

DESVIACIÓN EN MEDIDAS DIRECTAS

Merino Vidal, Mateo¹

¹ Departamento de Informática y Sistemas *

(Dated: 17 de febrero de 2026)

Se realizó el presente trabajo mediante el análisis de varias series de medidas tomadas de las dimensiones de diversas figuras tridimensionales como la esfera, el cilindro hueco, el cilindro y la moneda. Las cuales se utilizaron con diversos cálculos estadísticos, permitiendo evidenciar la dispersión de estos datos en función de la media o del punto de tendencia central, como también calcular la desviación individual de cada dato, la desviación estándar y el error de la media de cada serie de medidas directas de los múltiples tests. A la vez también se logró calcular los volúmenes, pesos y densidades de las figuras tridimensionales, pudiéndose observar las desviaciones presentes en estas. Como en el caso del cilindro hueco en el test6 en la Tabla XI, con una desviación estándar de 0,12 y un error de la media de 0,0062.

Palabras clave: Medir, Medidas Directas, Medidas Indirectas, Media, Desviación Estándar, Error, Error de la Media, Dispersion.

I. INTRODUCCIÓN

La física es una ciencia por naturaleza experimental cuyo objetivo es estudiar los componentes de la materia y los diversos fenómenos que observamos en la naturaleza.

Al igual que las ciencias naturales, puras o aplicadas, esta depende de la observación y experimentación para determinar las causas de un fenómeno.

Es justamente por eso que tiene la necesidad de realizar mediciones sobre las diversas magnitudes que intervienen en un fenómeno, tal y como indica MEDINA [5].

- **Medir:** Comparar una magnitud física con un patrón o unidad de medida de igual naturaleza.

Las mediciones se clasifican en medidas directas e indirectas, dependiendo del método que realicemos para obtener cada una.

- **Medidas Indirectas:** No se pueden obtener por comparación directa, requiere del uso de ecuaciones y fórmulas matemáticas para calcularlas en base a las mediciones directas.
- **Medidas Directas:** Son las que se obtienen de la comparación directa entre el objeto a medir con la unidad de medida del instrumento, el resultado se consigue directamente con el instrumento.

A su vez las medidas directas también se clasifican en otras dos subdivisiones: medida única, serie de medidas. Dependiendo de la cantidad de lecturas que vayamos a tomar del objeto.

- **Medida Única:** Solo se realiza una lectura o medida y el error absoluto es igual a la precisión del instrumento (mínima división del instrumento).

- **Serie de Medidas:** Se realizan varias mediciones al mismo objeto con el mismo instrumento de medida, el punto de tendencia central y el error se calculan a través de un proceso estadístico.

Al realizar mediciones sobre todo en experimentos repetibles, es fundamental que comprendamos que no son más que una aproximación, ya que estas nunca llegarán a ser exactas en su totalidad por muy cuidadas y científicas que sean, estarán sujetas siempre a un margen de error, tal y como lo expresa TAYLOR [6].

- **Error:** Se define como la diferencia entre el valor verdadero y el obtenido experimentalmente.

De acuerdo a las causas que pueden generar el error en una medición, se encuentran el error sistemático y el error aleatorio, tal y como lo expresa MINKINA [3].

- **Error Sistemático:** Son errores que se repiten constantemente en el transcurso de un experimento. Afecta a todas las mediciones de un modo definido y es el mismo para todas ellas.

En experimentos repetitivos de iguales condiciones, las desviaciones tienen las mismas magnitudes e iguales signos, estos errores son detectables y es posible corregirlos.

Las causas son inherentes al instrumento de medida.

- **Error Aleatorio:** Son variaciones que aparecen entre observaciones sucesivas realizadas por un mismo operador. Alteran la medida realizada tanto por exceso como por defecto.

En otras palabras la desviación del valor representativo respecto al valor verdadero, cambia en magnitud y signo de forma aleatoria.

El origen de estos errores accidentales está relacionado con el operador del instrumento.

* 202301308@est.umss.edu

En una serie de medidas la dispersión de datos se produce en torno a un solo valor, ya que todos los datos van a tender a estar cerca de él, debido a que es el dato más cercano al valor verdadero, denominándose punto de tendencia central o la media, tal y como lo expresa QUIRK [4].

- **Media:** Es un promedio, el cual es un valor que es típico o representativo de un conjunto de datos. Como tales valores tienden a situarse en el centro del conjunto de datos ordenados según su magnitud, los promedios se conocen también como medidas de centralización.

Es justamente por eso que todo dato obtenido de una medida individual que forme parte de un conjunto de datos de una serie de medidas tendrá siempre una desviación o discrepancia individual respecto a la media, tal y como lo indica BERENDSEN [2].

- **Desviación:** Medida de la diferencia entre el valor observado de una variable y algún otro valor, a menudo la media de esa variable.

Es posible determinar la dispersión que se utiliza para representar la variabilidad de un conjunto de datos respecto de la media aritmética de los mismos, a la medida capaz de representar esto se le denomina desviación estándar o típica, tal y como lo expresa ABRAIRA [1].

- **Desviación Estándar:** Promedio de las desviaciones individuales de cada observación con respecto a la media de una distribución. Así, la desviación estándar mide el grado de dispersión o variabilidad. En primer lugar, midiendo la diferencia entre cada valor del conjunto de datos y la media del conjunto de datos.

II. OBJETIVO Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El presente trabajo busca determinar el valor más próximo al valor verdadero del volumen, la densidad y el peso de diversas figuras tridimensionales (cilindros huecos, cilindros, esferas y monedas), teniendo como datos iniciales varias series de medidas directas obtenidas de la mensuración de sus dimensiones, por lo cual se procede a realizar el análisis de datos en torno a bases estadísticas y el planteamiento de ecuaciones con la finalidad de encontrar el valor más cercano, el cual está representado como el punto de tendencia central o la media. Al mismo tiempo también se procede a calcular las desviaciones individuales de cada dato en las series de medidas, la desviación estándar o típica y el error de la media en cada serie de medidas, posterior a eso se procede a analizar los datos mediante varios histogramas, los cuales nos dan una clara evidencia sobre la dispersión de los datos en cada test del volumen y la densidad en torno al valor más próximo al

valor verdadero que sería la media, dicho de otro modo nos permite observar la distribución de los datos, si estos están distribuidos de forma aproximadamente simétrica o de forma asimétrica.

En el caso de una distribución simétrica, todos los valores o datos están concentrados alrededor de la media, permitiendo que el histograma tenga una forma similar a la campana de gauss.

Por otro lado, en una distribución asimétrica los valores no están concentrados en la media, sino que al lado izquierdo o el lado derecho, indicando que el histograma tiene la forma de una curva sesgada a la izquierda o a la derecha.

III. MÉTODO

Formulas de Volumen, Densidad y Peso

$$V_E = \frac{\pi \times D^3}{6} \quad (1)$$

$$V_{Ci} = \frac{\pi \times D^2 \times H}{4} \quad (2)$$

$$V_{Ci-Hu} = \frac{\pi \times (D^2 - d^2)}{4} \quad (3)$$

$$V_{Mon} = \frac{\pi \times D^2 \times E}{4} \quad (4)$$

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (5)$$

$$P = M \times g \quad (6)$$

Formula de la Media

$$X_{Rep} = \frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N X_i \quad (7)$$

Formula de la Desviación Individual

$$d_i = X_i - X_{rep} \quad (8)$$

Formulas de la Desviación Típica para: Gran cantidad de datos, Pequeña cantidad de datos

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \times \sum d_i^2} \quad (9)$$

$$\sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \times \sum d_i^2} \quad (10)$$

**Formulas del error de la media aritmética para:
Gran cantidad de datos, Pequeña cantidad de
datos**

$$\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \quad (11)$$

$$\sigma_x = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{N}} \quad (12)$$

A. MEDICIONES DE LA ESFERA

Los datos obtenidos en el experimento de las esferas son diferentes entre ellos. Se evidencia que los datos manifiestan diferencias mostradas en la Tabla.I, los cuales fueron obtenidos utilizando la ecuación de la media Ec. (7)

Test	Diámetro [cm]	Masa [gr]
Esfera1	1.44	15.11
Esfera2	3.31	34.49
Esfera3	3.39	48.10
Esfera4	3.87	64.89
Esfera5	4.64	74.38
Esfera6	5.55	75.26
Esfera7	7.33	102.084
Esfera8	7.73	113.40
Esfera9	8.32	113.79
Esfera10	9.49	121.00

Tabla I. Valor de tendencia central de los datos obtenidos del diámetro y la masa de la esfera en cada test.

Aplicando la Ec. (6), utilizando los datos obtenidos de la masa de la esfera para calcular los pesos.

Posteriormente, aplicando la ecuación de la media Ec. (7), con la finalidad de obtener el punto de tendencia central del peso de cada test de la esfera.

Test	Media del Peso [N]
Esfera1	0.15
Esfera2	0.34
Esfera3	0.47
Esfera4	0.64
Esfera5	0.73
Esfera6	0.74
Esfera7	1.00
Esfera8	1.11
Esfera9	1.12
Esfera10	1.18

Tabla II. Promedio del peso de cada test

Aplicando la Ec. (1), utilizando los datos obtenidos de la medición de las dimensiones de la esfera para calcular los volúmenes.

Posteriormente, aplicando la ecuación de la media Ec. (7), con la finalidad de obtener el punto de tendencia central del volumen de cada test de la esfera.

Test	Media del Volumen [cm ³]
Esfera1	1.56
Esfera2	18.94
Esfera3	20.48
Esfera4	30.27
Esfera5	52.38
Esfera6	89.40
Esfera7	206.28
Esfera8	241.96
Esfera9	301.63
Esfera10	447.06

Tabla III. Promedio del volumen de cada test

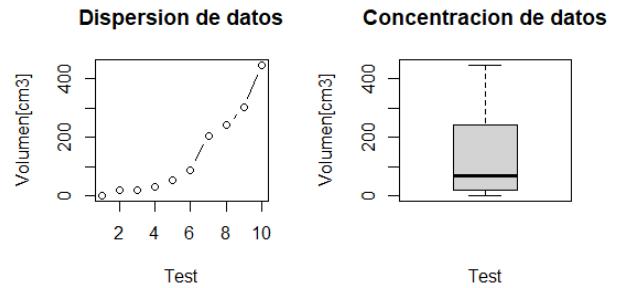


Figura 1. Media del volumen de la esfera en cada test

Aplicando la Ec. (5), utilizando los datos obtenidos de la masa y el volumen en cada medición de los tests, con la finalidad de calcular la densidad.

Aplicando la ecuación de la media Ec. (7), con la finalidad de obtener el punto de tendencia central de la densidad de cada test de la esfera.

Test	Media de la Densidad [gr/cm ³]
Esfera1	9.70
Esfera2	1.82
Esfera3	2.34
Esfera4	2.14
Esfera5	1.42
Esfera6	0.84
Esfera7	0.49
Esfera8	0.47
Esfera9	0.38
Esfera10	0.27

Tabla IV. Promedio de la densidad de cada test

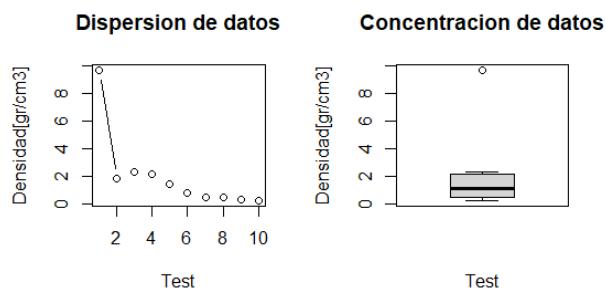


Figura 2. Media de la densidad de la esfera en cada test

Aplicando la ecuación (8), utilizando los volúmenes y densidades calculados anteriormente en cada test de la esfera, con la finalidad de encontrar la desviación individual de cada volumen y densidad en los tests.

Aplicando ecuaciones (9), (11) a los volúmenes y densidades calculados anteriormente en cada test de la esfera. Utilizando la media del volumen y la densidad de cada uno de los tests anteriormente calculado, con la finalidad de determinar la desviación estándar, el error de la media o del punto de tendencia central.

Volumen

Test \ Cálculos	Media [cm³]	Des.Estandar	Error.Media
Esfera1	1.56	0.0014	7e-05
Esfera2	18.94	0.0092	0.00046
Esfera3	20.48	0.0021	1e-04
Esfera4	30.27	0.026	0.0013
Esfera5	52.38	0.028	0.0014
Esfera6	89.40	0.018	0.00091
Esfera7	206.28	0.072	0.0036
Esfera8	241.96	0.092	0.0046
Esfera9	301.63	0.078	0.0039
Esfera10	447.06	0.091	0.0045

Tabla V. Punto de tendencia central, desviaciones y error de la media en el volumen de la esfera en cada test

Densidad

Test \ Cálculos	Media [gr/cm³]	Des.Estandar	Error. Media
Esfera1	9.70	0.0074	0.00037
Esfera2	1.82	0.00064	3.20e-05
Esfera3	2.35	0.0012	6.00e-05
Esfera4	2.14	0.0020	9.88e-05
Esfera5	1.42	0.00092	4.62e-05
Esfera6	0.84	2.88e-05	1.43e-06
Esfera7	0.49	0.00012	5.91e-06
Esfera8	0.47	0.00022	1.12e-05
Esfera9	0.38	3.31e-05	1.66e-06
Esfera10	0.27	8.04e-05	4.02e-06

Tabla VI. Punto de tendencia central, desviaciones y error de la media en la densidad de la esfera en cada test

B. MEDICIONES DEL CILINDRO HUECO

Los datos obtenidos en el experimento de los cilindros huecos son diferentes entre ellos. Se evidencia que los datos manifiestan diferencias mostradas en la Tabla.VII, los cuales fueron obtenidos utilizando la ecuación de la media Ec. (7)

Test	Altura [cm]	Radio.In [cm]	Radio.Ex [cm]	Masa [gr]
Cilin.H1	3.66	1.08	2.25	45.57
Cilin.H2	4.25	1.25	2.67	55.23
Cilin.H3	5.20	1.38	3.05	58.21
Cilin.H4	5.87	1.45	3.37	81.18
Cilin.H5	7.34	1.84	3.42	89.54
Cilin.H6	8.15	2.29	3.62	105.74
Cilin.H7	8.60	2.36	3.76	108.85
Cilin.H8	8.73	2.48	4.45	128.45
Cilin.H9	9.04	2.74	5.35	128.96
Cilin.H10	9.90	4.08	5.90	139.76

Tabla VII. Valor de tendencia central de los datos obtenidos de la altura, el radio exterior, el radio interior y la masa del cilindro hueco en cada test.

Aplicando la Ec. (6), utilizando los datos obtenidos de la masa del cilindro hueco para calcular los pesos.

Posteriormente, aplicando la ecuación de la media Ec. (7), con la finalidad de obtener el punto de tendencia central del peso de cada test del cilindro hueco.

Test	Media del Peso [N]
Cilin.H1	0.45
Cilin.H2	0.54
Cilin.H3	0.57
Cilin.H4	0.80
Cilin.H5	0.88
Cilin.H6	1.04
Cilin.H7	1.07
Cilin.H8	1.26
Cilin.H9	1.26
Cilin.H10	1.37

Tabla VIII. Promedio del peso de cada test

Aplicando la Ec. (3), utilizando los datos obtenidos de la medición de las dimensiones del cilindro hueco para calcular los volúmenes.

Posteriormente, aplicando la ecuación de la media Ec. (7), con la finalidad de obtener el punto de tendencia central del volumen de cada test del cilindro hueco.

Test	Media del Volumen [cm ³]
Cilin.H1	45.04
Cilin.H2	74.26
Cilin.H3	120.89
Cilin.H4	170.39
Cilin.H5	192.41
Cilin.H6	200.28
Cilin.H7	231.48
Cilin.H8	375.38
Cilin.H9	600.11
Cilin.H10	564.75

Tabla IX. Promedio del volumen de cada test

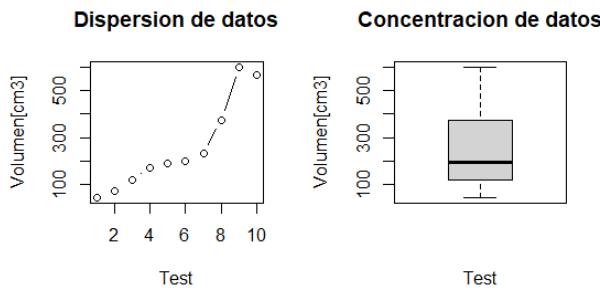


Figura 3. Media del volumen del cilindro hueco en cada test

Aplicando la Ec. (5), utilizando los datos obtenidos de la masa y el volumen en cada medición de los tests, con la finalidad de calcular la densidad.

Aplicando la ecuación de la media Ec. (7), con la finalidad de obtener el punto de tendencia central de la densidad de cada test del cilindro hueco.

Test	Media de la Densidad [gr/cm ³]
Cilin.H1	1
Cilin.H2	0.74
Cilin.H3	0.48
Cilin.H4	0.48
Cilin.H5	0.47
Cilin.H6	0.53
Cilin.H7	0.47
Cilin.H8	0.34
Cilin.H9	0.21
Cilin.H10	0.25

Tabla X. Promedio de la densidad de cada test

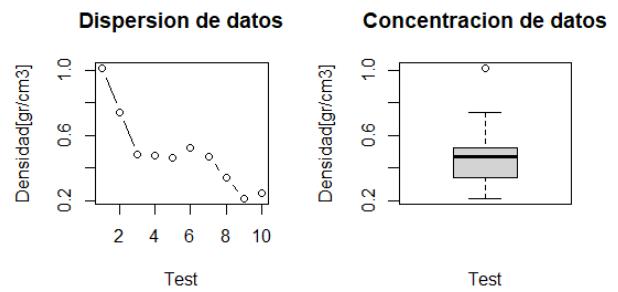


Figura 4. Media de la densidad del cilindro hueco en cada test

Aplicando la ecuación (8), utilizando los volúmenes y densidades calculados anteriormente en cada test del cilindro hueco, con la finalidad de encontrar la desviación individual de cada volumen y densidad en los tests.

Aplicando ecuaciones (9), (11) a los volúmenes y densidades calculados anteriormente en cada test del cilindro hueco.

Utilizando la media del volumen y la densidad de cada uno de los tests anteriormente calculado, con la finalidad de determinar la desviación estándar, el error de la media o del punto de tendencia central.

Test	Cálculos	Volumen		
		Media [cm ³]	Des.Estandar	Error.Media
Cilin.H1	45.04	0.00067	3.35e-05	
Cilin.H2	74.26	0.0082	0.00041	
Cilin.H3	120.89	0.049	0.0025	
Cilin.H4	170.39	0.017	0.00087	
Cilin.H5	192.41	0.025	0.0013	
Cilin.H6	200.28	0.12	0.0062	
Cilin.H7	231.48	0.12	0.0061	
Cilin.H8	375.38	0.13	0.0064	
Cilin.H9	600.11	0.047	0.0024	
Cilin.H10	564.75	0.050	0.0025	

Tabla XI. Punto de tendencia central, desviaciones y error de la media en el volumen del cilindro hueco en cada test

Densidad

Cálculos Test	Media [gr/cm^3]	Des.Estandar	Error.Media
Cilin.H1	1.01	0.00024	1.22e-05
Cilin.H2	0.74	0.00032	1.60e-05
Cilin.H3	0.48	0.00013	6.64e-06
Cilin.H4	0.48	7.09e-05	3.55e-06
Cilin.H5	0.46	4.45e-05	2.22e-06
Cilin.H6	0.53	0.00038	1.90e-05
Cilin.H7	0.47	0.00018	9.13e-06
Cilin.H8	0.34	0.00015	7.70e-06
Cilin.H9	0.21	1.77e-05	8.85e-07
Cilin.H10	0.25	4.19e-05	2.10e-06

Tabla XII. Punto de tendencia central, desviaciones y error de la media en la densidad del cilindro hueco en cada test

C. MEDICIONES DEL CILINDRO

Los datos obtenidos en el experimento de los cilindros son diferentes entre ellos. Se evidencia que los datos manifiestan diferencias mostradas en la Tabla.XIII, los cuales fueron obtenidos utilizando la ecuación de la media Ec. (7)

Test	Altura [cm]	Radio [cm]	Masa [gr]
Cilindro1	1.37	0.34	17.86
Cilindro2	2.40	0.86	21.53
Cilindro3	3.41	0.95	22.42
Cilindro4	4.11	1.01	24.60
Cilindro5	4.73	1.11	81.24
Cilindro6	5.67	1.52	88.25
Cilindro7	5.79	1.93	93.92
Cilindro8	9.29	1.99	99.44
Cilindro9	9.46	2.03	119.89
Cilindro10	9.97	2.11	120.95

Tabla XIII. Valor de tendencia central de los datos obtenidos de la altura, el radio y la masa del cilindro en cada test.

Aplicando la Ec. (6), utilizando los datos obtenidos de la masa del cilindro para calcular los pesos.

Posteriormente, aplicando la ecuación de la media Ec. (7), con la finalidad de obtener el punto de tendencia central del peso de cada test del cilindro.

Test	Media del Peso [N]
Cilindro1	0.18
Cilindro2	0.21
Cilindro3	0.22
Cilindro4	0.24
Cilindro5	0.80
Cilindro6	0.86
Cilindro7	0.92
Cilindro8	0.97
Cilindro9	1.17
Cilindro10	1.18

Tabla XIV. Promedio del peso de cada test

Aplicando la Ec. (2), utilizando los datos obtenidos de la medición de las dimensiones del cilindro para calcular los volúmenes.

Posteriormente, aplicando la ecuación de la media Ec. (7), con la finalidad de obtener el punto de tendencia central del volumen de cada test del cilindro.

Test	Media del Volumen [cm^3]
Cilindro1	0.51
Cilindro2	5.55
Cilindro3	9.66
Cilindro4	13.28
Cilindro5	18.27
Cilindro6	41.04
Cilindro7	67.65
Cilindro8	115.77
Cilindro9	122.13
Cilindro10	139.24

Tabla XV. Promedio del volumen de cada test

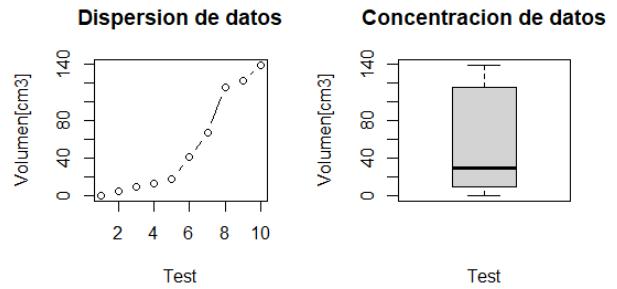


Figura 5. Media del volumen del cilindro en cada test

Aplicando la Ec. (5), utilizando los datos obtenidos de la masa y el volumen en cada medición de los tests, con la finalidad de calcular la densidad.

Aplicando la ecuación de la media Ec. (7), con la finalidad de obtener el punto de tendencia central de la densidad de cada test del cilindro.

Test	Media de la Densidad [gr/cm^3]
Cilindro1	34.99
Cilindro2	3.88
Cilindro3	2.32
Cilindro4	1.85
Cilindro5	4.44
Cilindro6	2.15
Cilindro7	1.39
Cilindro8	0.86
Cilindro9	0.98
Cilindro10	0.87

Tabla XVI. Promedio de la densidad de cada test

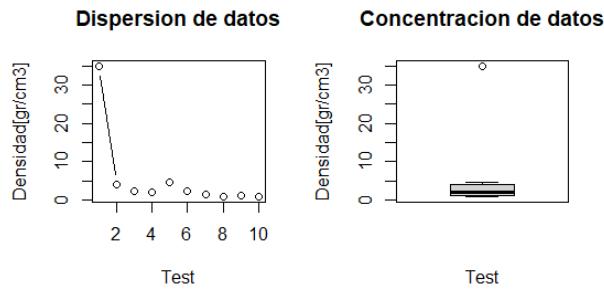


Figura 6. Media de la densidad del cilindro en cada test

Aplicando la ecuación (8), utilizando los volúmenes y densidades calculados anteriormente en cada test del cilindro, con la finalidad de encontrar la desviación individual de cada volumen y densidad en los tests.

Aplicando ecuaciones (9), (11) a los volúmenes y densidades calculados anteriormente en cada test del cilindro. Utilizando la media del volumen y la densidad de cada uno de los tests anteriormente calculado, con la finalidad de determinar la desviación estándar, el error de la media o del punto de tendencia central.

Volumen

Test \ Cálculos	Media [cm ³]	Des.Estandar	Error.Media
Cilindro1	0.51	0.00039	1.97e-05
Cilindro2	5.55	0.0044	0.00022
Cilindro3	9.66	0.0047	0.00024
Cilindro4	13.28	9.26e-05	4.63e-06
Cilindro5	18.27	0.0096	0.00048
Cilindro6	41.04	0.014	0.00069
Cilindro7	67.65	0.0089	0.00044
Cilindro8	115.77	0.0028	0.00014
Cilindro9	122.13	0.011	0.00055
Cilindro10	139.24	0.0062	0.00031

Tabla XVII. Punto de tendencia central, desviaciones y error de la media en el volumen del cilindro en cada test

Densidad

Test \ Cálculos	Media [gr/cm ³]	Des.Estandar	Error.Media
Cilindro1	34.99	0.014	0.00072
Cilindro2	3.88	0.00080	3.99e-05
Cilindro3	2.32	0.00089	4.45e-05
Cilindro4	1.85	1.40e-05	7.00e-07
Cilindro5	4.45	0.00070	3.51e-05
Cilindro6	2.15	0.00066	3.28e-05
Cilindro7	1.39	0.00057	2.84e-05
Cilindro8	0.86	8.02e-05	4.00e-06
Cilindro9	0.98	4.51e-05	2.26e-06
Cilindro10	0.87	9.18e-05	4.59e-06

Tabla XVIII. Punto de tendencia central, desviaciones y error de la media en la densidad del cilindro en cada test

D. MEDICIONES DE LA MONEDA

Los datos obtenidos en el experimento de las monedas son diferentes entre ellos. Se evidencia que los datos manifiestan diferencias mostradas en la Tabla.XIX, los cuales fueron obtenidos utilizando la ecuación de la media Ec. (7)

Test	Diámetro [cm]	Espesor [cm]	Masa [gr]
Moneda1	1.89	0.28	0.32
Moneda2	2.18	0.41	0.34
Moneda3	2.25	0.41	0.36
Moneda4	2.97	0.41	0.38
Moneda5	3.21	0.48	0.50
Moneda6	4.17	0.52	0.59
Moneda7	4.26	0.58	0.63
Moneda8	5.02	0.61	0.83
Moneda9	5.35	0.62	0.94
Moneda10	5.46	0.66	1.18

Tabla XIX. Valor de tendencia central de los datos obtenidos del diámetro, el espesor y la masa de la moneda en cada test.

Aplicando la Ec. (6), utilizando los datos obtenidos de la masa de la moneda para calcular los pesos.

Posteriormente, aplicando la ecuación de la media Ec. (7), con la finalidad de obtener el punto de tendencia central del peso de cada test de la moneda.

Test	Media del Peso [N]
Moneda1	0.0031
Moneda2	0.0033
Moneda3	0.0035
Moneda4	0.0037
Moneda5	0.0049
Moneda6	0.0058
Moneda7	0.0062
Moneda8	0.0081
Moneda9	0.0092
Moneda10	0.012

Tabla XX. Promedio del peso de cada test

Aplicando la Ec. (4), utilizando los datos obtenidos de la medición de las dimensiones de la moneda para calcular los volúmenes.

Posteriormente, aplicando la ecuación de la media Ec. (7), con la finalidad de obtener el punto de tendencia central del volumen de cada test de la moneda.

Test	Media del Volumen [cm ³]
Moneda1	0.77
Moneda2	1.52
Moneda3	1.61
Moneda4	2.81
Moneda5	3.86
Moneda6	7.12
Moneda7	8.21
Moneda8	12.09
Moneda9	14.01
Moneda10	15.52

Tabla XXI. Promedio del volumen de cada test

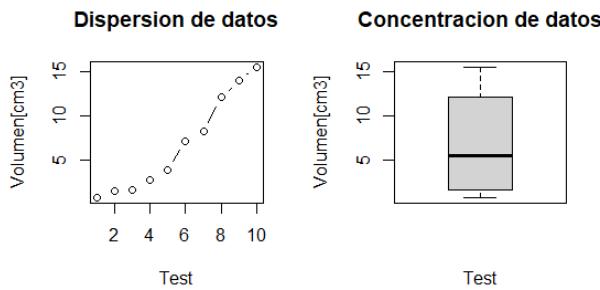


Figura 7. Media del volumen de la moneda en cada test

Aplicando la Ec. (5), utilizando los datos obtenidos de la masa y el volumen en cada medición de los tests, con la finalidad de calcular la densidad.

Aplicando la ecuación de la media Ec. (7), con la finalidad de obtener el punto de tendencia central de la densidad de cada test de la moneda.

Test	Media de la Densidad[gr/cm ³]
Moneda1	0.41
Moneda2	0.22
Moneda3	0.22
Moneda4	0.14
Moneda5	0.13
Moneda6	0.082
Moneda7	0.077
Moneda8	0.068
Moneda9	0.067
Moneda10	0.076

Tabla XXII. Promedio de la densidad de cada test

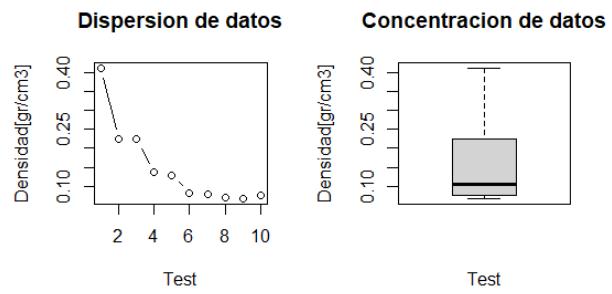


Figura 8. Media de la densidad de la moneda en cada test

Aplicando la ecuación (8), utilizando los volúmenes y densidades calculados anteriormente en cada test de la moneda, con la finalidad de encontrar la desviación individual de cada volumen y densidad en los tests.

Aplicando ecuaciones (9), (11) a los volúmenes y densidades calculados anteriormente en cada test de la moneda.

Utilizando la media del volumen y la densidad de cada uno de los tests anteriormente calculado, con la finalidad de determinar la desviación estándar, el error de la media o del punto de tendencia central.

Volumen

Test \ Cálculos	Media [cm ³]	Des.Estandar	Error.Media
Moneda1	0.77	0.00033	1.64e-05
Moneda2	1.52	0.00078	3.90e-05
Moneda3	1.61	0.00039	1.97e-05
Moneda4	2.81	0.00063	3.14e-05
Moneda5	3.86	0.0010	5.23e-05
Moneda6	7.12	0.0024	0.00012
Moneda7	8.21	0.0024	0.00012
Moneda8	12.09	0.0014	6.79e-05
Moneda9	14.01	0.00099	4.96e-05
Moneda10	15.52	0.0016	7.76e-05

Tabla XXIII. Punto de tendencia central, desviaciones y error de la media en el volumen de la moneda en cada test

Densidad

Cálculos Test	Media [gr/cm ³]	Des.Estandar	Error.Media
Moneda1	0.41	0.00012	6.22e-06
Moneda2	0.22	9.73e-05	4.86e-06
Moneda3	0.22	4.50e-05	2.25e-06
Moneda4	0.14	7.28e-05	3.64e-06
Moneda5	0.13	6.51e-05	3.26e-06
Moneda6	0.082	4.96e-05	2.48e-06
Moneda7	0.077	1.75e-05	8.77e-07
Moneda8	0.068	1.54e-05	7.68e-07
Moneda9	0.067	1.10e-05	5.53e-07
Moneda10	0.076	1.25e-05	6.26e-07

Tabla XXIV. Punto de tendencia central, desviaciones y error de la media en la densidad de la moneda en cada test

IV. RESULTADOS

A. ESFERA

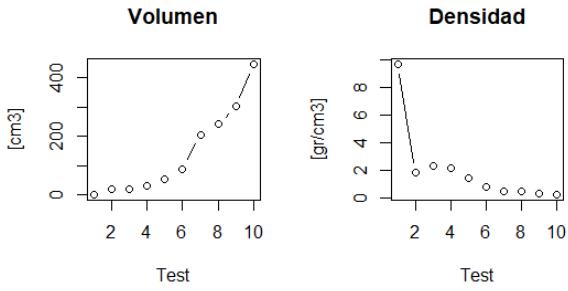


Figura 9. Medias del volumen vs Medias de la densidad

Se puede observar en la Fig.9 que en el caso del volumen y la densidad hay mediciones que llegan a tener poco error, por lo que son muy precisas, indicando que la mayor concentración de datos están cerca de la media, por lo que se puede afirmar que la distribución de los mismos es simétrico, similar al experimento de la campana de Gauss.

En el caso del volumen son los tests (1-2-3-4-5-6), con desviaciones típicas menores a 0,030, como se puede observar en la Tabla.V.

En el caso de la densidad son todos los tests excepto el primero, con desviaciones típicas menores a 0,0021, como se puede observar en la Tabla.VI.

Sin embargo, el resto de los tests llegan a presentar menos precisión y mas error, indicando que los datos están mas dispersos, dando a entender que la distribución de los datos no es tan concentrada en la media, por lo que, la desviación es mayor.

En el caso del volumen son los tests (7-8-9-10), con desviaciones típicas mayores a 0,010, como se puede observar en la Tabla.V.

En el caso de la densidad es especialmente el primer test,

con una desviación típica de 0,0074, como se puede observar en la Tabla.VI.

Para una mejor observación de las desviaciones de cada volumen de la esfera, observar la Fig.1 y para la densidad observar la Fig.2

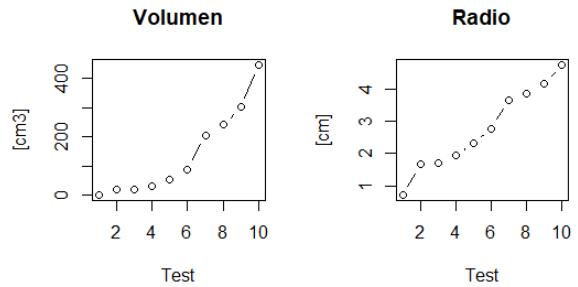


Figura 10. Medias del volumen vs Medias del radio

Se puede observar en la Fig.10 que en el caso del volumen y el radio hay mediciones que llegan a tener poco error, por lo que son muy precisas, indicando que la mayor concentración de datos están cerca de la media, por lo que se puede afirmar que la distribución de los mismos es simétrico, similar al experimento de la campana de Gauss.

En el caso del volumen son los tests (1-2-3-4-5-6), con desviaciones típicas menores a 0,030, como se puede observar en la Tabla.V.

En el caso del radio son los tests (1-3-4-5-6-8-9-10), los cuales presentan una gran precisión y exactitud.

Sin embargo, el resto de los tests llegan a presentar menos precisión y mas error, indicando que los datos están mas dispersos, dando a entender que la distribución de los datos no es tan concentrada en la media, por lo que, la desviación es mayor.

En el caso del volumen son los tests (7-8-9-10), con desviaciones típicas mayores a 0,010, como se puede observar en la Tabla.V.

En el caso del radio son los tests (2-7), con una mayor desviación, ya que como se puede observar estos presentan mayor error y desviación en comparación con los otros tests.

Para una mejor observación de las desviaciones de cada volumen de la esfera, observar la Fig.1.

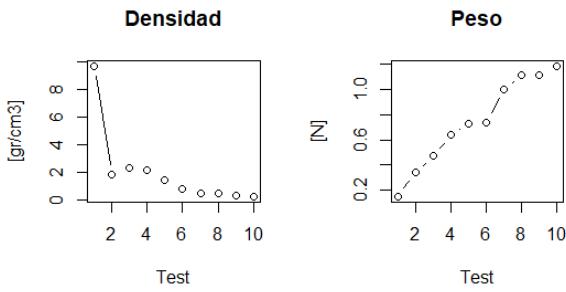


Figura 11. Medias de la densidad vs Medias del peso

Se puede observar en la Fig.11 que en el caso de la densidad y el peso hay mediciones que llegan a tener poco error, por lo que son muy precisas, indicando que la mayor concentración de datos están cerca de la media, por lo que se puede afirmar que la distribución de los mismos es simétrico, similar al experimento de la campana de Gauss.

En el caso de la densidad son todos los tests excepto el primero, con desviaciones típicas menores a 0,0021, como se puede observar en la Tabla.VI.

En el caso del peso son los tests (4-5-6-8-9-10), debido a que estos presentan una gran precisión y exactitud, por lo que sus desviaciones y errores son mínimos.

Sin embargo, el resto de los tests llegan a presentar menos precisión y mas error, indicando que los datos están mas dispersos, dando a entender que la distribución de los datos no es tan concentrada en la media, por lo que, la desviación es mayor.

En el caso de la densidad es especialmente el primer test, con una desviación típica de 0,0074, como se puede observar en la Tabla.VI.

En el caso del peso son los tests (1-2-3-7), ya que a comparación de los otros tests, estos llegan a presentar mayores errores, por lo tanto tendrán mayores desviaciones.

Para una mejor observación de las desviaciones de cada densidad de la esfera, observar la Fig.2.

B. CILINDRO HUECO

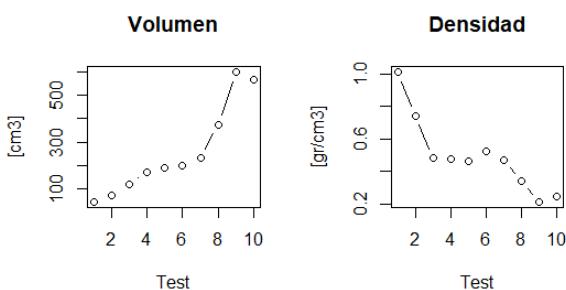


Figura 12. Medias del volumen vs Medias de la densidad

Se puede observar en la Fig.12 que en el caso del volumen y la densidad hay mediciones que llegan a tener poco error, por lo que son muy precisas, indicando que la mayor concentración de datos están cerca de la media, por lo que se puede afirmar que la distribución de los mismos es simétrico, similar al experimento de la campana de Gauss.

En el caso del volumen son los tests (1-2-3-4-5-9-10), con desviaciones típicas menores a 0,055, como se puede observar en la Tabla.XI.

En el caso de la densidad son los tests (3-4-5-7-8-9-10), los cuales presentan una gran precisión y exactitud, con desviaciones estándares menores a 0,00020, como se puede observar en la Tabla.XII.

Sin embargo, el resto de los tests llegan a presentar menos precisión y mas error, indicando que los datos están mas dispersos, dando a entender que la distribución de los datos no es tan concentrada en la media, por lo que, la desviación es mayor.

En el caso del volumen son los tests (6-7-8), con desviaciones típicas mayores a 0,090, como se puede observar en la Tabla.XI.

En el caso de la densidad son los tests 1,2,6, con desviaciones típicas mayores a 0,00020, como se puede observar en la Tabla.XII.

Para una mejor observación de las desviaciones de cada volumen del cilindro hueco observar la Fig.3 y para la densidad la Fig.4.

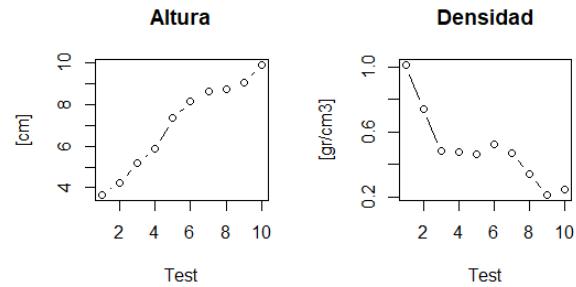


Figura 13. Medias de la altura vs Medias de la densidad

Se puede observar en la Fig.13 que en el caso de la altura y la densidad hay mediciones que llegan a tener poco error, por lo que son muy precisas, indicando que la mayor concentración de datos están cerca de la media, por lo que se puede afirmar que la distribución de los mismos es simétrico, similar al experimento de la campana de Gauss.

En el caso de la altura son los tests (1-2-3-4-6-7-8-9), los cuales presentan una gran precisión y exactitud, por lo que llegan a presentar un error mínimo, indicando que su desviación es poca.

En el caso de la densidad son los tests (3-4-5-7-8-9-10), los cuales presentan una gran precisión y exactitud, con desviaciones estándares menores a 0,00020, como se puede observar en la Tabla.XII.

Sin embargo, el resto de los tests llegan a presentar menos precisión y mas error, indicando que los datos están mas dispersos, dando a entender que la distribución de los datos no es tan concentrada en la media, por lo que, la desviación es mayor.

En el caso de la altura son los tests (5-10), ya que a diferencia de los demás tests, estos llegan a presentar mayor error, por lo que su desviación también es mas grande.

En el caso de la densidad son los tests 1,2,6, con desviaciones típicas mayores a 0,00020, como se puede observar en la Tabla.XII.

Para una mejor observación de las desviaciones de cada densidad del cilindro hueco observar la Fig.4.

C. CILINDRO

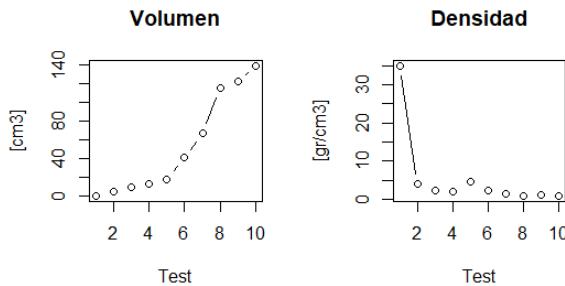


Figura 14. Medias del volumen vs Medias de la densidad

Se puede observar en la Fig.14 que en el caso del volumen y la densidad hay mediciones que llegan a tener poco error, por lo que son muy precisas, indicando que la mayor concentración de datos están cerca de la media, por lo que se puede afirmar que la distribución de los mismos es simétrico, similar al experimento de la campana de Gauss.

En el caso del volumen son los tests (1-2-3-4-8), con desviaciones típicas menores a 0,0050, como se puede observar en la Tabla.XVII.

En el caso de la densidad son todos los tests menos el primero, con desviaciones estándares menores a 0,00090, como se puede observar en la Tabla.XVIII.

Sin embargo, el resto de los tests llegan a presentar menos precisión y mas error, indicando que los datos están mas dispersos, dando a entender que la distribución de los datos no es tan concentrada en la media, por lo que, la desviación es mayor.

En el caso del volumen son los tests (5-6-7-9-10), con desviaciones típicas mayores a 0,0060, como se puede observar en la Tabla.XVII.

En el caso de la densidad es el test1, con una desviación estándar de 0,014, como se puede observar en la Tabla.XVIII.

Para una mejor observación de las desviaciones de cada volumen del cilindro observar la Fig.5 y para la densidad la Fig.6.

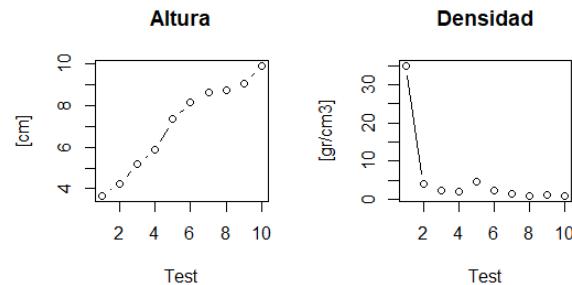


Figura 15. Medias de la altura vs Medias de la densidad

Se puede observar en la Fig.15 que en el caso de la altura y la densidad hay mediciones que llegan a tener poco error, por lo que son muy precisas, indicando que la mayor concentración de datos están cerca de la media, por lo que se puede afirmar que la distribución de los mismos es simétrico, similar al experimento de la campana de Gauss.

En el caso de la altura son los tests (1-2-3-6-7-8-9-10), ya que presentan una gran precisión y exactitud en comparación con los demás tests.

En el caso de la densidad serían todos los tests menos el primero, con desviaciones estándares menores a 0,00090, como se puede observar en la Tabla.XVIII.

Sin embargo, el resto de los tests llegan a presentar menos precisión y mas error, indicando que los datos están mas dispersos, dando a entender que la distribución de los datos no es tan concentrada en la media, por lo que, la desviación es mayor.

En el caso de la altura son los tests (4-5), ya que como podemos observar el error de la medición de la altura llega a ser mayor en estos tests, por tanto la desviación es mayor.

En el caso de la densidad es el test1, con una desviación estándar de 0,014, como se puede observar en la Tabla.XVIII.

Para una mejor observación de las desviaciones de cada densidad observar la Fig.6.

D. MONEDA

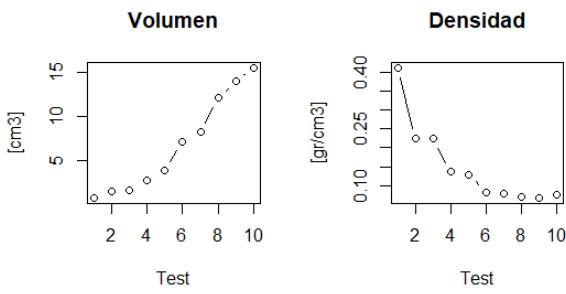


Figura 16. Medias del volumen vs Medias de la densidad

Se puede observar en la Fig.16 que en el caso del volumen y la densidad hay mediciones que llegan a tener poco error, por lo que son muy precisas, indicando que la mayor concentración de datos están cerca de la media, por lo que se puede afirmar que la distribución de los mismos es simétrico, similar al experimento de la campana de Gauss.

En el caso del volumen son todos los tests (1-2-3-4-5-8-9-10), con desviaciones estándares menores a 0,0014, como se puede observar en la Tabla.XXIII.

En el caso de la densidad son los tests (7-8-9-10), con desviaciones estándares menores a $1,80e - 05$, como se puede observar en la Tabla.XXIV.

Sin embargo, el resto de los tests llegan a presentar menos precisión y mas error, indicando que los datos están mas dispersos, dando a entender que la distribución de los datos no es tan concentrada en la media, por lo que, la desviación es mayor.

En el caso del volumen son los tests (6-7), con desviaciones estándares mayores a 0,0016, como se puede observar en la Tabla.XXIII.

En el caso de la densidad son los tests (1-2-3-4-5-6) con desviaciones estándares mayores a $1,90e - 05$, como se puede observar en la Tabla.XXIV.

Para una mejor observación de las desviaciones de cada volumen observar la Fig.7 y para la densidad observar la Fig.8.

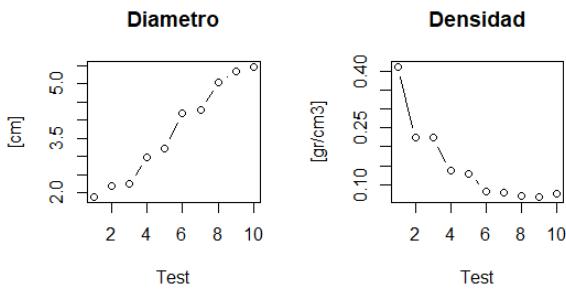


Figura 17. Medias del diámetro vs Medias de la densidad

Se puede observar en la Fig.17 que en el caso del diámetro y la densidad hay mediciones que llegan a tener poco error, por lo que son muy precisas, indicando que la mayor concentración de datos están cerca de la media, por lo que se puede afirmar que la distribución de los mismos es simétrico, similar al experimento de la campana de Gauss.

En el caso del diámetro son los tests (1-2-3-7), ya que como se puede observar no presentan enormes errores y desviaciones como en el caso de los demás tests.

En el caso de la densidad son los tests (7-8-9-10), con desviaciones estándares menores a $1,80e - 05$, como se puede observar en la Tabla.XXIV.

Sin embargo, el resto de los tests llegan a presentar menos precisión y mas error, indicando que los datos están mas dispersos, dando a entender que la distribución de los datos no es tan concentrada en la media, por lo que, la desviación es mayor.

En el caso del diámetro son los tests (4-5-6-8-9-10), ya que de acuerdo a la gráfica estos llegan a presentar grandes desviaciones en comparación con los otros test.

En el caso de la densidad son los tests (1-2-3-4-5-6), con desviaciones estándares mayores a $1,90e - 05$, como se puede observar en la Tabla.XXIV.

Para una mejor observación de las desviaciones de cada densidad observar la Fig.8.

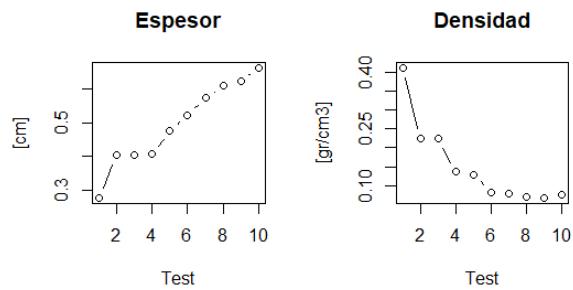


Figura 18. Medias del espesor vs Medias de la densidad

Se puede observar en la Fig.18 que en el caso del espesor y la densidad hay mediciones que llegan a tener poco error, por lo que son muy precisas, indicando que la mayor concentración de datos están cerca de la media, por lo que se puede afirmar que la distribución de los mismos es simétrico, similar al experimento de la campana de Gauss.

En el caso del espesor son todos los tests excepto el test1, ya que como se puede observar no presentan enormes errores y desviaciones como en el caso de los demás tests.

En el caso de la densidad son los tests (7-8-9-10), con desviaciones estándares menores a $1,80e - 05$, como se puede observar en la Tabla.XXIV.

Sin embargo, el resto de los tests llegan a presentar menos precisión y mas error, indicando que los datos están mas dispersos, dando a entender que la distribución de los

datos no es tan concentrada en la media, por lo que, la desviación es mayor.

En el caso del espesor es el test1, ya que como se puede observar este llega a presentar una gran desviación en comparación con los otros test.

En el caso de la densidad serian los tests (1-2-3-4-5-6), con desviaciones estándares mayores a $1,90e - 05$, como se puede observar en la Tabla.XXIV.

Para una mejor observación de las desviaciones de cada densidad observar la Fig.8.

V. DISCUSIÓN

Se observa que al analizar estadísticamente las series de medidas de cada test tomado a las dimensiones de las diversas figuras tridimensionales, estas permiten observar una clara diferencia entre la distribución de datos respecto al punto de tendencia central de cada serie, ya que en algunas series la distribución de los datos resulta ser asimétrica, indicando que la mayor concentración de datos tiende a uno de los extremos de la gráfica dándole a esta una figura similar al de una curva sesgada, pero en otros casos la misma llega a ser aproximadamente simétrica, teniendo una figura similar al de la campana de Gauss, indicando que la concentración de datos está mayormente por la media.

También se demuestra que las desviaciones y errores de las medidas indirectas dependen de la precisión con la que se tomaron las medidas directas de las dimensiones de las figuras tridimensionales.

En este caso el error de las medidas directas es mínimo, por lo que las medidas indirectas calculadas como el volumen, el peso y la densidad no presentan grandes errores, causando que la desviación estándar llegue a estar muy próximo del cero, indicando que los datos tienden a estar mas cerca de la media, ya que entre menos dispersa este la distribucion de los datos de la serie de medidas, mas cercano a 0 es la desviación estándar.

Como en el caso del volumen de la moneda en el test10, presente en la Tabla.XXIII, con una desviación de $0,0016$ y un error de la media de $7,76e - 05$.

VI. CONCLUSIONES

Se concluyo que:

1. Los datos obtenidos en cada serie de medidas directas de las mediciones realizadas a las dimensiones de las figuras tridimensionales como la esfera, el cilindro hueco, el cilindro y la moneda son distintos entre ellos, evidenciando una gran diferencia en su dispersión alrededor del punto de tendencia central, a la hora de analizar los datos.

2. La desviación estándar de las medidas indirectas como el volumen, el peso y la densidad de las figuras tridimensionales llega a ser muy próximo al cero, indicando que la mayor concentración de datos esta alrededor de la media y no a un extremo, es decir que la mayoría de los datos están en el punto central, como se observa:

-Esfera: En su volumen en el test3 de la Tabla.V, con una desviación estándar del $0,0021$.

-Cilindro Hueco: En su densidad en el test3 de la Tabla.XII, con una desviación estándar del $0,00013$.

-Cilindro: En su volumen en el test1 de la Tabla.XVII, con una desviación estándar del $0,00039$.

-Moneda: En su densidad en el test4 de la Tabla.XXIV, con una desviación estándar del $7,28e - 05$.

3. El error cometido en las medidas directas tomadas de las dimensiones de las figuras tridimensionales, también afectara al volumen, la masa y el peso de cada figura, debido a que estas son medidas indirectas y a la hora de utilizar cálculos y ecuaciones para obtenerlos, dependen de las medidas directas anteriormente tomadas de las dimensiones de las figuras, es decir que son proporcionales. Debido a que se tomo con mucha precisión las medidas directas, la desviación estándar y el error de la media son mínimos.

Como se aprecia: -En el test1 de la densidad de la esfera en la Tabla.VI. -En el test6 del volumen del cilindro hueco en la Tabla.XI. -En el test1 de la densidad del cilindro en la Tabla.XVIII. -En el test7 del volumen de la moneda en la Tabla.XXIII.

VII. BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS

- [1] V. Abraira. "Desviación estándar y error estándar". En: (2023).
- [2] Herman Johan Christiaan. "Standard deviation of the mean". En: () .
- [3] Sebastian Minkina Waldemar; Dudzik. "Infrared Thermography — Basic Concepts in the Theory of Errors and Uncertainties". En: 10.1002/9780470682234 (2009).
- [4] Thomas J. Quirk. "Sample Size, Mean, Standard Deviation, and Standard Error of the Mean". En: (2012).
- [5] Salvador Medina Rivera. "Breve introducción a la teoría de errores y graficación". En: 2017.
- [6] JOHN R. TAYLOR. "Introducción al Análisis de Errores". En: 1997.