

Estabilidad de frentes de reacción en fluidos

INVESTIGADOR RESPONSABLE

Desiderio Vásquez

ASISTENTE DE INVESTIGACIÓN

Pablo Vilela

FINANCIADO POR

Dirección de Gestión de la Investigación

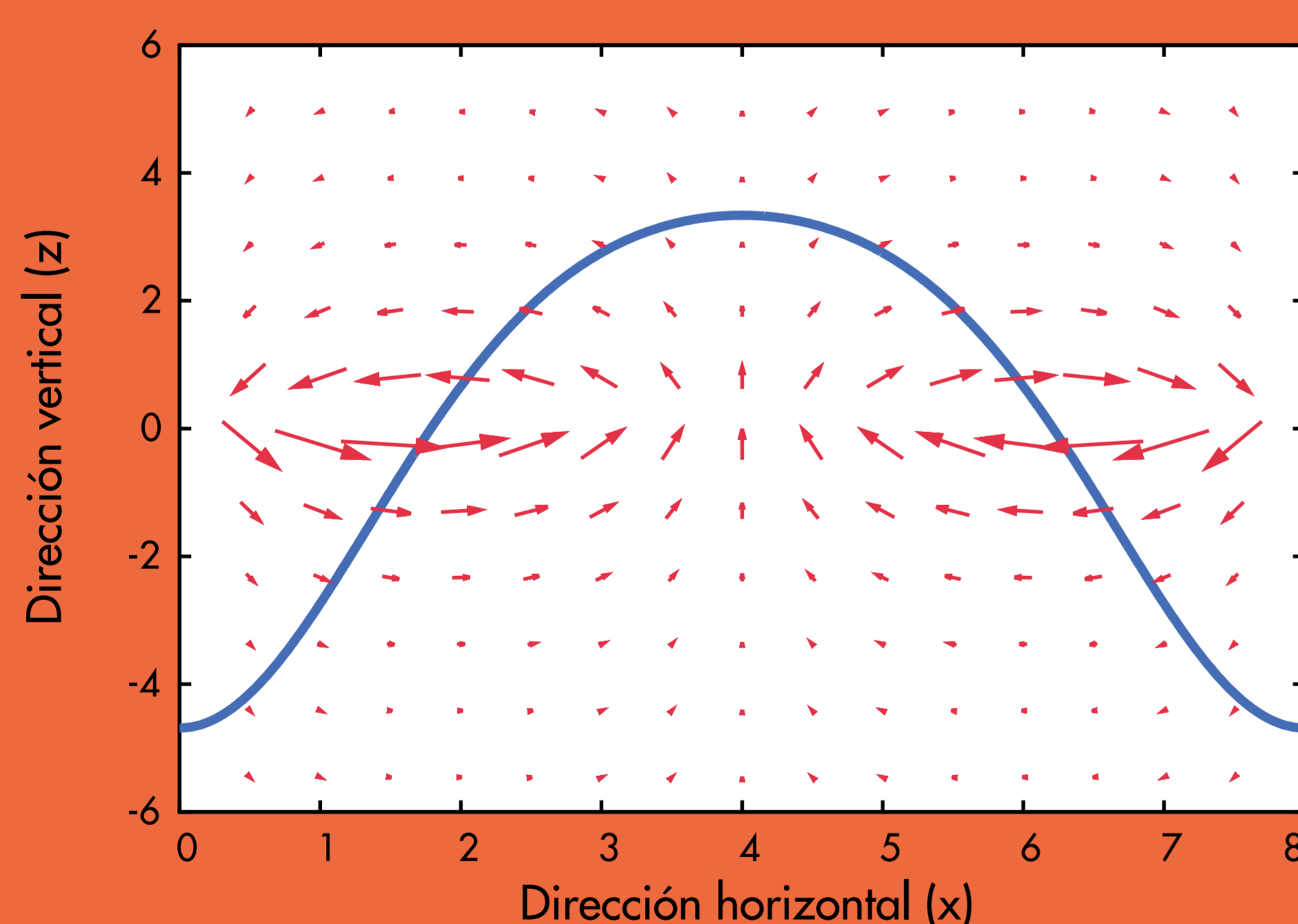
Una pregunta fundamental del Universo es de por qué la luz y la materia que lo forma generan estructuras. Estas estructuras son estudiadas por disciplinas tan diversas como astronomía, oceanografía, biología, y mecánica de fluidos. Los mecanismos de formación de estructuras son diversos. Una gran mayoría de ellos consiste en un proceso de inestabilidad de un estado homogéneo. Por ejemplo, un fluido calentado por debajo desarrolla rollos de convección donde el fluido más caliente se dirige hacia arriba y el más frío desciende. Este fenómeno—llamado convección de Rayleigh-Benard—se produce cuando el fluido en reposo pierde estabilidad.

En química y biología se conoce la inestabilidad de Turing que lleva a formación de estructuras químicas y biológicas. En el estudio de combustión se encuentra una transición de llamas estacionarias a turbulentas, la cual se puede entender cuando un frente delgado que separa reactivos de productos, pierde estabilidad. Esta inestabilidad fue estudiada por G. Sivashinsky quien produjo un modelo para estudiar el frente de reacción, la misma ecuación fue derivada por Y. Kuramoto en el contexto de ondas químicas.

Esta investigación se ocupa de la propagación de frentes descritos por la ecuación de Kuramoto Sivashinsky acoplada a las ecuaciones de la hidrodinámica. La ecuación de Kuramoto–Sivashinsky permite no solo obtener frentes planos y curvos, sino también analizar su estabilidad. Trabajos anteriores en un medio poroso resultaron en estructuras estables que no podrían existir sin la presencia de fluidos. Cuando el frente se propaga en un flujo externo, estados previamente inestables pueden convertirse en estables.

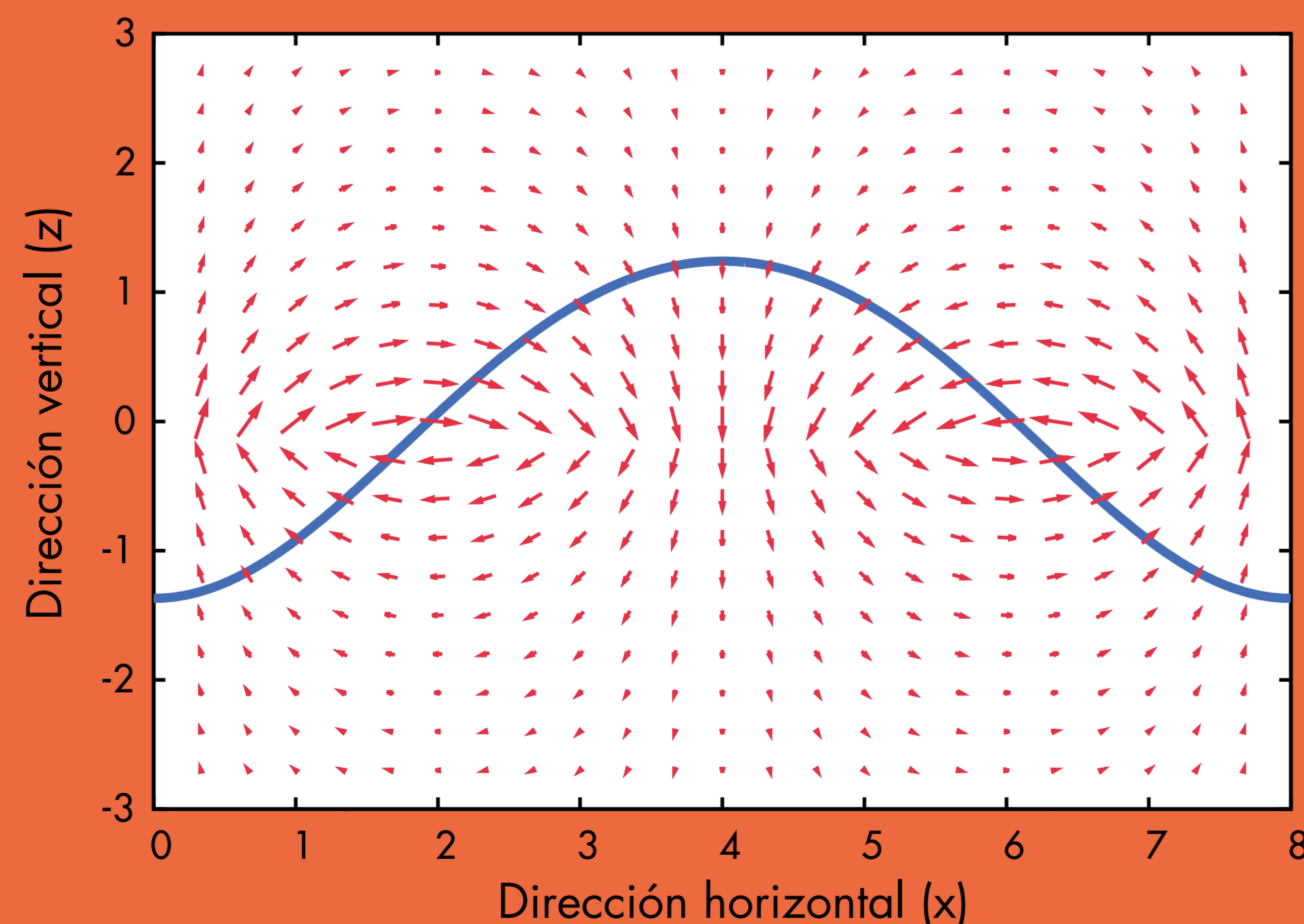
El presente trabajo estudia los frentes en fluidos, analizando estructuras inestables bajo un cambio de densidad, lo que podría proporcionar estabilidad a nuevas formas. El propósito es estimular la búsqueda experimental de estructuras aún desconocidas. Nuestros resultados indican cambios de estabilidad debido a diferencias de densidades entre fluidos reaccionados y fluidos por reaccionar.

FIGURA 1



Frente de reacción que separa fluidos de distintas densidades. El fluido de menos densidad se encuentra debajo del de mayor densidad, por lo que el fluido sube por el centro del tubo, y baja por los costados.

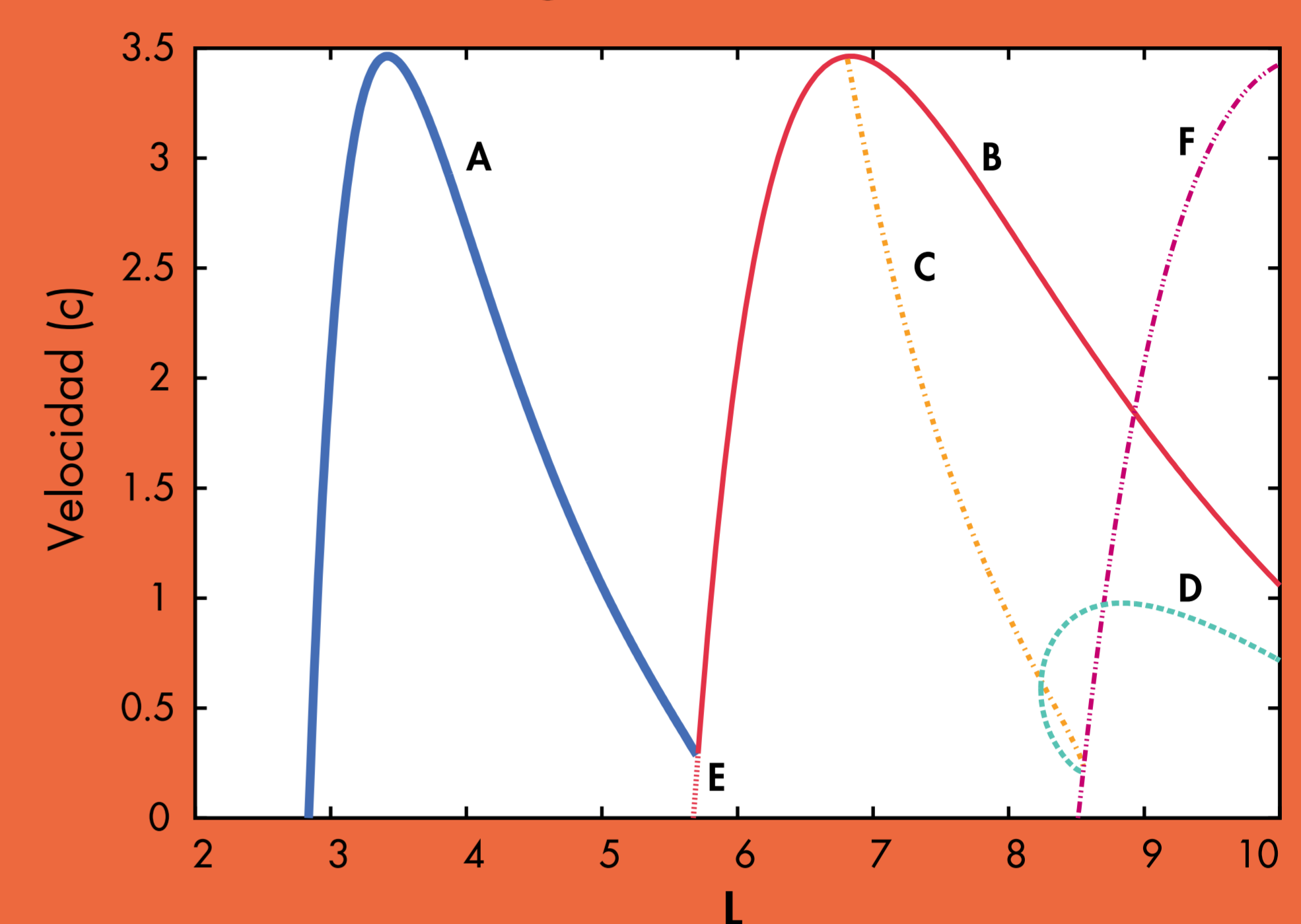
FIGURA 2



En este caso el fluido de mayor densidad se encuentra por debajo del de menor densidad, con el resultado inverso al de la figura 1. El fluido baja por el centro y sube por los costados del tubo.

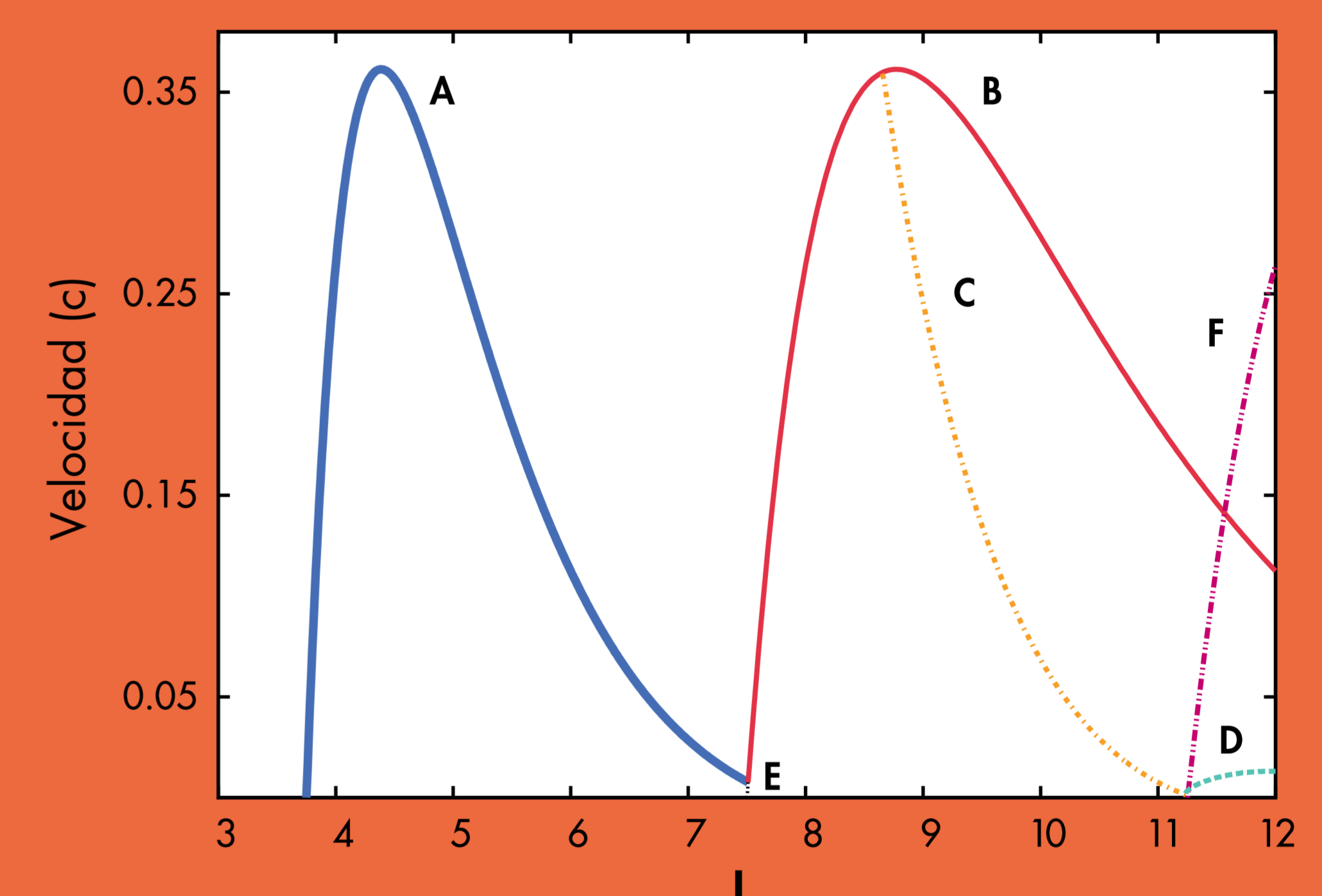
INVESTIGAPUCP 2013 VIII EXPOSICIÓN DE INVESTIGACIÓN

FIGURA 3



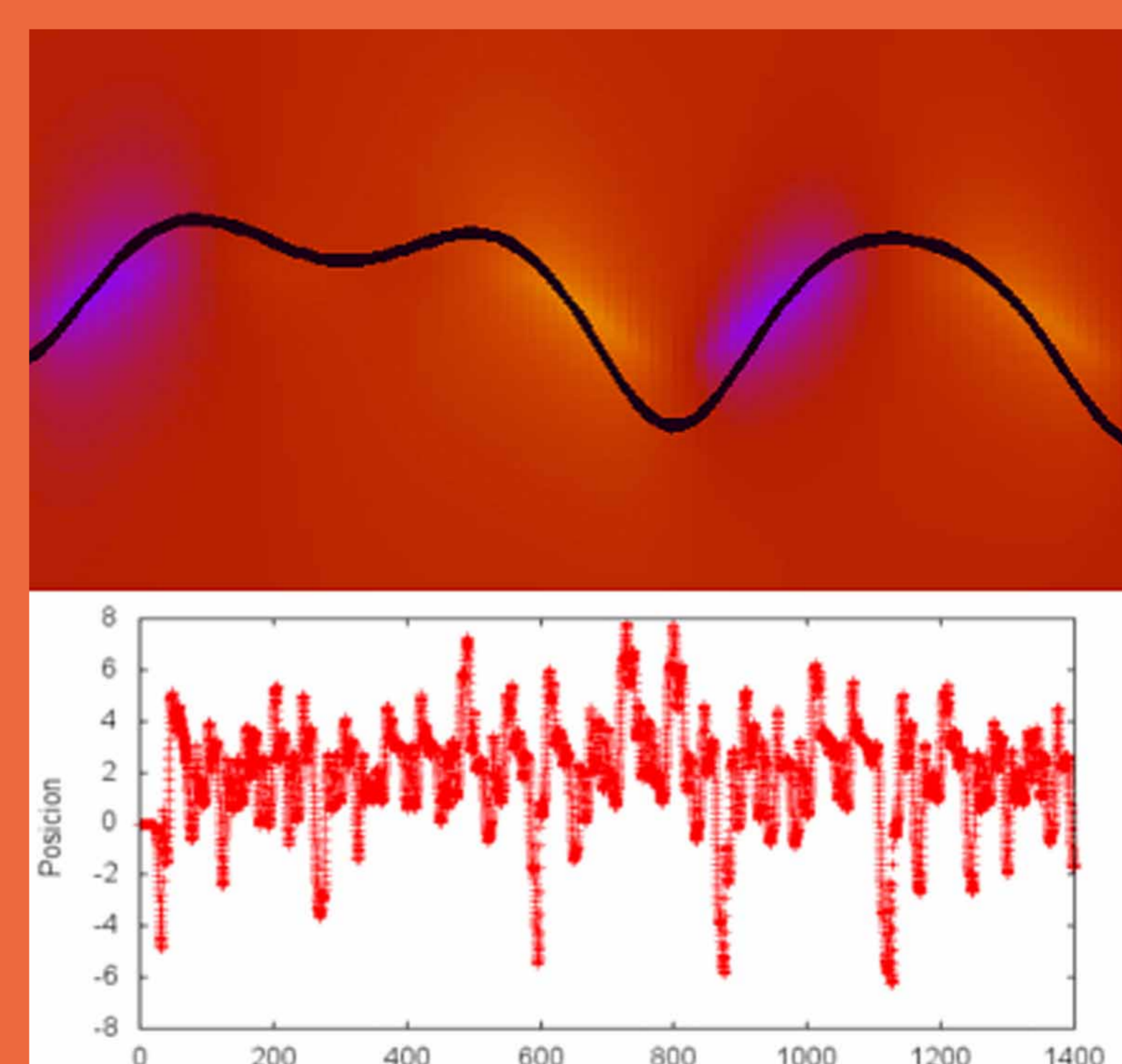
Velocidades de frentes de reacción para tubos de distinto ancho. El fluido menos denso encima del frente. La línea A corresponde a frentes no simétricos, mientras que la línea B corresponde a frentes simétricos como los mostrados en las figuras 1 y 2. Las líneas discontinuas corresponden a soluciones inestables.

FIGURA 4



Velocidades de frentes de reacción con el fluido para tubos de distinto ancho. Similar a la figura 3, pero en este caso el fluido más denso se encuentra encima del frente. La línea A corresponde a frentes no simétricos, mientras que la línea B corresponde a frentes simétricos como los mostrados en las figuras 1 y 2. Las líneas discontinuas corresponden a soluciones inestables. Las velocidades de los frentes son considerablemente reducidas.

FIGURA 5



El frente en un tubo muy ancho no es estacionario. La forma varía con respecto al tiempo. La figura superior representa el frente en un determinado instante, mientras que los colores indican distintas magnitudes de la velocidad del fluido. El gráfico temporal en la parte inferior indica la posición del frente en el centro del tubo, la cual es una señal caótica.