



SIMULACIÓN DE LA INESTABILIDAD DE KELVIN-HELMHOLTZ UTILIZANDO LA LIBRERÍA OPENLB EN C++

Daniela Infante, Miguel Niño, Juliana Prada, Maria Rojas
Herramientas Computacionales
Mayo 28 de 2024

MOTIVACIÓN

1

Computacionalmente
desafiante

2

Curiosidad
científica



BBC News Mundo. (2022, diciembre 9). "El ajuste de China": las consecuencias para América Latina de la rebaja en las previsiones económicas del gigante asiático.
BBC. Recuperado de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-63917388>

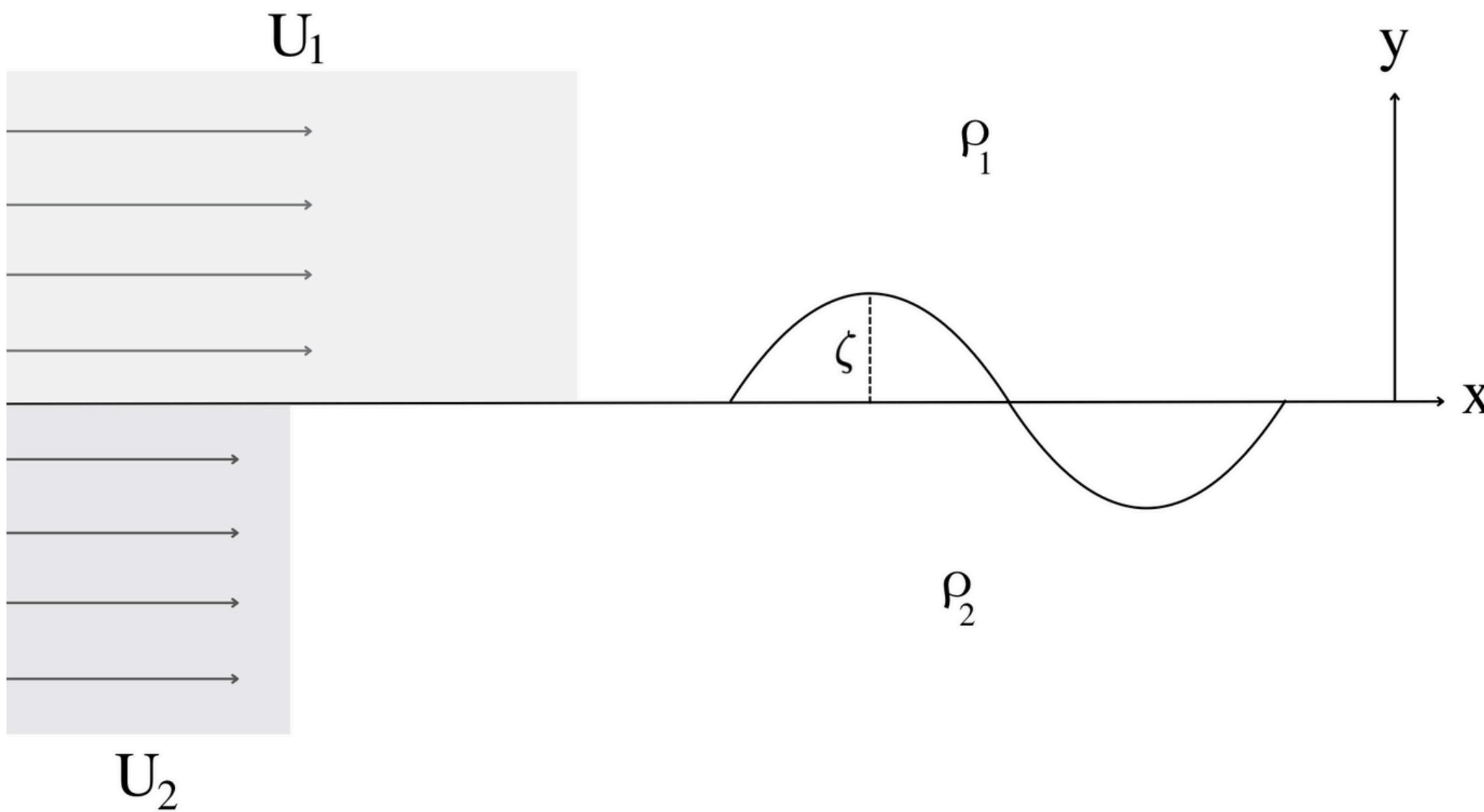


Gaff, K. (s.f.). Kelvin-Helmholtz instability. Recuperado de <https://karlgaff.wordpress.com/kelvin-helmholtz-instability/>



Cazatormentas. (2021, febrero 9). Inestabilidad de Kelvin-Helmholtz: las olas en el cielo. Recuperado de <https://cazatormentas.net/inestabilidad-kelvin-helmholtz-olas-cielo/>

INESTABILIDAD DE KELVIN-HELMHOLTZ



$$\zeta = \zeta_o e^{ik(x-ct)}$$

$$c = \frac{\rho_2 U_2 + \rho_1 U_1}{\rho_2 + \rho_1} \pm \left(\left(\frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + \rho_1} \right) \frac{g}{k} - \frac{\rho_2 \rho_1}{(\rho_2 + \rho_1)^2} (U_2 - U_1)^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

Donde se satisface

$$g (\rho_2^2 - \rho_1^2) < k \rho_1 \rho_2 (U_2 - U_1)^2$$

TEORÍA

MÉTODO DE LATTICE-BOLTZMANN

Ecuación de Boltzmann



Ecuación de Lattice-Boltzmann

EJECUCIÓN

MÉTODO DE LATTICE-BOLTZMANN

Función de
distribución de
velocidades
discreta

+

Sets de
velocidad

+

Operador
de colisión

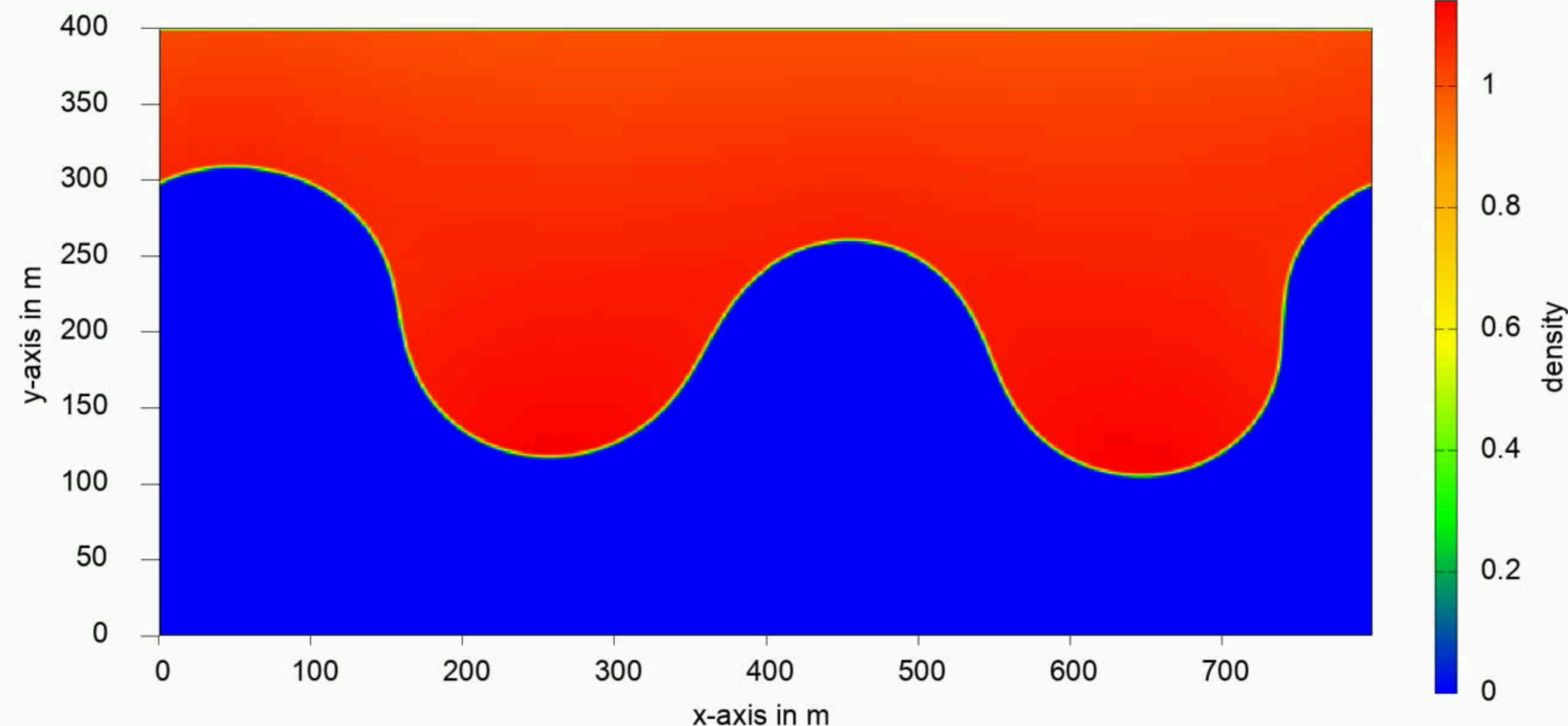
Velocidad

Densidad

MODIFICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL CÓDIGO

CÓDIGO BASE

Inestabilidad de Rayleigh-Taylor



2

TAMAÑO DE LA RED Y NÚMERO DE ITERACIONES

ANTES

$n_x = 800$
 $n_y = 400$
 $\text{maxIter} = 40000$

DESPUÉS

$n_x = 2000$
 $n_y = 400$
 $\text{maxIter} = 18000$

3

GEOMETRÍA DE LA MALLA

SIN CAMBIO

Material

Origen

Divisiones

4

FUERZA

ANTES

$$\mathbf{F} = (0, F_y)$$

gravedad

DESPUÉS

$$\mathbf{F} = (f \cos \Theta, f \sin \Theta)$$

$$\Theta = 4.13^\circ \quad f = 3.33 \times 10^{-4}$$

CONDICIONES DE LA FUERZA DURANTE LA SIMULACIÓN

ANTES

Fuerza
constante en
cada iteración

DESPUÉS

< iteración 5800

< iteración 7700

< iteración 18000

CONDICIONES DE LAS ITERACIONES

ANTES

VTKIter=1000

statIter=1000

DESPUÉS

VTKIter=75

statIter=250

MISCIBILIDAD

ANTES

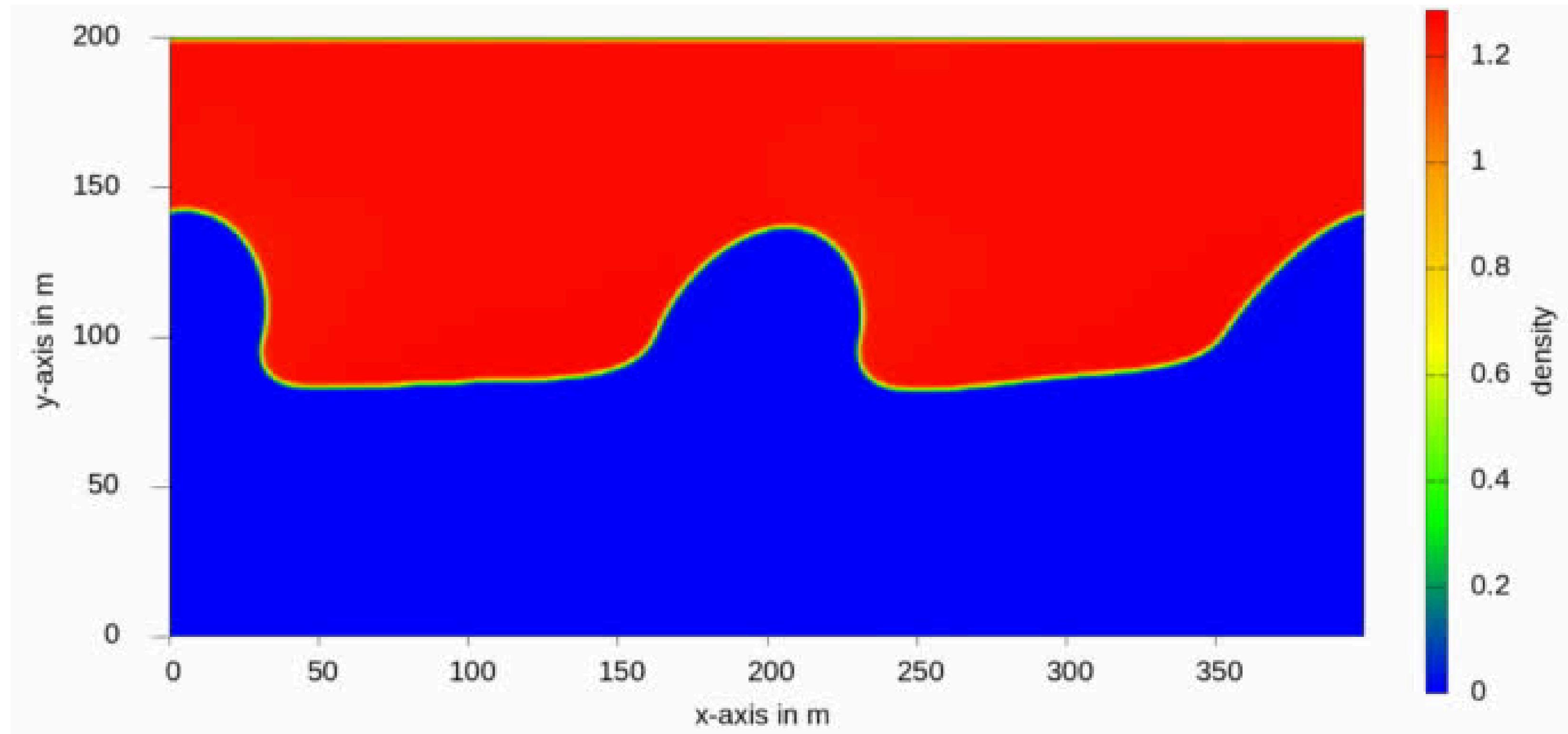
$G = 3$

DESPUÉS

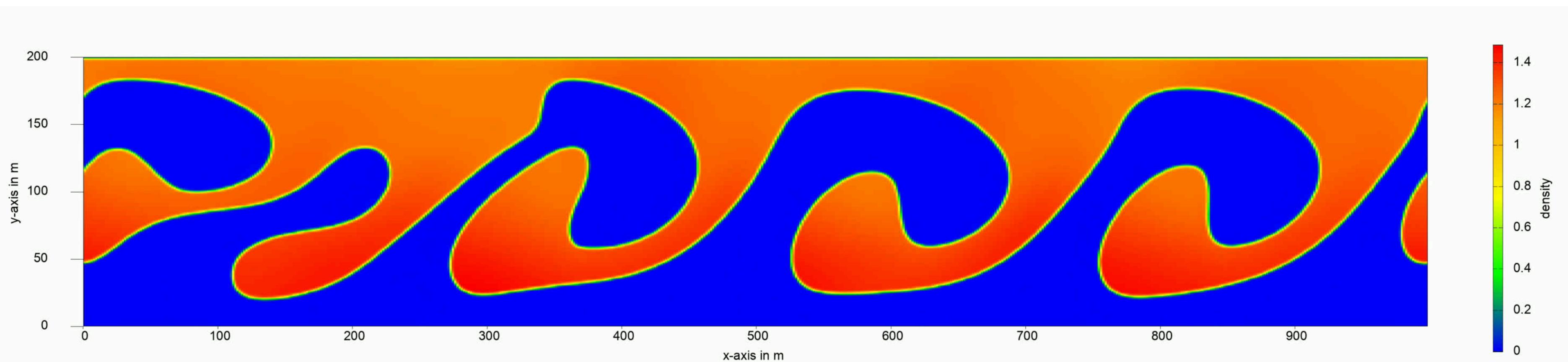
$G = 1$

RESULTADOS

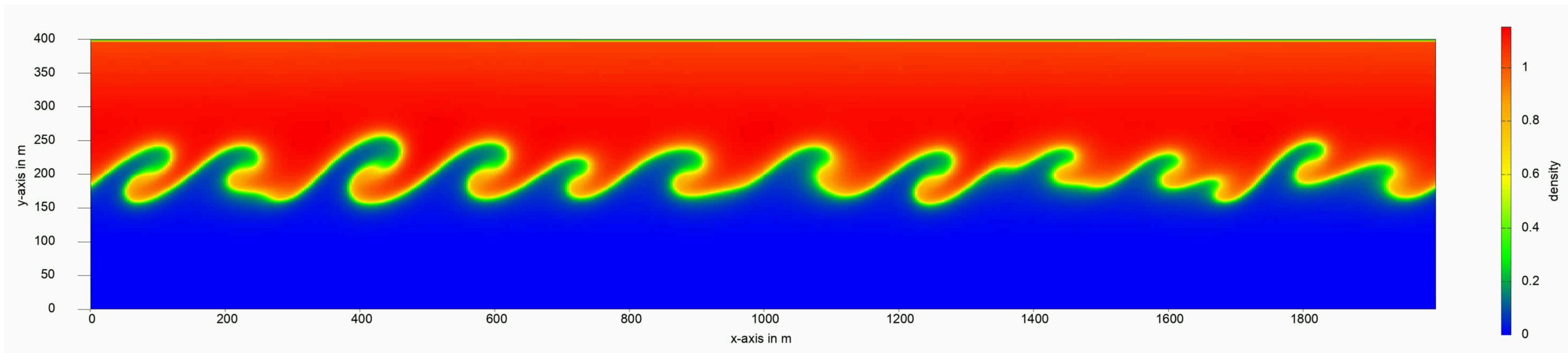
AVANCE NO. 1



AVANCE NO. 2



VERSIÓN FINAL



PROYECCIÓN

SOLUCIÓN MEDIANTE OTROS MÉTODOS NUMÉRICOS

Diferencias finitas, elementos finitos, métodos discontinuos de Galerkin

COMPORTAMIENTO CAÓTICO DE LOS FLUIDOS

Mayor investigación en los parámetros: Tiempo de relajación, parámetro de relajación, intensidad de interacción

COMPORTAMIENTO CON MAYOR VORTICIDAD

Poca flexibilidad del operador de colisión

UNIDADES DE LOS RESULTADOS FINALES

Las unidades de salida de la libreria por defecto son
unidades LB

RESOLUCIÓN DE LA SIMULACIÓN

La potencia de los equipos utilizados no permite ejecutar
simulaciones con redes de mayor tamaño

CONCLUSIONES

REPRODUCCIÓN EXITOSA DEL FENÓMENO DE LA IKH POR
MEDIO DE UNA SIMULACIÓN COMPUTACIONAL

•

COMPRENSIÓN PROFUNDA DE LAS CONDICIONES FÍSICAS
QUE ORIGINAN LA IKH

•

COMPROBACIÓN DE QUE LAS CONDICIONES FÍSICAS
INICIALES Y DE FRONTERA, COMO LAS DENSIDADES DE
LOS FLUIDOS Y LAS DIFERENCIAS DE VELOCIDAD,
PRODUCEN LA IKH

UN ESTUDIO MÁS EXHAUSTIVO DE PARÁMETROS PROPIOS DEL MÉTODO DE LB, COMO EL PARÁMETRO DE RELAJACIÓN, EL TIEMPO DE RELAJACIÓN O LA INTENSIDAD DE INTERACCIÓN, SE PODRÍAN OBTENER RESULTADOS FÍSICOS MÁS DETALLADOS

•

MAYOR CAPACIDAD COMPUTACIONAL PERMITIRÍAN EXPLORAR MÉTODOS NUMÉRICOS AÚN MÁS EXIGENTES QUE EL MÉTODO LB.

•

ENTENDIMIENTO FIRME DE LA LIBRERÍA OPENLB Y EL MÉTODO LB