

RAE
Departamento de Física
Universidad Pedagógica Nacional

Título: Autómatas Celulares en Problemas de Difusión

Autor: Jorge Enrique Zamora Sierra

Asesor: Néstor Méndez Hincapié y Hugo Sastoque Quevedo

Director de Trabajo: Néstor Méndez Hincapié

La mayoría de sistemas físicos se encuentran modelados a la base de una serie de métodos y expresiones matemáticas, los cuales teóricamente representan el comportamiento de tales sistemas. Habitualmente, para la modelación de diferentes sistemas es necesario utilizar las ecuaciones diferenciales, entre otras. Algunos de los procedimientos de discretización y digitalización de sistemas, permiten realizar análisis numéricos sobre modelos aproximados. Aunque existen diferentes elementos matemáticos que permiten hacer posible la realización de análisis numéricos para comprender, por medio de un modelo discreto, el comportamiento de sistemas analógicos, teniendo en cuenta que la complejidad de dichos elementos sobre algunos sistemas es tal, que resulta difícil lograr modelos que describan con precisión su comportamiento.

En este caso podemos decir que existen tres formas diferentes de abordar un sistema con este tipo de características:

- !) Lograr un modelo de naturaleza continua (en aquellos sistemas analógicos).
- !!) Utilizar métodos aproximativos de discretización.
- !!!) Modelar con un Autómata Celular.

Un autómata celular es una estructura ideal que permite construir modelos aproximados de algunos sistemas físicos; es posible modelar, a partir de ellos, problemas sencillos que representen con exactitud algún proceso físico.

En Colombia existen diferentes grupos de investigación que trabajan en el campo de los autómatas celulares, uno de ellos es Luis Fernando Gonzales Vargas de la Universidad de Antioquia y José Daniel Muñoz de la Universidad Nacional (Bogotá). Este último ha dirigido trabajos de grado como el de Eduardo J. Ortega Empleo de Autómatas Celulares en Problemas Sencillos de Mecánica Cuántica. [6] En este trabajo se implementa el autómata celular cuántico unidimensional propuesto por D. A. Meyer. Este autómata se basa en el autómata unidimensional de difusión, el cual cumple con una ecuación que posee una forma funcional similar a la ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo.

Los fenómenos de la naturaleza han sido estudiados a partir de diferentes modelos que dan cuenta de su comportamiento. En cada uno de ellos subyacen representaciones que muestran una manera particular de comprender los procesos físicos. Por ejemplo, en la historia de la ciencia y especialmente en la física encontramos modelos que dan cuenta de un sistema limitando las interacciones con el entorno, mientras que otros estudios muestran la multiplicidad de las interacciones, la evolución y estado del sistema en ámbitos como el de los Sistemas Dinámicos, el cual nos permite dar cuenta del comportamiento general del sistema.

Con la intención de investigar situaciones físicas que tengan en cuenta la complejidad de las interacciones, las implicaciones cognitivas, las explicaciones presentes en su comportamiento y la posibilidad de construir un modelo que represente el acontecer del evento, oriento mi trabajo de Investigación al estudio de autómatas celulares.

Un elemento que hace aún más llamativo el trabajo con autómatas celulares es el comportamiento que presentan los modelos en el tiempo de ejecución de este y la similitud del mismo con la complejidad de la naturaleza continua. Dependiendo de la naturaleza compleja de un sistema y de la posibilidad de identificar estados locales y reglas generales de evolución, se podrían simular comportamientos por medio de Autómatas Celulares; por ejemplo, los sistemas enunciados a continuación son susceptibles de ser modelados por medio de estos: Simulación de tráfico automotor, virus, glóbulos, epidemias, bacterias, contaminación, ecosistemas, evolución galáctica, flujo de electrones, difusión, acción y reacción, medios granulares y gases de Fermi entre otros. El modelar un sistema del mundo real por medio de un Autómata Celular, requiere que se conozca al menos su comportamiento global.

Además, porque es una herramienta que permite comprender el comportamiento de los fenómenos de difusión, reúne elementos conceptuales para pensar situaciones del conocimiento contemporáneo como la búsqueda de actividades significativas para adelantar en la enseñanza de la física que permitan la comprensión de los elementos a través de los cuales se da cuenta de un fenómeno físico, su explicación y el uso de los ordenadores para simular la evolución de un evento y sus posibles correlaciones con otros asuntos de la física.

Definición de autómata celular

Los autómatas celulares son redes de autómatas simples conectados localmente. Cada autómata simple produce una salida a partir de varias entradas, modificando en el proceso su estado según una función de transición. Por lo general, en un autómata celular, el estado de una célula en una generación determinada depende única y exclusivamente de los estados de las células vecinas y de su propio estado en la generación anterior.

1 Cuando trabajamos con el péndulo simple, por ejemplo, obviamos la masa de la cuerda que sostiene la lenteja, en nuestro caso buscamos no obviar ningún tipo de elemento relacionado con el sistema

Los autómatas celulares son herramientas útiles para modelar cualquier sistema en el universo. Pueden considerarse como una buena alternativa a las ecuaciones diferenciales y han sido utilizados para modelar sistemas físicos, como interacciones entre partículas, formación de galaxias, cinética de sistemas moleculares y crecimiento de cristales, así como diversos sistemas biológicos a nivel celular, multicelular y poblacional.

Palabras Clave: Autómata(s) Celular(es), Celda(s), Discretica, Ecuación(es) Diferencial(es), Elementos Finitos (FEM), Estado Local, Estado Global, Estados, Estructura(s) Estática(s) de Dato(s), Integral(es) Funcional(es), Inteligencia Artificial (IA), Modelo(s), Modelos Biológicos, Problema Directo, Problema Intermedio, Problema Inverso, Regla de Evolución, Regla(s) Local(es), Reloj Virtual de Computo, Sistema(s), Sistema(s) Análogo(s), Sistema(s) Complejo(s), Sistema(s) Discreto(s), Desalación, Variables de Estado, Vecindad.