Verificación de la calibración de material volumétrico

Daniel Albornoz Lozano, Danna Marcela Victoria Guzmán, Edna Catalina Cajares Carabalí, Giseth Tatiana Valencia Velásquez, Isabella Londoño Marín, Jaiver Alexis Gomez Ruiz, Jerson Steven Builes Castrillón, Paola Andrea Castaño Agudelo, Yerlin Jayani Cuastumal Colimba, Yesenia Asprilla Córdoba.

Sena – Centro ASTIN
Tecnólogo en Química Aplicada a la Industria
Ficha: 2366053
Correo-e: danna.victoria@misena.edu.co

RESUMEN:*La práctica de calibración de material volumétrico tiene como objetivo general ,determinar con precisión la capacidad del material volumétrico teniendo en cuenta su margen de error y la tolerancia utilizando un método gravimétrico y las ecuaciones planteadas por las normas* ASTM E542-01 (2021) y NTC 2454 (2016).

Palabras claves: *Calibración, Material Volumétrico, Gravimetría,Incertidumbre absoluta,Margen de error…*

INTRODUCCIÓN

El material de vidrio volumétrico es el material de laboratorio que es capaz de medir y transferir volúmenes con alto grado de precisión. Los instrumentos pueden ser calibrados para verter, como las pipetas y las buretas, o para contener, como los matraces aforados **(Fuentes, Castiñeiras, Queraltó, 1998)**. La calibración de material volumétrico es un proceso que consiste en conocer el volumen que realmente contiene o se puede trasvasar en un recipiente determinado. Este proceso se realiza, generalmente, midiendo la masa de agua contenida o trasvasada por el material, usando la densidad del agua para convertir la masa en volumen, método gravimétrico. Cabe resaltar, que se debe tener en cuenta la dilatación térmica de las disoluciones y del material de vidrio, si se producen cambios de temperatura. **Harris, 2003)**. Los coeficientes de dilatación térmica de los instrumentos volumétricos son pequeños y la temperatura a la que habitualmente se trabaja en el laboratorio es de 20 °C **(Fuentes, Castiñeiras, Queraltó, 1998).**

Las pipetas, graduadas y aforadas, tienen la función de trasvasar volúmenes conocidos, volumen nominal, desde un recipiente a otro. En las pipetas graduadas, el volumen de su capacidad total, se divide en milímetros, décimas o centésimas de milímetros. Mientras que las pipetas aforadas, son diseñadas para medir un solo volumen de líquido y con una sola línea de aforo y suelen ser las más exactas. Por otra parte, las buretas son instrumentos que permiten controlar el vaciado dispensado en diferentes volúmenes de líquido, son usados principalmente en la valoración de disoluciones de concentración desconocida y en los métodos volumétricos. Los matraces aforados, son recipientes en forma de bulbo y con fondo plano. Están calibrados para contener volúmenes determinados y son llenados hasta una marca de aforo denominado menisco, son usados en la preparación de disoluciones valoradas o de concentración conocida y para diluir muestras hasta un volumen fijo **(Fuentes, Castiñeiras, & Queraltó, 1998) (González, 2012)**.

El propósito de este informe, es comprobar la calibración de una pipeta aforada, una graduada, una bureta y un matraz aforado mediante la determinación de la incertidumbre utilizando un método gravimétrico y las ecuaciones propuestas en las normas ASTM E542-01 (2021) y NTC 2454 (2016).

MATERIALES Y MÉTODOS

Calibración de pipeta graduada de 10 mL

Se realizó la verificación de la calibración de una pipeta graduada de 10 mL. Primero, se agregaron 50 mL de agua destilada a un beaker de 100 mL y se midió la temperatura de este líquido. Posteriormente, se pesó un beaker vacío de 50 mL y se tomó el dato. Se llenó la pipeta con 10 mL del agua destilada que se encontraba en el primer beaker y se vertió en el segundo. Este vertido se realizó al quitar la pera de succión de la pipeta y se tomó el tiempo de vertido mediante un cronómetro. Finalmente, se pesó el beaker de 50 mL con la cantidad de agua vertida y se repitió el proceso 5 veces.

Calibración de pipeta aforada de 25 mL

Se realizó la verificación de la calibración de una pipeta aforada de 25 mL. Primero, se agregaron 50 mL de agua destilada a un beaker de 100 mL y se midió la temperatura de este líquido. Posteriormente, se pesó un beaker vacío de 50 mL y se tomó el dato. Se llenó la pipeta con 25 mL, hasta la marca de aforo, del agua destilada que se encontraba en el primer beaker y se vertió en el segundo. Este vertido se realizó al quitar la pera de succión de la pipeta y se tomó el tiempo de vertido mediante un cronómetro. Finalmente, se pesó el beaker de 50 mL con la cantidad de agua vertida y se repitió el proceso 5 veces.

Calibración de Bureta de 50 mL

Para la calibración de una bureta de 50 mL, se realizó un montaje que consistió en ubicar la bureta en un soporte universal mediante unas pinzas y se usó un Erlenmeyer de 250 mL como el recipiente donde se vertió el agua destilada. Primero, se purgó la bureta, se agregaron 50 mL de agua destilada a un beaker de 100 mL y a este líquido se le midió la temperatura. Para el llenado de la bureta, se mantuvo la llave cerrada en primera instancia, una vez se llenó hasta la marca 0,00 mL, se abrió la llave y se completó el llenado hasta la punta. Se aforó nuevamente con agua destilada y un gotero. Posteriormente, se pesó el Erlenmeyer vacío y se tomó el dato.

Desde la bureta se vertió 1 mL de agua destilada al Erlenmeyer y se pesó. Este proceso se realizó en 10 repeticiones, es decir hasta que se vertieron 10 mL. Después, se vertieron 10 mL y se pesó el Erlenmeyer, este proceso fue repetido hasta transferir el total del volumen de la bureta al Erlenmeyer. Todo el proceso se realizó en 2 veces.

Por último, se determinó el tiempo de vertido llenando la bureta desde la marca 0,00 mL hasta la punta, y se abrió la llave hasta verter el total del contenido.

Calibración del Matraz Aforado de 50 mL

Para la calibración de un matraz aforado de 50 mL. Primero, se agregaron 50 mL de agua destilada a un beaker de 100 mL y se midió la temperatura de este líquido. Posteriormente, se pesó el matraz aforado vacío y se tomó el dato. Finalmente, se llenó el matraz aforado con agua destilada y se enrazó con un ayuda de un gotero, se pesó nuevamente. Este procedimiento fue repetido n=5 veces.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La siguiente ecuación presenta el factor de corrección (FC) usado para hallar el volumen de calibración o volumen corregido (V_{cal}). Para más detalles, ver Anexos.

Ecuación 1

$$FC = \left[\frac{1}{1-\frac{1{,}048*10^{-6}\frac{g}{mL}}{0{,}99704\frac{g}{mL}}}\right] * \left[\frac{1}{0{,}99704\frac{g}{mL}}\right] * [1 - 0{,}0001\ °C^{-1}(25°C - 20°C)] = 1{,}0025\ ml/g$$

La tabla 1, presenta las características principales de los instrumentos volumétricos calibrados en la práctica.

Tabla 1
Características del material volumétrico a calibrar

Material	Volumen Nominal(mL)	Límite de error (mL)	Temperatura de Ref. (ºC)	Clase	Tiempo de vertido (s)	Fabricante
Bureta	50	±0,06	20	B	21,13	Marienfeld
Pipeta aforada	25	±0,03	20	AS	7,55	Glassco
Pipeta graduada	10	±0,05	20	AS	12,75	Glassco
Matraz aforado	50	±0,06	20	A	No aplica	Schott

Tabla 2
Calibración Pipeta Graduada de 10 mL

Temperatura muestra agua destilada (°C)	25				
Masa beaker 50 mL vacío (g)	34,7647				
Factor de corrección (Fc)	1,0025 ml / g				
Volumen agua medido (mL)	**Tiempo de vertido (s)**	**Masa de agua medida**	**Volumen corregido**	**Diferencia de volumen**	**Incertidumbre relativa (%)**
10	16,03	9,8258	9,8504	0,1496	3,2349
10	11,70	9,8306	9,8552	0,1448	3,2333
10	13,33	9,8449	9,8695	0,1305	3,2286

10	11,34	9,8179	9,8424	0,1576	3,2375
10	11,36	10,5402	10,5666	-0,5666	3,0156
Incertidumbre absoluta				0,3186	

Tabla 3
Calibración Pipeta Aforada de 25 mL

Temperatura muestra agua destilada (°C)	25				
Masa beaker 50 mL vacío (g)	34,7647				
Factor de corrección (Fc)	1,0025 ml / g				
Volumen agua medido (mL)	**Tiempo de vertido (s)**	**Masa de agua medida**	**Volumen corregido**	**Diferencia de volumen**	**Incertidumbre relativa (%)**
25	7,67	24,8388	24,9009	0,0991	0,1509
25	7,67	24,7954	24,8574	0,1426	0,1511
25	7,67	24,803	24,8650	0,1350	0,1511
25	7,63	24,7346	24,7964	0,2036	0,1515
25	7,13	24,7913	24,8533	0,1467	0,1511
Incertidumbre absoluta				0,0376	

Tabla 4
Calibración Bureta 50 mL

Temperatura muestra agua destilada (°C)	25								
Masa del Erlenmeyer vacío (g)	Muestra 1 : 128,5735				Muestra 2: 128,5666				
Volumen inicial (mL)	50								
Factor de corrección (FC)	1,0025 ml/g								
	Muestra 1				**Muestra 2**				**Promedio diferencia de volúmenes (mL)**
Volumen de agua adicionado (mL)	**Masa de agua (g)**	**Volumen corregido (mL)**	**Diferencia de volúmenes (mL)**	**Incertidumbre relativa (%)**	**Masa de agua (g)**	**Volumen corregido (mL)**	**Diferencia de volúmenes (mL)**	**Incertidumbre relativa (%)**	
1	0,8450	0,8471	0,1529	2,7999	1,0354	1,0380	-0,0380	2,2850	0,0574
2	1,8347	1,8393	0,1607	1,2895	2,0676	2,0728	-0,0728	1,1443	0,0440
3	2,7605	2,7674	0,2326	0,8571	3,0729	3,0806	-0,0806	0,7699	0,0760
4	3,8349	3,8445	0,1555	0,6169	4,0721	4,0823	-0,0823	0,5810	0,0366
5	4,7047	4,7165	0,2835	0,5029	5,0757	5,0884	-0,0884	0,4661	0,0976
6	5,8137	5,8282	0,1718	0,4070	6,0616	6,0768	-0,0768	0,3903	0,0475
7	6,7726	6,7895	0,2105	0,3493	7,0233	7,0409	-0,0409	0,3369	0,0848
8	7,7760	7,7954	0,2046	0,3043	8,0154	8,0354	-0,0354	0,2952	0,0846
9	8,7511	8,7730	0,2270	0,2704	9,0216	9,0442	-0,0442	0,2623	0,0914
10	9,8042	9,8287	0,1713	0,2413	10,0727	10,0979	-0,0979	0,2349	0,0367
Incertidumbre absoluta									0,02372
20	20,0595	20,1096	-0,1096	0,2728	20,3631	20,4140	-0,4140	0,2687	-0,2618

30	29,8446	29,9192	0,0808	0,1834	30,4318	30,5079	-0,5079	0,1798	-0,2135
40	39,9342	40,0340	-0,0340	0,1370	40,1287	40,2290	-0,2290	0,1364	-0,1315
50	49,9090	50,0338	-0,0338	0,1096	50,2021	50,3276	-0,3276	0,1090	-0,1807
Incertidumbre absoluta									0,0549

Tabla 5
Calibración Matraz Aforado 50 mL

Temperatura muestra agua destilada (°C)	25			
Masa beaker 50 mL vacío (g)	37,7063			
Factor de corrección (Fc)	1,0025 ml / g			
Volumen agua medido (mL)	**Masa de agua medida (g)**	**Volumen corregido (mL)**	**Diferencia de volumen (mL)**	**Incertidumbre relativa (%)**
50	49,6603	49,7845	0,2155	0,2907
50	49,7704	49,8948	0,1052	0,2901
50	49,5299	49,6537	0,3463	0,2915
50	49,3917	49,5152	0,4848	0,2923
50	49,6490	49,7731	0,2269	0,2908
Incertidumbre absoluta			0,1447	

En las tablas **número 2 y 5** se puede observar, que en la pipeta graduada de 10mL la incertidumbre absoluta es de 0,0376 superando la tolerancia de margen de error,al igual que el matraz aforado,el cual tuvo como resultado 0.1447 de incertidumbre absoluta.

En las tablas **número 3 y 4** se puede visualizar que en la pipeta aforada de 25 mL obtuvo como resultado una incertidumbre absoluta de 0,0376 estando dentro de los parámetros de margen de error ,al igual que la bureta de 50 mL, la cual arrojó en la primera y segunda muestra una incertidumbre absoluta de 0,02372 y en la última muestra desarrollada de 10 a 50 mL ,alcanzó una incertidumbre absoluta de 0,0549.

CONCLUSIONES

De acuerdo a la práctica de verificación de material volumétrico realizada en el laboratorio y sus posteriores cálculos se puede concluir que la bureta de 50mL arrojó una incertidumbre absoluta 0.0549 de ±0.05, la pipeta aforada de 25 mL una incertidumbre absoluta de 0.0376 de ±0.03, donde ambas se encuentran dentro de la tolerancia ya que no superan el margen de error lo que nos da a entender que el material se encuentra en perfecto estado.

Por otro lado el matraz aforado de 50mL arrojó una incertidumbre de 0.1447 de ±0.06, y la pipeta graduada de 10mL una incertidumbre absoluta 0.3186 de ±0.05. ya que estos dos materiales superan la tolerancia entendemos que puede estar relacionado a distintos factores como deterioro del material, si se encuentra fragmentado en el caso de la pipeta o expuesto a altas temperaturas en el caso del matraz aforado.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

Fuentes, X., Castiñeiras, M., & Queraltó, J. (1998). *Bioquímica clínica y Patología Molecular.* Reverté SA.

González, M. (2012). *Laboratorio Clínico y Nutrición.* Manual Moderno S.A.

Harris, C. (2003). *Análisis Químico Cuantitativo.* Reverté SA.

ANEXOS

Para hallar FC se determinó la densidad del aire y se tomó la densidad del agua reportada en la NTC 2454 de 2016 para la temperatura de 25 °C, 0,99704 g/mL.

$$\rho_{aire} = \frac{0{,}348484P_{atm} - 0{,}009\left(\frac{Hr}{100}\right)e^{0{,}061T_{aire}}}{1000\ (273{,}15 + T_{aire})}$$

$$\rho_{aire} = \frac{0{,}348484P_{atm} - 0{,}009\left(\frac{85}{100}\right)e^{0{,}061(25{,}3)}}{1000\ (273{,}15 + 25{,}3)} = 1{,}048 * 10^{-6}\ g/mL$$

$$FC = \left[\frac{1}{1 - \frac{\rho_{aire}}{\rho_{agua}}}\right] * \left[\frac{1}{\rho_{agua}}\right] * [1 - 0{,}0001\ °C^{-1}(25°C - 20°C)]$$

$$FC = \left[\frac{1}{1 - \frac{1{,}048 * 10^{-6}\frac{g}{mL}}{0{,}99704\frac{g}{mL}}}\right] * \left[\frac{1}{0{,}99704\frac{g}{mL}}\right] * [1 - 0{,}0001\ °C^{-1}(25°C - 20°C)] = 1{,}0025\ ml/g$$