

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey



Actividad experimental II

F1008.101: Experimentación física y pensamiento estadístico

José Antonio Gutierrez Reyes

Tecnológico de Monterrey, Campus
Monterrey

A00836090@tec.mx

José Rogelio Ruiz Martínez

Tecnológico de Monterrey, Campus
Monterrey

A00835536@tec.mx

Carlos Gutierrez Coppel

Tecnológico de Monterrey, Campus
Monterrey

A00836784@tec.mx

Fernando Espidio Santamaría

Tecnológico de Monterrey, Campus
Monterrey

A00837570@tec.mx

Resumen

Durante el desarrollo de la práctica, se espera encontrar la relación que tiene la altura del agua de la botella de Mariotte con respecto al tiempo, para así observar el comportamiento que tiene en relación al flujo constante. Es por tal motivo que se realiza el experimento sobre la botella de Mariotte llenando el tanque 5 veces, pero variando la altura que tiene el tubo PVC en el orificio superior vertical, con la finalidad de observar cómo va variando la altura, y cuya relación es establecida matemáticamente a través de la aplicación de mínimos cuadrados que proporciona una regresión lineal en cuanto a cómo es el vaciado del tanque con respecto al tiempo, y el valor de la altura que tienen en cierto punto. De la misma manera, se aplican los conocimientos adquiridos en la toma de medidas, para calcular valores más precisos tomando en cuenta el rango de error de las mediciones, las cuales son representadas obteniendo la incertidumbre en base a los datos obtenidos. Con estos resultados, se puede encontrar la diferencia en el comportamiento del flujo con respecto a cómo está posicionado el tubo vertical, afectando de esta manera al tiempo que tarda en vaciarse el tanque, representado a través de la altura y su velocidad correspondiente, cuyo valor y datos obtenidos tendrán variaciones significativas dependiendo de cómo se manipule, y que es mostrada a través de las funciones de regresión lineal.

Palabras clave:

Botella de Mariotte, regresión: mínimos cuadrados, velocidad constante

Objetivo: Encontrar la relación entre h y t , con variaciones en h para cada caso, utilizando técnicas de regresión lineal en el vaciado de un tanque de Mariotte (previamente usado en la primera práctica) para el régimen de flujo constante.

1 Introducción

El comportamiento de fluidos a través de contenedores y tubos de ciertas dimensiones es de gran relevancia para la sociedad actual, siendo el agua un elemento tan indispensable de la vida cotidiana de todos los seres humanos, se ha puesto mucho pensamiento en entender cómo se comportan los fluidos físicamente cuando se quiere transportar, contener, o utilizar grandes cantidades de este. Gracias a esto han surgido fórmulas y leyes que se han probado empíricamente útiles, como las relevantes a este reporte, el principio de bernoulli, que se deriva de la ley de conservación de la energía y permite calcular diferentes magnitudes de las condiciones de un fluido con las fórmulas de energía potencial y cinética, y la ley de torricelli, que permite determinar la velocidad de salida de un fluido dentro de un contenedor abierto cuando la diferencia en área de entrada y salida es muy grande. Estos dos conceptos nos permiten explicar con certeza la velocidad constante con la cual sale el fluido en una botella de mariotte.

El experimento de la botella de mariotte consiste en tener en un contenedor con fluido dos tubos que sean los únicos accesos al aire exterior, uno que se encuentre a cierta altura debajo del nivel del agua y otro que esté más cercano a la base del contenedor y sea por donde sale el agua. En teoría se puede utilizar la ley de Torricelli para calcular la velocidad constante con la que sale el fluido mientras la altura del nivel de agua sea mayor a la altura a la que está el tubo por donde entra el aire. En este reporte se busca probar empíricamente que independientemente de la altura a la que se encuentre el tubo, siempre y cuando tenga las características de una botella de mariotte, la velocidad de salida será constante y se puede calcular la magnitud de esta velocidad de manera precisa. Además, el entender los conceptos relevantes a este experimento también tiene el propósito de ayudar a buscar una aplicación de la vida real en la que pueda ser utilizado este tipo de contenedor. Para ello se grabaron 5 videos en los que se puede observar con una regla pegada a una botella de mariotte, como cambia la altura respecto al tiempo.

Viendo los videos con detenimiento, se registraron los datos en un excel en el cuál se utilizó el método de regresión lineal de mínimos cuadrados. Este método se basa en la ecuación de una recta lineal, que es: $y = mx + b$, para encontrar las

magnitudes de los elementos “m” y “b” con mediciones de las magnitudes “x” y “y” scadas manualmente y fórmulas que serán explicadas más adelante. Una vez hecho esto y dado que, gracias a la actividad experimental 1, sabemos que la ecuación que describe el comportamiento de la altura en base al tiempo es lineal, siendo la velocidad su pendiente, podemos determinar las velocidades de los casos que grabamos. Cada uno de los 5 videos que se hicieron tuvieron alturas diferentes para el tubo de entrada de aire, siendo las alturas, 11, 10, 8.5, 6 y 4 centímetros de altura, cabe mencionar que la altura del tubo de salida era 2.2 cm. El método de mínimos cuadrados fue aplicado para los respectivos intervalos en los que el nivel del agua estaba por encima de la altura del tubo de entrada de aire para cada video.

Finalmente, habiendo hecho los cálculos con las mediciones, se reportaron las velocidades diferentes obtenidas en cada caso y discutió sobre los resultados y las características que los explican, se comparan las gráficas obtenidas experimentalmente con las gráficas obtenidas con las fórmulas y se indaga sobre la posibilidad de aplicar el mismo método a los intervalos en los que el agua no es influenciada por el tubo de ventilación, para concluir y corroborar la comprensión de los conceptos. De esta manera, a través del experimento se puede obtener como es la relación entre las alturas y el tiempo que transcurre en el flujo constante, para así determinar aproximaciones sobre el comportamiento de la salida del líquido y sus variaciones.

2 Teoría experimental

2.1 Fluidos

Principio de Bernoulli: establece que un aumento en la velocidad de un fluido ocurre simultáneamente con una disminución en la presión estática o una disminución en la energía potencial del fluido. Esto significa que la suma de las energías potencial y cinética en los diferentes puntos de un sistema es constante, es decir, se conserva la energía, por lo que se puede obtener la siguiente ecuación.

Ecuación de Bernoulli (Khan Academy) :

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g y_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g y_2$$

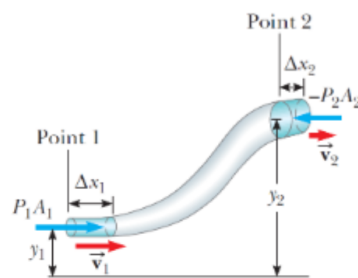


Figura 2.1.1 Representación Visual Principio de Bernoulli

Ecuación del caudal (gasto): Dado que la masa de un fluido en movimiento no cambia al fluir, esto conduce a la siguiente relación:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

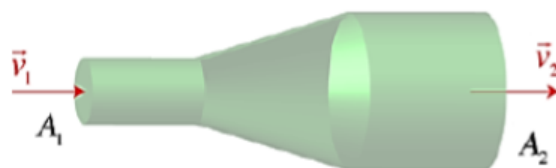


Figura 2.1.2 Representación Visual Caudal (gasto)

Ley de Torricelli: esta ley dice que la velocidad de un líquido en una vasija abierta, por un orificio, es la que tendría un cuerpo cualquiera, cayendo libremente en el vacío desde el nivel del líquido hasta el centro de gravedad del orificio.

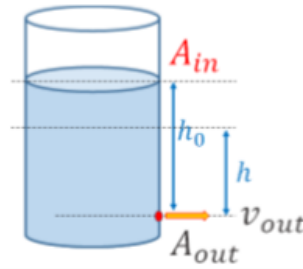


Figura 2.1.3 Representación visual Ley de Torricelli

Para obtener la ley de Torricelli son necesarias las dos ecuaciones anteriores. Suponiendo que la sección transversal del recipiente es uniforme y se encuentra abierto.

Podemos utilizar ecuación de Bernoulli:

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g y_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g y_2$$

En un contenedor abierto podemos eliminar las presiones porque sería la misma estando en el recipiente y al salir:

$$\frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g y_1 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g y_2$$

Dado que consideraremos el agua como fluido ideal la densidad no cambia así que se puede eliminar de la ecuación:

$$\frac{1}{2}v_1^2 + g y_1 = \frac{1}{2}v_2^2 + g y_2$$

Si despejamos despejar para velocidad 2 utilizando la ecuación del caudal para despejar la velocidad 1

$$v_2 = \sqrt{\frac{2g(h_2 - h_1)}{1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2}}$$

Como en estos casos se asume que el área 1 es mucho menor que el área 2, su división tiende a 0, así que se puede eliminar de la ecuación y queda la siguiente aproximación (Centeno, J. A. M) :

$$\text{Ley de Torricelli } v_2 = \sqrt{2gh} \quad \text{donde } h = \text{diferencia de altura}$$

Figura 2.1.4 Ley de Torricelli

Retomando ahora sí con mayor profundidad el experimento realizado, es importante saber que el frasco de Mariotte es un dispositivo destinado a conseguir una velocidad de efusión constante simultáneamente para un líquido y un gas. Consta de un frasco o botella el cual cuenta con un orificio lateral cerca de la base en el que eventualmente puede insertarse un tubo recto horizontal, y un tubo, también de vidrio, que por medio de un tapón ajusta perfectamente a su garganta, quedando en posición vertical. Para observar su funcionamiento, se coloca un tapón de corcho en el tubo horizontal para evitar la salida de líquido y se llena frasco con agua, teniendo en cuenta que debe verse suficiente cantidad para cubrir ampliamente el extremo inferior del tubo vertical, y que éste debe quedar siempre a una altura h por encima del nivel marcado por el tubo horizontal. En ese momento se quita el tapón de corcho y se observa la salida de agua a través del tubo horizontal con velocidad constante, a pesar de que con el paso del tiempo desciende el nivel del agua en el frasco (siempre que se sigan cumpliendo las dos condiciones anteriormente expuestas). De esta forma, vemos que el frasco de Mariotte logra una velocidad de efusión constante para un líquido, en este caso agua. Sin embargo, también se observa la entrada regular de burbujas de aire a través del extremo inferior del tubo vertical, lo que implica una velocidad de efusión constante también para un gas, en este caso aire. (Connor, N.)

Para obtener el valor de esta velocidad y su incertidumbre se utilizan los siguientes conceptos:

$$y = mx + b$$

Figura 2.1.5 Fórmula ecuación lineal

Sabiendo que la velocidad es la razón de cambio de la posición y tomando en cuenta que es constante, se puede utilizar la estructura general de una ecuación lineal para relacionarlos:

$$h(t) = (v_h)t + h_0$$

Figura 2.1.6 Ecuación lineal posición respecto al tiempo

2.2 Regresión por Mínimos Cuadrados

Dado que en este experimento se hace solamente una medición por altura inicial, se utilizará el método de regresión lineal por mínimos cuadrados para sacar las velocidades en cada caso.

Una regresión lineal es una técnica de modelado estadístico que se utiliza para sacar una ecuación lineal que describa el comportamiento de una variable dependiente como función de otra independiente, con el propósito de comprender y predecir el comportamiento del sistema.

El método de mínimos cuadrados de regresión lineal utiliza las siguientes ecuaciones para sacar los valores de “m” y “b” de la ecuación lineal correspondiente a pares de datos sacados experimentalmente:

$$m = \frac{N \sum_i^N (x_i y_i) - \sum_i^N x_i \sum_i^N y_i}{N \sum_i^N x_i^2 - (\sum_i^N x_i)^2} \quad b = \frac{\sum_i^N x_i^2 \sum_i^N y_i - \sum_i^N x_i \sum_i^N (x_i y_i)}{N \sum_i^N x_i^2 - (\sum_i^N x_i)^2}$$

Figura 2.2.1 Fórmulas de regresión lineal con mínimos cuadrados para “m” y “b”

Donde “N” representa el número de datos que se tienen, “x” representa la variable independiente y “y” representa la variable dependiente que se quiere predecir.

Una vez obtenidos estos dos datos se pueden obtener las incertidumbres respectivas para “y”, “m” y “b” con las siguientes fórmulas:

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_i^N (\delta y_i)^2}{N - 2}} = \sqrt{\frac{\sum_i^N (y_i - (mx_i + b))^2}{N - 2}}$$

Figura 2.2.2 Regresión por mínimos cuadrados: error en la variable dependiente

Error en la pendiente

$$S_m = S_y \sqrt{\frac{N}{N \sum_i^N x_i^2 - (\sum_i^N x_i)^2}}$$

Error en la ordenada al origen

$$S_b = S_y \sqrt{\frac{\sum_i^N x_i^2}{N \sum_i^N x_i^2 - (\sum_i^N x_i)^2}}$$

Figura 2.2.3 Regresión por mínimos cuadrados: errores en la pendiente y ordenada al origen

Como las mediciones experimentales no se repiten en todos los casos, sus incertidumbres se pueden sacar utilizando como rango probable la menor unidad de medida del instrumento de medición utilizado. Por ejemplo: midiendo el tiempo con la menor unidad de medida siendo 1 segundo, la incertidumbre sería ± 0.5 segundos y midiendo la altura con la menor unidad de medida siendo 1 milímetro, la incertidumbre sería 0.05 centímetros.

3 Desarrollo experimental

3.1 Equipo Utilizado

Materiales & Sustancias

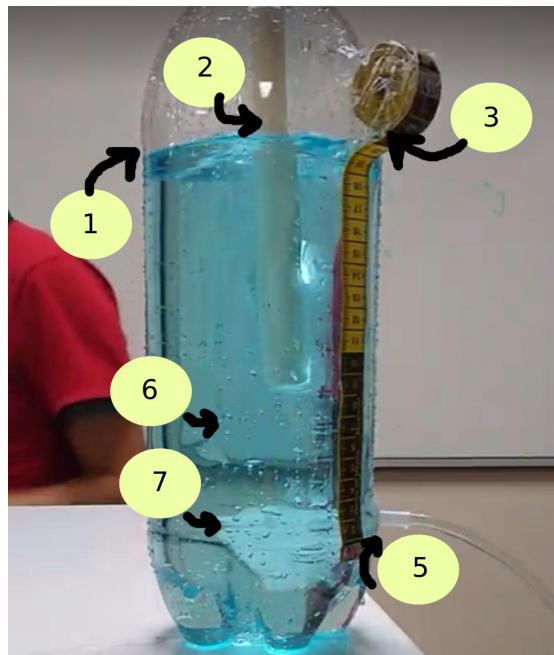


Figura 3. 1 Materiales y Sustancias del experimento

Materiales		Sustancias	
1.	Botella de plástico	6.	Colorante
2.	Tubo PVC media pulgada	7.	Agua
3.	Cinta métrica		
4.	Silicón/ plastilina		
5.	Tubo / popote para la salida del agua		

Es importante mencionar que este es el equipo utilizado principalmente en este caso, no obstante hay elementos que son reemplazables o que no son requeridos por completo como lo pueden ser el colorante cuya función es una ayuda principalmente a la hora de tomar medidas, o el silicón pueden ser reemplazados por otros materiales. Los mencionados son específicamente del caso realizado.

3.2 Montaje experimental

Una vez se obtuvieron los materiales listados en la parte superior, ya es posible empezar a realizar el experimento del tanque de Mariotte. El proceso para realizarlo es bastante sencillo, pues lo primero que se debe realizar son los orificios en la botella, pues es el objeto principal donde se almacena el agua. Es por eso que en la botella se realizan dos orificios, uno de forma vertical y otro horizontal. El vertical se debe realizar en la parte superior de la tapa de la botella, esto con el objetivo de que ahí pueda ir el tubo PVC, mientras que en la parte inferior, se debe hacer otro orificio pequeño que va a ser usado para la salida del agua, en este orificio debe poder introducirse el popote o pedazo de tubo. Con esto realizado, ahora es importante sellar por completo los orificios realizados, de forma que no haya ninguna salida de aire, pues esto afecta al flujo del agua como había sido mencionado anteriormente. Es aquí donde se hace uso de la plastilina o del silicón para poder tapar los orificios por completo, de tal manera que cuando se llene, mientras se esté vaciando saque burbujas lo que indicaría que si está sellado.

También es importante observar que para medir en cuestión las alturas, es necesario pegar la cinta métrica en la botella con referencia al tubo que se utiliza para el flujo de salida. Es por eso que también es utilizado el colorante, pues se requiere para poder tomar medidas más claras del agua. Una vez realizado estos pasos ya es posible realizar el experimento. En este caso, como había sido mencionado, lo que es importante es observar la relación que tiene la altura con respecto al tiempo, para de esta manera poder aplicar mínimos cuadrados y las técnicas mencionadas anteriormente en cuestión para el proceso. Por lo que para obtener datos más exactos y con un valor más acertado con el fin de probar lo mencionado, lo que se hará es medir cuánto tiempo tarda en cambiar la altura en 0.5 cm, para así saber el comportamiento del flujo del agua y la relación entre estas dos variables. Lo mencionado se realizó una cantidad de 5 veces. Otro aspecto muy importante de mencionar es que en cada intento realizado hay un cambio significativo, pues la altura del tubo PVC se cambia por cada intento, de tal manera que se permiten tomar datos que tienen variaciones en lo que se está enfocando, y que de esta manera la recolección de datos es más amplia y permite un rango con mayor asertividad de lo que se busca comprobar.

4 Resultados experimentales

4.1 Resultados y valores experimentales

Una vez realizados los cálculos, es importante recordar que el experimento se realizó 5 veces por lo que se obtuvieron las siguientes gráficas que relacionan el tiempo con la altura en cada video realizado. El análisis a continuación se presenta en cuestión de cada video mostrado.

Video 1:

En el primer caso del experimento se puede ver que, cuando la altura del tubo de ventilación era 10 cm, sobre el punto más bajo de la regla, la velocidad con la que baja la superficie del agua tiene una magnitud de 0.29 cm/s. Se puede observar que la diferencia entre el valor real de la ordenada al origen y el obtenido con el método es de 0.076 cm.

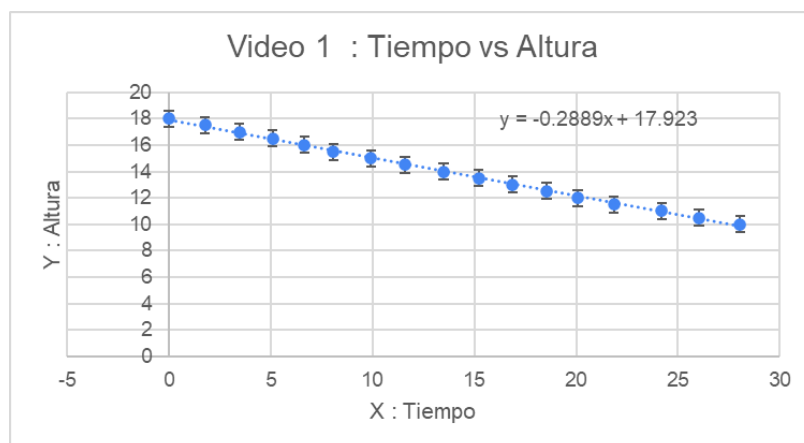


Figura 4.1 Cálculo de la velocidad de la superficie del Líquido, $h = 10$ cm

La ecuación que representa el comportamiento de la altura con respecto al tiempo con 3 decimales significativa en este caso es la siguiente:

$$(y \pm 0.089) = (-0.289 \pm 0.003)x + (17.923 \pm 0.041)$$

Video 2:

La segunda grabación del experimento se realizó con el tubo de ventilación a una altura de 6 cm, sobre el punto más bajo de la regla. Se puede ver que en este caso la velocidad con la que baja la superficie del agua tiene una magnitud de 0.18 cm/s. La diferencia entre el valor real de la ordenada al origen y el obtenido con el método es de 0.147 cm.

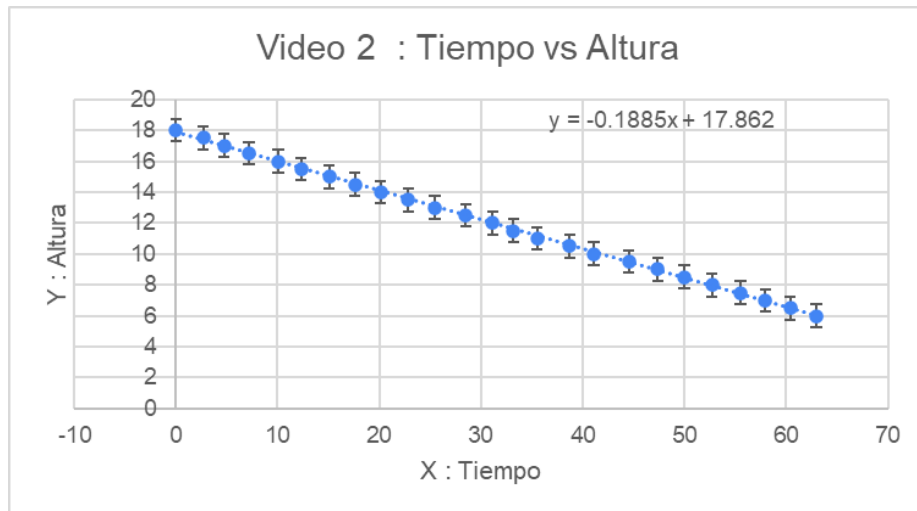


Figura 4.2 Cálculo de la velocidad de la superficie del Líquido, $h = 6$ cm

La ecuación que representa el comportamiento de la altura con respecto al tiempo con 3 decimales significativos en este caso es la siguiente:

$$(y \pm 0.080) = (-0.189 \pm 0.000)x + (17.862 \pm 0.030)$$

Video 3:

En el tercer caso en el que se realizó el experimento, el tubo de ventilación se encuentra a una altura de 11 cm, sobre el punto más bajo de la regla. En este caso la superficie del agua baja con una velocidad de magnitud 0.29 cm/s. La diferencia entre el valor real de la ordenada al origen y el obtenido con el método es de 0.183 cm.

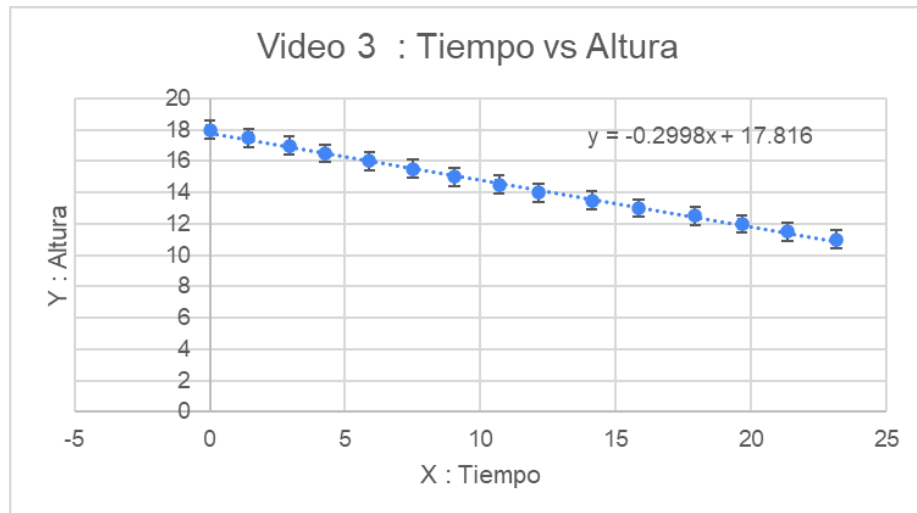


Figura 4.3 Cálculo de la velocidad de la superficie del Líquido, $h = 11 \text{ cm}$

La ecuación que representa el comportamiento de la altura con respecto al tiempo con 3 decimales, cuando la altura del tubo de ventilación es 11 cm, es la siguiente:

$$(y \pm 0.110) = (-0.300 \pm 0.004)x + (17.816 \pm 0.052)$$

Video 4:

El video 4 tiene 8.5 cm como altura del tubo de ventilación. Al obtener los valores de la ecuación lineal, se obtiene una magnitud de disminución de la superficie del agua de 0.28 cm/s. La diferencia entre el valor real de la ordenada al origen y el obtenido con el método es de 0.096 cm.

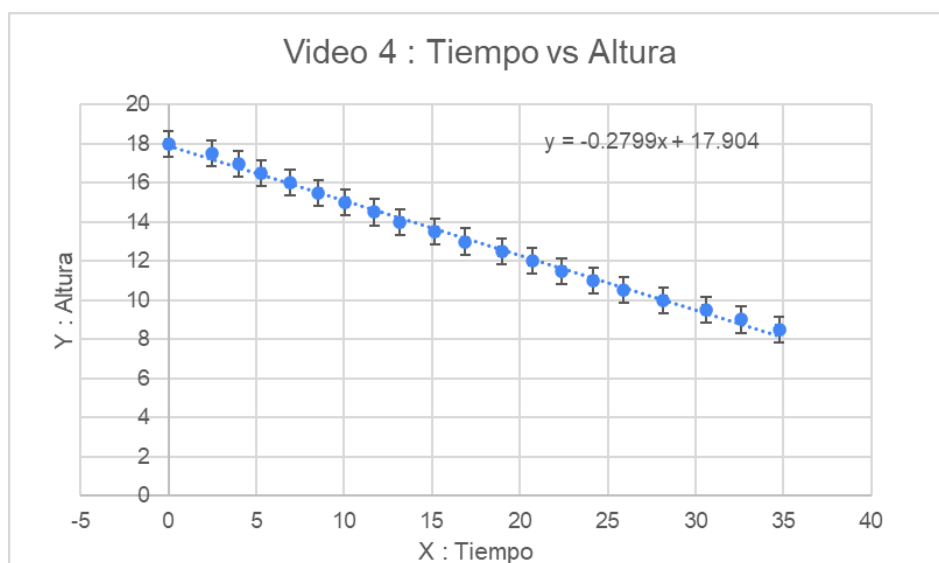


Figura 4.4 Cálculo de la velocidad de la superficie del Líquido, $h = 8.5 \text{ cm}$

La ecuación que representa el comportamiento de la altura con respecto al tiempo cuando la altura del tubo de ventilación es 11 cm y con 3 decimales es la siguiente:

$$(y \pm 0.170) = (-0.280 \pm 0.004)x + (17.904 \pm 0.073)$$

Video 5:

El quinto y último video tiene 4 cm de altura, siendo el más bajo de todos y se puede observar una velocidad de 0.16 cm/s de magnitud, con una diferencia entre el valor real de la ordenada al origen y el obtenido con el método de 0.195 cm.

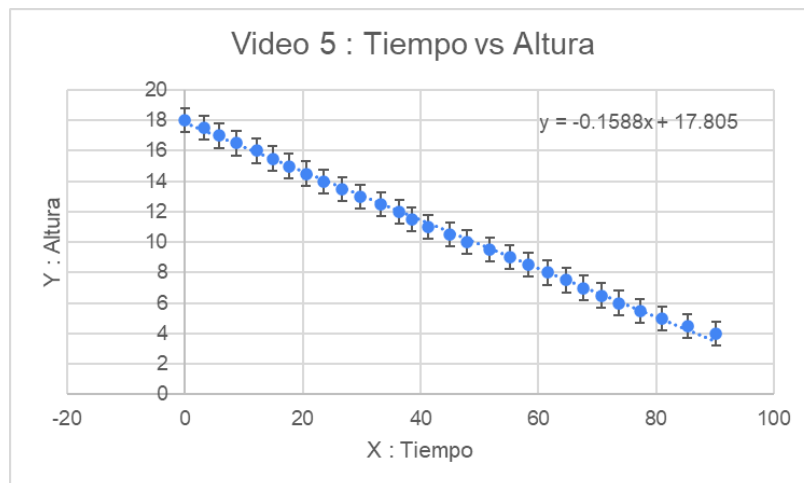


Figura 4.5 Cálculo de la velocidad de la superficie del Líquido, $h = 4$ cm

La ecuación que representa la función de la altura con respecto al tiempo con altura de 4 cm es:

$$(y \pm 0.160) = (-0.159 \pm 0.001)x + (17.805 \pm 0.060)$$

De esta manera, ya se ha podido obtener como es la función de la altura con respecto al tiempo para cada uno de los videos tomados, lo que con la aplicación de los mínimos cuadrados permite conocer con mayor exactitud cómo es la diferencia que tienen respecto a cómo es cambiando el tubo PVC y el tiempo que tarda en la salida del flujo, lo que afecta a la altura que toma respecto a lo mencionado, lo cual es reflejado a través del tiempo.

4.2 Análisis experimental

Al realizar el experimento con el mismo contenedor pero con 5 alturas diferentes para el tubo de ventilación, se obtuvieron los siguientes resultados para las velocidades:

VELOCIDADES					
Video 1	h = 10.0 cm	V=	0.3	±	0.003
Video 2	h = 6.0 cm	V=	0.2	±	0.0008
Video 3	h = 11.0 cm	V=	0.3	±	0.004
Video 4	h = 8.5 cm	V=	0.3	±	0.004
Video 5	h = 4.0 cm	V=	0.2	±	0.001

Figura 4.1 Velocidades Obtenidas con Mínimos Cuadrados

Estas velocidades representan la razón de cambio con la que disminuye el nivel del agua cuando está por encima de la altura correspondiente salida del tubo de ventilación.

ORDENADAS AL ORIGEN					
Video 1:	h = 10.0 cm	b =	17.9	±	0.04
Video 2:	h = 6.0 c,	b =	17.9	±	0.03
Video 3:	h = 11.0 cm	b =	17.8	±	0.1
Video 4:	h = 8.5 cm	b =	17.9	±	0.1
Video 5:	h = 4.0 cm	b =	17.8	±	0.1

Figura 4.2 Ordenadas al Origen Obtenidas con Mínimos Cuadrados

Ecuaciones Reportadas

De forma más clara y concisa, las ecuaciones obtenidas para la función mencionada en cada uno de los videos se presenta a continuación:

Video 1:

$$(y \pm 0.09) = (-0.3 \pm 0.003)x + (18.0 \pm 0.04)$$

Figura 4.3 Ecuación lineal reportada : video 1

Video 2:

$$(y \pm 0.08) = (-0.19 \pm 0.0008)x + (17.9 \pm 0.03)$$

Figura 4.4 Ecuación lineal reportada : video 2

Video 3:

$$(y \pm 0.1) = (-0.3 \pm 0.004)x + (17.8 \pm 0.05)$$

Figura 4.5 Ecuación lineal reportada : video 3

Video 4:

$$(y \pm 0.2) = (-0.3 \pm 0.004)x + (18.0 \pm 0.07)$$

Figura 4.6 Ecuación lineal reportada : video 4

Video 5:

$$(y \pm 0.2) = (-0.2 \pm 0.001)x + (17.8 \pm 0.06)$$

Figura 4.7 Ecuación lineal reportada : video 5

5 Discusión de resultados

En todos los casos se puede observar claramente que las mediciones experimentales son muy similares a las de la línea de tendencia predicha por el modelo, lo que significa que si se sigue esta tendencia lineal con un error relativamente pequeño. Además, se puede observar que cuando la altura del tubo de ventilación disminuye, también lo hace la magnitud de la velocidad calculada con el método, lo cual tiene sentido, ya que también la velocidad de salida del fluido que también depende de la altura y es determinada con la ley de Torricelli, también tendría el mismo comportamiento:

$$v_2 = \sqrt{2gh}$$

Siendo multiplicados los valores dentro de la raíz, al sustituir la altura, se obtendrá una velocidad cada vez mayor conforme crezca la altura, y viceversa. Es importante mencionar que la velocidad con la ley de Torricelli no es la misma que la velocidad calculada, la calculada representa la velocidad con la que baja el nivel de agua, pero también depende del tiempo. Habiendo aplicado regresión lineal con mínimos cuadrados para todos los casos, podemos contestar a la pregunta de cuáles son las velocidades de la superficie con su incertidumbre. Como explicamos, se puede ver que cuando la altura disminuye también lo hace la velocidad.

h = 11.0 cm	V=	0.3	±	0.004
h = 10.0 cm	V=	0.3	±	0.003
h = 8.5 cm	V=	0.3	±	0.004
h = 6.0 cm	V=	0.2	±	0.0008
h = 4.0 cm	V=	0.2	±	0.001

Figura 5.1 Velocidades obtenidas con Mínimos Cuadrados, en orden de altura descendiente

Respecto a los resultados plasmados en las gráficas con los valores experimentales y la línea de tendencia calculada, se puede ver que para todos los casos, cuando se grafica solamente los momentos en los que el nivel del agua es igual o mayor a la altura del tubo de ventilación, los datos obtenidos experimentalmente si son muy similares a los datos obtenidos con la regresión lineal, por lo que se puede decir que el modelo es relativamente confiable.

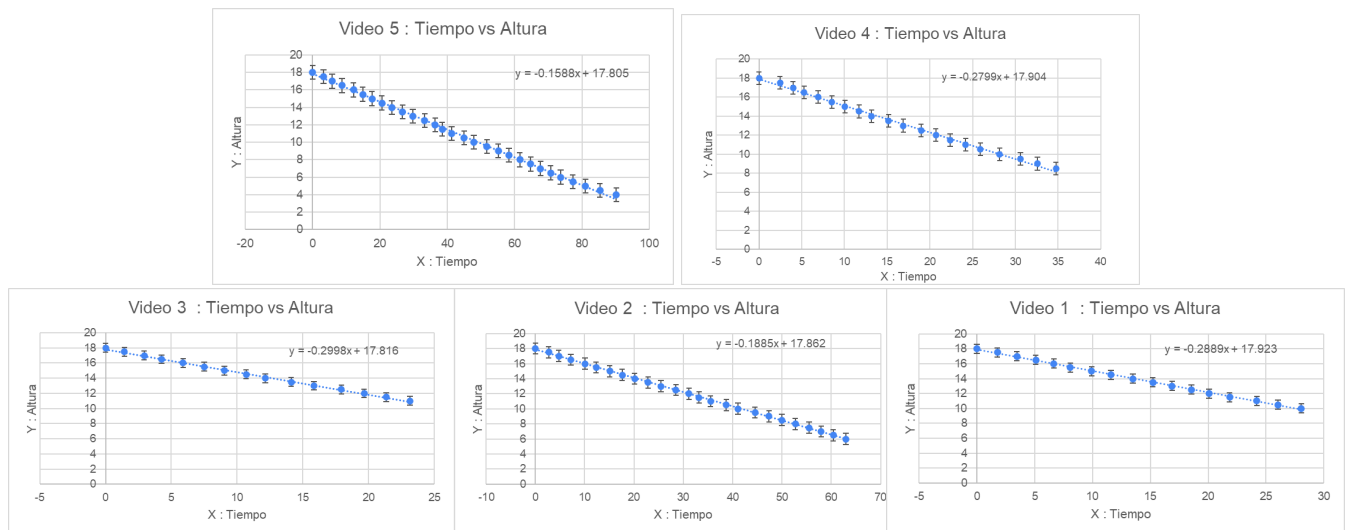


Figura 5.2 Gráficas con los datos y la línea de tendencia calculada para cada caso

Sin embargo, este método para sacar la velocidad de una ecuación lineal con mínimos cuadrados no puede ser aplicado en el intervalo en que la altura es menor a la altura del tubo de ventilación, esto se debe a que ahora la velocidad estaría acelerando, ya que la altura estaría cambiando y dejaría de ser tomada como constante para la ley de Torricelli, y la velocidad cambiará en cada instante. Es por esto que si tomamos los datos del intervalo debajo del tubo de ventilación y aplicamos el método de regresión junto con los datos del intervalo que sí debería de ser constante, las funciones y gráficas obtenidas son considerablemente menos precisas.

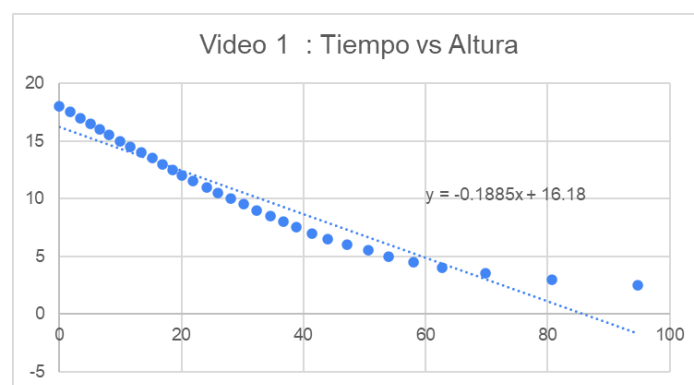


Figura 5.3 Gráficas ejemplo con los datos hasta que se vacía el bote y la línea de tendencia para el primer video

Las demás gráficas obtenidas aplicando el modelo a todos los datos se pueden ver en el excel, la anterior es el ejemplo con el que se puede observar que después de cierto tiempo el cambio de la altura tiene una aceleración negativa, debido a que dejó de ser influenciado el nivel de agua por el tubo de ventilación.

6 Conclusiones

Una vez finalizado el proceso completo, habiendo ya obtenido las funciones de regresión lineal e interpretado como es el comportamiento de la altura con respecto al tiempo y sus variaciones en la velocidad, es de gran importancia observar la relación y limitaciones impuestas durante el desarrollo que permiten poder aplicar los conceptos teóricos. Anteriormente se mencionaba sobre cómo la precisión de las funciones sería mucho menos precisa en sí se tomará en consideración la altura y el tiempo cuando este debajo del tubo de ventilación, y es que esto da una idea de cómo influye la manipulación utilizada en el desarrollo de los procedimientos que fueron de apoyo en el experimento. De igual manera resulta de gran impacto el observar como va cambiando la función y la velocidad obtenida para cada caso realizado, pues en función de la altura que tenga su velocidad incrementa o disminuye lo que si bien podría considerarse no es un cambio tan significativo, al estar trabajando con las medidas que se tienen resulta bastante diferente. Aunque su aportación para diferenciar el cómo se comporta la altura y el tiempo en que tarda en vaciarse, es de gran ayuda por el impacto en la recolección de los datos.

Estos son los procesos que ayudan a identificar y conocer de manera práctica cuáles son los conceptos manejados e involucrados a través del experimento, como en este caso lo es la aplicación de mínimos cuadrados para obtener la regresión lineal de la altura del agua con respecto al tiempo, su relación con otros temas como la ley de Torricelli. Al final es una aplicación manejada de tal manera que se pueda aproximar a como se ven reflejados los planteamientos teóricos y efectos que ocurren bajo la manipulación de ciertas variables de las cuales se tiene un sistema bajo las cuales se pueden manejar, como lo es con la botella de Mariotte. Sin embargo, el asumir un modelo completo perjudica en la manera que se obtienen los datos, por lo que las limitaciones presentes en el diseño también son de gran relevancia, y no solo desde el sistema planteado sino también incluso con las herramientas de medición las cuales son muy susceptibles tanto a errores humanos como técnicos, por lo que muchas de las mejoras deberían plantearse bajo esa consideración principalmente, para así poder tener un acercamiento mucho mayor a las aplicaciones y funcionalidades que muchas veces tienen los conceptos teóricos y que pueden ayudar a facilitar muchos procesos rigurosos actuales.

Conclusiones Individuales

➤ **Fernando Espidio Santamaría:**

Una vez finalizado el experimento, resulta de gran importancia el ver cómo son aplicados los conocimientos adquiridos bajo la práctica. En este caso, el poder observar el comportamiento del flujo y como tiene variaciones con respecto a si es constante o no es de gran ayuda, pues muchas veces bajo el aprendizaje teórico resulta complicado el saber como se aplica de forma real y bajo qué condiciones, por lo que el experimento de la botella de Mariotte en un principio es de gran ayuda a la hora de reflejar el comportamiento de los temas vistos. De igual manera, es de gran interés observar cómo con solo cambiar un paso en el proceso se pueden obtener nuevos resultados, por que en comparación con el experimento pasado, al estar moviendo el tubo de altura pues tiene cierto comportamiento distinto sobre el flujo de salida, su altura con respecto al tiempo y velocidad, que es mostrado en las funciones obtenidas. La participación que tuve en el experimento está mayormente relacionada a la redacción de algunas partes del reporte, pues como la botella ya estaba realizada, no se requirieron de nuevos materiales para hacer el experimento, por lo que la principal aportación fue en el reporte.

➤ **José Rogelio Ruiz Martínez:**

En el experimento realizado en este entregable se pudo observar como la velocidad efectivamente si depende de la altura a la que se encuentra el tubo de ventilación, ya que este representa la altura constante que se puede utilizar con la ley de Torricelli para calcular la velocidad. Respecto al aspecto experimental, definitivamente hubo mejoras en la precisión con la que se registraban estos datos, ya que, después del primer entregable, aprendimos detalles particulares del acomodo del celular para grabar y lo eficiente que es utilizar plastilina para asegurar que no entre aire por ningún otro lugar más que el tubo, lo cuál nos ayudó a hacer las mediciones con mayor facilidad. Además, habiendo practicado en clase los métodos de regresión lineal de mínimos cuadrados pude percatarme de que, no sé de dónde vienen esas fórmulas para sacar “m” y “b”, pero que siempre y cuando la relación entre las variables dependiente e independiente sea lineal se puede utilizar una misma “plantilla” con la cual reemplazar los datos y hacer las interpretaciones, lo cual sé con certeza me va a ser bastante útil en el futuro. Finalmente, pude ver con que la botella de mariotte es una herramienta bastante confiable para tener un flujo constante de agua, lo cual me percató puede ser muy útil en contextos laborales o prácticos de la vida real donde sea beneficioso el tener una variable controlable y constante, lo cual me parece útil y también tomaré en cuenta a futuro. Respecto a mi participación en esta actividad experimental, acomodé en el excel con todos los cálculos, poniendo las gráficas y reportando los datos, estuve presente y grabando al momento de tomar los videos, y redacte gran parte del reporte.

➤ **Carlos Gutierrez:**

Al final de este experimento se pudieron notar mejoras en el bote de mariotte. Ya no había fugas y fue fácil cambiar la altura del tubo. Las mediciones fueron un poco más complicadas, pero los cálculos más fáciles pues ya entendemos mejor las fórmulas. De los resultados se logró una línea ajustada con mínimos cuadrados y la pendiente. Para futuros experimentos ya sabemos hacer las mediciones más eficientemente y las fórmulas de excel ya están hechas por lo que nomas tendríamos que cambiar los valores. El equipo trabajó bien y todos participamos para lograr el experimento y el reporte de la mejor manera posible y a tiempo.

➤ **Antonio Gutierrez:**

El experimento de la botella de Mariotte, funcionó con éxito para la toma de recolección de datos, aunque al inicio tuvimos dificultad para que la botella no tuviera fugas pero al final salió bien. Además de los datos pudimos realizar las gráficas, los datos que se les mostraron. El trabajo en equipo es algo agradable en lo personal ya que estás acompañado. Mi participación en el proyecto fue más que nada en la recolección de los datos, y en la parte experimental todos colaboramos más por igual.

Conclusiones Individuales (Actividad Experimental 1)

➤ **Fernando Espidio Santamaría:**

Una vez hecho el experimento de la botella de Mariotte, se pudo observar como el agua mantienen un flujo constante mientras el nivel del agua siga arriba del tubo de entrada, por lo contrario cuando este está por debajo, la altura disminuye más lento afectando a la velocidad con la que va saliendo el flujo, lo que básicamente demuestra como es el comportamiento del fluido cuando es constante y cuando no. Por otro lado las propias gráficas muestran la aplicación de las teorías, lo cual es importante pues comprender como es el funcionamiento de un flujo constante puede tener muchas aplicaciones en la vida real, y puede prevenir o determinar cómo afectan ciertos factores a la salida, en este caso del agua principalmente, por lo que sería de gran ayuda en ciertos funcionamientos. Mi participación en el experimento fue el de traer materiales, específicamente el colorante y la cubeta. Posteriormente en el reporte ayude con los resultados obtenidos y la redacción de algunas secciones.

➤ **José Rogelio Ruiz Martínez:**

En el primer experimental de la botella de mariotte, pudimos observar burdamente que la relación entre la altura y el tiempo es lineal cuando el nivel del agua dentro del contenedor se encuentra por encima de la altura del tubo de ventilación, sin embargo, nos percatamos de que la precisión con la que se obtuvieron los datos para calcular esto pudo haber sido mejor, ya que al grabar y sacar los cálculos no necesariamente podíamos determinar exactamente el nivel del agua debido a las burbujas, además de que no encontramos con ciertos problemas prácticos que dificultaron el tener como única entrada de aire el tubo. Independientemente pudimos observar que en varios de los datos si se podía observar la tendencia constante de la velocidad, por lo que se puede concluir que si se tiene una botella con condiciones controladas con mejor calidad, se podrá hacer que la velocidad sea constante en el intervalo que se quiere. En esta primera actividad experimental, estuve presente para grabar cada video, puse los datos en el excel para hacer los cálculos y reporté burdamente los resultados, además de redactar gran parte del reporte.

➤ **Carlos Gutierrez:**

Del primer reporte aprendí que la mejor manera de hacer el proyecto es con una botella mas chica asi las mediciones toman menos tiempo. En la elaboración de la botella batallamos con algunas fugas pero al final concluimos que lo mejor era la plastilina. Del excel nos faltó hacerlo con más tiempo pero salió bien. El experimento sirvió para tener una velocidad constante durante algunos segundos. Esto se debe a que el tubo de enmedio hace que la presión tenga una menor altura pero por más tiempo. Este experimento sirve para aprender sobre velocidad, flujo, presión, área y todas sus relaciones.

➤ **Antonio Gutierrez:**

Tuvimos algunos problemas con fugas mientras hacíamos la botella, pero con los errores que cometemos, intentamos con silicon y cinta pero no eran resultados muy favorables que digamos a lo que pudimos observar que otros equipos estaban utilizando en su mayoría la plastilina, por lo que la plastilina era la solución. No tuvimos suficiente tiempo para el excel, pero funcionó bien. El experimento nos ayudó a lograr una velocidad constante durante unos segundos. Esto se debe a que el tubo central reduce la altura de la presión, pero la mantiene durante más tiempo. Este experimento es útil para aprender sobre velocidad, flujo, presión, área y cómo están relacionados entre sí.

Referencias

¿Qué es la ecuación de Bernoulli? (artículo). (s. f.). Khan Academy.

<https://es.khanacademy.org/science/physics/fluids/fluid-dynamics/a/what-is-bernoullis-equation>

¿Qué es la regresión lineal? (s. f.). MATLAB & Simulink.

<https://la.mathworks.com/discovery/linear-regression.html>

Connor, N. (2020, 20 enero). ¿Qué es la Ley de Torricelli? Definición. Thermal Engineering.


<https://www.thermal-engineering.org/es/que-es-la-ley-de-torricelli-definicion/>

Anexos

Link de los vídeos experimentales:

<https://photos.app.goo.gl/fxZcyz7Tsp3QC4Kq7>

Primer reporte experimental:

 Botella de marriote