



VIII Congreso Nacional de Ingeniería Física y III International Applied Physics, Engineering and Innovation Conference 20 al 24 octubre de 2025, Popayán - Colombia

Inestabilidad de Plateau-Rayleigh: Laboratorio Virtual para el Estudio de la Dinámica de Fluidos

Nicolas MANTILLA-MOLINA^{*1}, Brayan AMOROCHO², Fabio LORA³

^{1,2,3} Universidad Industrial de Santander, Colombia

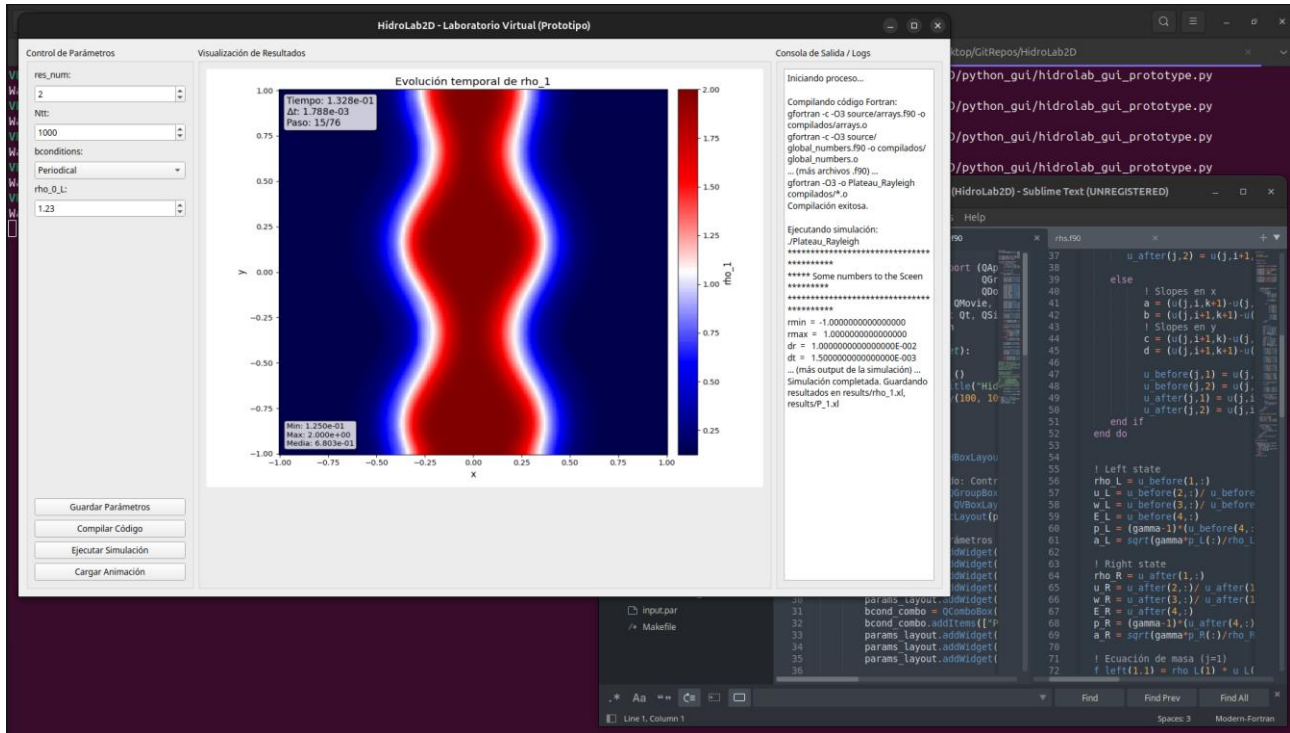
*email: nicolas2210707@correo.uis.edu.co

RESUMEN

La inestabilidad de Plateau-Rayleigh (IPR) es un fenómeno fundamental en la dinámica de fluidos, crucial para procesos como la atomización y la formación de gotas. Su estudio experimental es desafiante debido a las escalas involucradas y la complejidad de su evolución no lineal [1]. En este trabajo, presentamos un laboratorio virtual diseñado para investigar la IPR mediante simulaciones numéricas. El modelo resuelve las ecuaciones de Euler en dos dimensiones utilizando el método de volúmenes finitos para la discretización espacial, incorporando un solucionador de Riemann (HLL) y un limitador Minmod para capturar discontinuidades y mantener la estabilidad [2]. La integración temporal se realiza con el método de Runge-Kutta Dormand-Prince (RKDP) de orden 5(4) con paso adaptativo, lo que optimiza la eficiencia y precisión de la simulación. Este laboratorio virtual permite la exploración sistemática de la IPR bajo diversas condiciones iniciales y de frontera, ofreciendo un control directo sobre los parámetros del sistema. Para facilitar esta interacción, hemos desarrollado un prototipo de interfaz gráfica de usuario (GUI) que permite al usuario modificar parámetros de simulación, ejecutar el código y visualizar los resultados de forma interactiva. Se demuestra la capacidad del modelo para simular la fragmentación de columnas líquidas en gotas y se presenta un análisis de convergencia que valida la robustez y precisión del esquema numérico. Los resultados obtenidos resaltan el potencial de los laboratorios virtuales como herramientas poderosas para la investigación en dinámica de fluidos, permitiendo el estudio detallado de fenómenos complejos que son difíciles de observar o controlar experimentalmente.

Palabras clave: *Dinámica de Fluidos, Inestabilidad de Plateau-Rayleigh, Volúmenes Finitos, Laboratorio Virtual, Simulación Numérica.*

RESUMEN GRÁFICO



La figura muestra un fotograma de la simulación de la inestabilidad de Plateau-Rayleigh, obtenida y visualizada a través de nuestro prototipo de laboratorio virtual con interfaz gráfica. En la interfaz es posible observar la evolución de una columna cilíndrica de fluido perturbada, que gradualmente se fragmenta en gotas individuales. Esta visualización interactiva permite al estudiante un acceso más directo a la física computacional de fluidos.

Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad Industrial de Santander por el espacio para el desarrollo del proyecto y a la Escuela de Física por el apoyo para la participación del congreso.

Referencias

- [1] S. Haefner, M. Benzaquen, O. Bäumchen, T. Salez, R. Peters, J. H. Snoeijer, and K. Jacobs, "Influence of slip on the Plateau-Rayleigh instability on a fibre," *Nature Communications*, vol. 6, art. no. 7409, Jan. 2015, doi: 10.1038/ncomms8409.
- [2] R. J. LeVeque, "Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems," Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2002.