



# DESCARGA DE UN SIFÓN QUE CONTIENE UN FLUIDO VISCOSO



Devece Eugenio (1,2), Videla Fabián (1,2,5), Costa Viviana A. (1,4), Lobo Fernández Gonzalo M. J.(2,3,5)  
 (1) UIDET IMApEC, Dpto. de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata (FI UNLP), (2) Cátedra Física I – FI UNLP,  
 (3) Alumno - FI UNLP, (4) Cátedra Matemática B - FI UNLP (5) UIDET Centro de investigaciones Ópticas,(CIOp)

## Introducción

En el contexto de una clase correspondiente al tema Hidrostática del segundo módulo de la asignatura Física I, se propone realizar un experimento cuya implementación consiste en un dispositivo empleado para trasvasar líquidos de un recipiente a otro. Para ensayar esta implementación se midió el caudal de descarga de una cubeta de vidrio conteniendo agua descargada a través de una manguera dispuesta en forma de “U” con un extremo sumergido en el líquido y otro libre a la atmósfera

Planteando un modelo simplificado basado en la ecuación de Bernoulli, se obtuvo una predicción de la velocidad de descarga. A partir de esa expresión se obtuvo una ecuación diferencial para la velocidad y en consecuencia para el caudal en función del tiempo. La función obtenida luego se compara con los registros experimentales observándose un apartamiento entre el modelo y el experimento. Para remediar esta situación se actuó modificando el perfil de velocidad considerando en forma fenomenológica la distribución transversal de velocidades en un tubo cilíndrico.

## Objetivo

- Se presenta el experimento de descarga de un sifón
- Se desarrolla su descripción y experimentación
- Se discuten modelos e idealizaciones
- Se formula una secuencia de animaciones desarrollada en GeoGebra.

## Materiales y Métodos

**Teorema de Bernoulli:**

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2 \quad (1)$$

**Continuidad**

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 \quad (2)$$

$$v_1 = \frac{dh}{dt}$$

$$\int_0^t k dt = \int_h^{h_f} \frac{1}{\sqrt{h}} dh,$$

$$v_1(t) = -\frac{A_2 \sqrt{2gh}}{\sqrt{A_1^2 - A_2^2}} + \frac{A_2^2 g}{A_1^2 - A_2^2} t \quad (4)$$



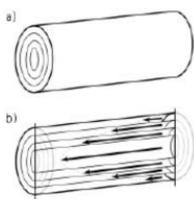
$$h_f(t) = \frac{A_1^2 h}{A_1^2 - A_2^2} - \frac{A_2^2 h}{A_1^2 - A_2^2} - \frac{A_2 \sqrt{2gh}}{\sqrt{A_1^2 - A_2^2}} t + \frac{A_2^2 g}{2(A_1^2 - A_2^2)} t^2 \quad (3)$$

La figura se corresponde con el montaje experimental del sifón.

Hipótesis Alternativas

Tabla 1: Parámetros del sistema empleado como sifón

Parámetro	Valor
Sección de la manguera A2	$3.3 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$
Sección del recipiente de descarga A1	$1.1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
Longitud de la manguera	0.6 m
Separación inicial entre interfaces aire-agua	0.12 m



$$v_1 R [t] = v_1 [t] / 2$$

$$A' = A/2$$

## Resultados

1er resultado Comparación Modelo Simplificado (Flujo y fluido ideal) - Medidas

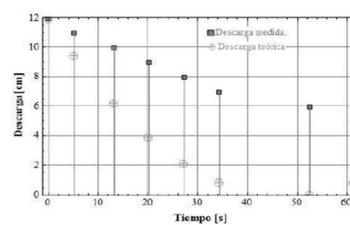


Figura 1: Medidas de la evolución de la altura del nivel descargado versus tiempo (cuadrados grises). Predicción de la ec. 3 (círculos cruzados)

2do resultado Comparación Modelo Corregido por suposición ad hoc -Medidas

Modelo Corregido por Hagen- Poiseuille -Medidas

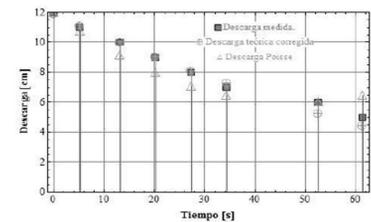


Figura 3: Altura del nivel descargado versus tiempo incorporando la corrección de la sección eficaz de la manguera representada por cuadros grises. Los triángulos representan la corrección de Poiseuille Hagen

Visualización de los efectos de las correcciones para ajustar a las medidas (Geogebra)

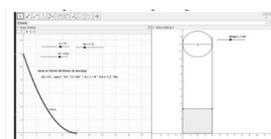


Figura 5: Simulación en Geogebra de las medidas de la altura de la descarga en función del tiempo.

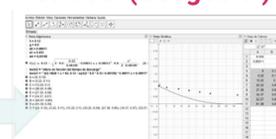


Figura 6: Valores experimentales de la descarga en función del tiempo y la función teórica del modelo.



Figura 9: Apartamiento en valor absoluto de los datos experimentales respecto de los valores según cada modelo.

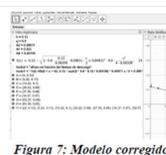


Figura 7: Modelo corregido.

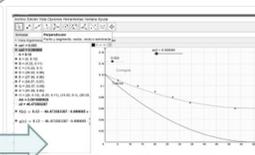
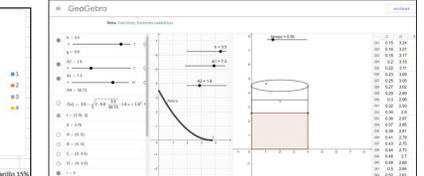
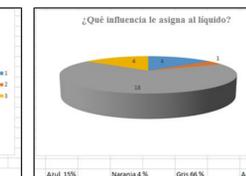
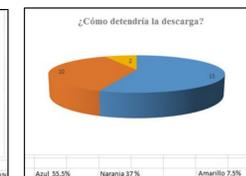
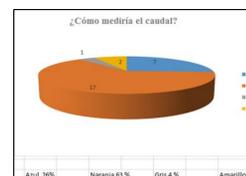
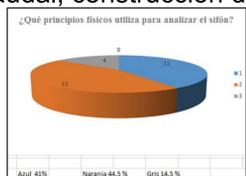


Figura 8: Modelo teórico y corregido con un deslizador para A2.

## Discusión y Conclusiones

Se propone como objetivo evaluar la comprensión de los principios fundamentales y otros recursos de la teoría (conocimiento sobre tipo de fluido y su modelado, ecuaciones fundamentales empleadas, conceptos de viscosidad, manejo de parámetros de diseño) incorporados una vez realizadas las mediciones y explorada la herramienta de simulación propuesta. Se consideran también aspectos prácticos a fin de evaluar las habilidades y destrezas adquiridas, por ejemplo: medición de caudal, construcción del dispositivo etc.



La medición del caudal y la influencia de líquido parecen corresponder al punto más desfavorablemente respondido

Partiendo de la ecuación de Bernoulli se obtuvieron soluciones de la ecuación diferencial de primer orden que describe la variación del nivel de líquido con el tiempo. Sobre esas ecuaciones se incorporaron ajustes considerando dos casos: 1) una contracción de la sección 2) el efecto de la viscosidad con la corrección de Poiseuille Hagen.

## Bibliografía

- [https://en.wikipedia.org/wiki/Hagen-Poiseuille\\_equation](https://en.wikipedia.org/wiki/Hagen-Poiseuille_equation)
- <https://hmong.es/wiki/Siphon>
- Halliday, D. (2001). Fundamentos de física.
- Suter, S. P., & Skalak, R. (1993). The history of Poiseuille's law. *Annual review of fluid mechanics*, 25(1), 1-20. J. C. Slater and N. H. Frank. (1947) (McGraw-Hill).
- Mechanics The Mathematical Gazette [Internet]. Cambridge University Press(CUP); 1948 Dec;32(302).
- Currie, I. G. (2016). Fundamental mechanics of fluids. CRC press. Chapter 7
- Hohenwarter, M., Preiner, J., & Yi, T. (2007, July). Incorporating GeoGebra into teaching mathematics at the college level. In *Proceedings of the International Conference for Technology in Collegiate Mathematics 2007*.
- Velikova, E., Mierlus-Mazilu, I., Vasileva-Ivanova, R., & Georgieva, D. (2018). About the stem Education. *Proceedings of University of Ruse*, 57, 10-14.