

# RESUMEN ANALÍTICO

**TIPO DE DOCUMENTO:** Trabajo de grado.

**ACCESO AL DOCUMENTO:** Universidad Pedagógica Nacional.

**TITULO DEL DOCUMENTO:** Simulación de una onda elástica a partir del método lattice Boltzmann

**AUTOR:** Rodríguez Guzmán, Ivan Andrey

**ASESOR:** Sergio Galindo Torres

**PUBLICACIÓN** Bogotá, 2010, 35 p.

**PALABRAS CLAVES:**

Onda, Método Lattice Boltzmann, Onda Elástica, Física Computacional, Fenómenos Ondulatorios, Simulación, Aplicaciones, Método Numérico.

**DESCRIPCIÓN:**

En este documento se presenta un estudio de las ondas elásticas, a través de una simulación que es la metodología utilizada en este trabajo para el comportamiento del fenómeno, el método utilizado Lattice-Boltzmann nos permite evidenciar de forma cualitativa el estudio de ondas mecánicas, específicamente el de una onda sísmica, para comprender los fenómenos ondulatorios ocurridos en dicho evento, para así llegar a la interpretación de datos obtenidos por medio de la simulación.

**FUENTES:**

1. WAGNER, Alexander J., A practical introduction to the lattice Boltzmann method. North de Dakota State University, department of Physics, 2005.
2. SUKOP, Michael C. and THORNE, Daniel T. Lattice Boltzmann modelling. Miami: Springer, 2005.
3. Física Vol I y Vol III, Richard. P. Feynman. y Robert B. Leighton. AddisonWesley iberoamericana.
4. PRESS, William H; TEUKOLSKY, Saul A and VETTERLING, William T. Numerical recipes in C. Cambridge University Press, 1992.
5. Milton B. Dobrin and Savit Carl H. Introduction to Geophysical Prospecting. McGraw-Hill, 4th edition, 1988

6. L. D. Landau y E. M. Lifshitz. Elasticity Theory. Pergamon Press, 1982.
7. A.P. French. Vibraciones y Ondas, Curso de Física del M.I.T., Reverté S.A. 1974
8. Mecánica Cuántica No-Relativista, L.D. Landau, E.M.Lifshitz. Editorial Reverté.
9. L. Leithold, EC7 Leithold el Calculo,Oxford University Press México S.A.1998

## **CONTENIDO:**

El trabajo se encuentra dividido en tres capítulos:

### **Capítulo I: Ondas.**

En este capítulo presentamos las características de las ondas, se muestran los tipos de ondas que encontramos en la naturaleza y clasificando la onda elástica en las ondas mecánicas, por lo tanto el medio en que se propague tiene que afectar sus cualidades, como lo son la velocidad, frecuencia etc., mostramos el modelo matemático que rige dicho fenómeno y la cual pretendemos solucionar haciendo uso de un método numérico.

### **Capítulo II: MÉTODO LATTICE<sup>2</sup> BOLTZMANN**

En este capítulo presentamos una solución a la ecuación diferencial de la onda sísmica, haciendo uso del método Lattice Boltzmann, que consiste en utilizar la ecuación de Boltzmann convenientemente discretizada en el espacio de las velocidades, y así encontrar las cantidades macroscópicas calculadas partir de una expansión matemática llamada Chapman-Eskog, haciendo uso de esta expansión encontramos de forma local el movimiento de las partículas y sus interacciones, con unas condiciones especiales el resultado de la expansión toma la forma de la ecuación diferencial deseada y así encontramos la función de equilibrio para el caso especial de la onda elástica que es fundamental en la simulación, y haciendo que evolucione paso por paso con la aproximación BGK.

### **Capítulo III: SIMULACIÓN DE LA ONDA ELÁSTICA**

En este capítulo presentamos la simulación de la onda a partir de las funciones encontradas en el método, lo que hacemos es escribir un algoritmo en el lenguaje de programación C++ (DEV C++), escogiendo un determinado espacio y dividiéndolo en celdas 200\*200, haciendo que la interacción de cada celda con su vecino sea el siguiente paso menos el anterior igual a una función de equilibrio menos una función explícitamente debida a sus interacciones de partículas con un operador de colisión, esto mostrado en el capítulo anterior.

<sup>2</sup>Celda

Mas exactamente vamos a mostrar 3 ejemplos de fenómenos ondulatorios muy conocidos, el primero es un interfaz, observáremos que pasa con una onda elástica al cambiar su velocidad de una forma drástica y que no sea continua, el segundo ejemplo es observar dos fuentes puntuales las cuales producen una interferencia en este ejemplo observáremos los diagramas de Moiré realizados con nuestra simulación y el último ejemplo es el caso de una fuente en movimiento, aquí miraremos la fuente se mueva con una determinada velocidad, las amplitudes varían de pendiendo esta velocidad si es mayor o menor respecto a la velocidad de la onda.

## **CONCLUSIONES:**

- Se implementó el método Lattice-Boltzmann para comprender mejor el fenómeno de la onda elástica, donde se observaron comportamientos ondulatorios que hacen parte de las ondas mecánicas como lo son la reflexión, refracción, difracción y Efecto Doppler.
- La evolución temporal de la celda permite obtener variables macroscópicas (velocidades y momentun) como promedio de las variables internas, las cuales representan poblaciones locales de partículas mesoscopicas.
- La elaboración del presente documento, permitió desarrollar una metodología para abordar el modelo de la onda elástica, haciendo uso de métodos numéricos que nos proporciona una visualización de dicho fenómeno.
- Este trabajo presenta una antesala de una solución numérica a la ecuación de onda elástica, para quien desee más precisión en los resultados a este modelo, pero también puede ser da gran ayuda para aplicaciones de la misma no solo en la mecánica clásica sino también en la física moderna.
- En algunas situaciones como la propuesta en el primer ejemplo del interfaz, mostramos que el uso de los métodos numéricos es necesario para la comprensión dicho fenómeno, ya que en este ejemplo mostramos que la velocidad no es continua y para este caso no encontramos una solución analítica.
- Con la solución propuesta por el método Lattice Boltzmann, podemos hacer aproximaciones a fenómenos reales, como lo es una onda elástica que se propaga en la superficie de la tierra “onda sísmica”, y que son fenómenos naturales conocidos por sus daños ocurridos a los asentamientos humanos.
- No solo las soluciones analíticas de los fenómenos nos brindan información, también las visualizaciones nos proporcionan información de

dichos fenómenos, para el caso de nuestra labor docente se hace una herramienta indispensable como estrategia didáctica.

- Este trabajo se constituye en un aporte inicial para el acercamiento de la física computacional y así proporcionar ayuda para aquellos que hagan un estudio profundo sobre fenómenos relacionados con ondas elásticas en cualquier campo de la física. Y permitirá que se aborden problemas relacionados similares y se encuentren mejores aplicaciones a las abordadas en este trabajo.
- Se presenta un método numérico muy utilizado por la física computacional que ya que las soluciones son aproximaciones son muy altas, en investigaciones de punta de la física este método ha sido de mucha utilidad para modelos muy complejos, en los cuales encontramos poblaciones de objetos en cantidades de orden  $10^n$ .

#### **AUTOR DEL RESUMEN ANALÍTICO.**

- Rodríguez Guzmán, Iván A.
- Revisado por el director de trabajo de grado: Sergio A. Galindo.
- Bogotá, 2010.