinar su concentración exacta y poder realizar posteriores cálculos con el fin de cumplir el objetivo inicial. La titulación ácido –base es un principio de medición ya establecido para la medición de la concentración (cantidad de sustancia) de la muestra problema.

Se realizó inicialmente una estandarización del Hidróxido de sodio a partir de biftalato de potasio (BHK), el cual es nuestro patrón primario. Se realizaron dos repeticiones de titulación ácido-base utilizando como indicador fenolftaleína, para la detección del punto final de la titulación. Para calcular la concentración de nuestro patrón secundario (NaOH) los datos requeridos son la masa de BHK medidos para la titulación, la pureza del BHK así como su masa molar y el volumen del hidróxido gastado en la titulación, conociendo la estequiometría de la reacción. Como solo se realizaron dos mediciones, únicamente se determinaron las incertidumbres tipo B y con ello se expresó la incertidumbre combinada. Con los cálculos de la incertidumbre y datos del informe de calibración , se procedió a calcular por medio de la Ley de Propagación la incertidumbre de la concentración de NaOH, y con el cálculo de la concentración de NaOH utilizando la masa corregida y el volumen gastado corregido, se obtuvo el resultado final de la concentración de NaOH, el cual fue de :

$$[NaOH] = [0.0965 \pm 1.67 \times 10^{-4}] \frac{\text{mol}}{L}$$

Posteriormente, se realizó la titulación ácido-base de ácido acético de la muestra de vinagre blanco, empleando como titulante hidróxido de sodio. Se realizaron cuatro repeticiones, utilizando fenolftaleína como indicador para la detección del punto final de la reacción. Para calcular la concentración de ácido acético, los datos requeridos son el volumen gastado del titulante (NaOH), el volumen de la alícuota (vinagre) y la concentración del hidróxido de sodio estandarizado. Para este procedimiento, se determinaron las incertidumbres tipo A y B, así como la incertidumbre combinada. Con los cálculos de la incertidumbre e información del informe de calibración , se procedió a calcular por medio de la Ley de Propagación la incertidumbre de la concentración de Ácido acético, y con el cálculo de la concentración utilizando la concentración de NaOH, el volumen gastado de titulante promedio y el volumen de la alícuota, se obtuvo el resultado final de la concentración de ácido acético, el cual fue de :

$$[CH_3COOH] = [0.1698 \pm 6.5 \times 10^{-3}] \frac{\text{mol}}{L}$$



Como en este caso, se realizó la dilución 1:20, contando con los datos de la muestra de vinagre, la concentración de Ácido acético realizando los cálculos correspondientes da un valor de 0.1675 M, lo cual entra en el intervalo de concentración de ácido acético.

Conclusiones

Una propiedad del resultado de un proceso de medición química, esta vinculado inequívocamente a las alícuotas de la muestra y a las necesidades de información química, por lo que puede vincularse con referencias establecidas, todas con incertidumbres.

En esta practica se llevo a cabo el registro de los parametros ambientales, informacion de instrumentos, asi como los datos referentes a la calibracion de estos últimos para poderlos incluir en el cálculo de la concentración del ácido acético. Trabajamos con lo que es llamado trazabilidad interna la cual tiene como base la trazabilidad de los estándares y equipos utilizados en la calibracion de nuestros instrumentos. Nos corresponde esta trazabilidad y damos por hecho que los patrones ajenos a nuestro laboratorio cuentan con la calibracion y certificacion adecuada para su utilizacion de forma confiable.

La obtención de la incertidumbre para el caso del ácido acético es una muestra de que cuanto mas nos alejamos del patron internacional el resultado de la incertidumbre se incrementa. El modelo que describe de una manera mas confiable el resultado final de la medición, es el de propagacion de incertidumbre ya que nos habla del impacto de cada medida indirecta en nuestra medida directa.

Para finalizar, podemos decir que la concentración reportada por el fabricante, coincide con el resultado encontrado experimentalmente.

Bibliografía

1. Miguel Valcárcel, Angel Rios, Traceability in chemical measurements for the end users, TrAC, 18 (1999), p. 573
2. Centro Nacional de Metrología. Guía técnica sobre trazabilidad e incertidumbre en las mediciones analíticas que emplea la técnica de titulación volumétrica. México, 2008.
3. Martín del Campo J, Evaluación de la incertidumbre en datos experimentales. Recuperado de: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/CALCULODEINCERTIDUMBRESDR.JAVIERMIRANDA_26197.pdf. Consultado el 18/09/2019.