



Retos de la física no lineal

En los últimos años los científicos han centrado su atención en la física no lineal. Este hecho se debe en gran medida a que el uso de la tecnología informática moderna permite resolver problemas que antes sólo se podían imaginar. La amplia gama de secciones de la física clásica y cuántica, en muchos aspectos, investiga principalmente los fenómenos lineales. Sin embargo, la física del siglo XXI está siendo redireccionada a reflexionar sobre los fenómenos no lineales. El estudio de las tendencias en el desarrollo de la ciencia nos lleva a esta conclusión. Esto implica que los fenómenos no lineales son predominantes en comparación con los lineales en la naturaleza. Por lo tanto, es útil considerar esas direcciones en la física no lineal como objeto de un estudio exhaustivo en el tercer milenio. Dentro de la familia de estructuras no lineales se encuentran los solitones: ondas no lineales que se propagan en un medio dispersivo no lineal como partículas, es decir, sin atenuación. La experiencia demuestra su naturaleza generalizada. Un ejemplo típico son los tsunamis, conocidas olas destructivas.

De este modo, los fenómenos no lineales están muy extendidos en la naturaleza y en la tecnología. Estos son algunos ejemplos: auto-oscilaciones y auto-ondas, solitones y caos. A pesar de las diferencias significativas en la naturaleza de estos fenómenos, hay mucho en común. La linealidad se entiende en el sentido de que la superposición de sus soluciones también es una solución. Para sistemas no lineales este principio ya deja de funcionar.

La descripción de fenómenos no lineales permite una amplia variedad matemática: se lleva a cabo utilizando ecuaciones diferenciales, mapeos discretos, teorías geométricas y singularidades. Elegir uno de los métodos de descripción establece la forma concreta del modelo matemático del sistema dinámico correspondiente.

El número, dedicado a los fenómenos no lineales de diversa naturaleza (como ondas tipo partículas sin colisiones y en condiciones extremas), está compuesto por cinco trabajos, los cuales exponen las principales características relacionadas con los procesos no lineales de actualidad.

En "Modelos Lagrangianos para la simulación de fluidos y su aplicación a la hidrodinámica marina" se exponen las ventajas y desventajas de la simulación no lineal de hidrodinámica marina con énfasis en versiones sobre divergencia de velocidades y versiones débilmente compresibles. Todo esto ligado al fenómeno clásico de rompimiento de presas en dos dimensiones y el impacto del fluido en interacción con las paredes del contenedor.

En "Special features of radio pulse spectral density análisis" se estudian las características de medición del módulo de la densidad espectral de las ondas de radio. Esta medición depende del ancho de banda del filtro, pues cuanto más estrecho sea el ancho de banda, más precisos serán los resultados. Sin embargo, con un filtro de ancho de banda estrecho disminuye la relación señal/ruido que conduce a una disminución del rango dinámico de la medición de densidad espectral. El error de medición más pequeño se obtiene si

el momento de activación se separa del momento de llegada del pulso por el valor de la duración del pulso. Los estudios experimentales han confirmado la eficacia de la compuerta.

En “Gravedad emergente: ¿La llave termodinámica del espacio-tiempo?” se presenta una nueva perspectiva sobre el entendimiento de las fuerzas gravitatorias basada en principios termodinámicos. Los nuevos conceptos e ideas que se han venido formulando a partir de los descubrimientos de la termodinámica del agujero negro pueden colocarse como una herramienta conceptual importante que permita dar cuenta de algunos de los problemas que hasta hoy siguen sin solución. Al descubrirse que un agujero negro posee entropía y temperatura se advierte la existencia de una profunda relación entre gravedad y termodinámica. Las investigaciones en el tema han llevado a plantear la idea de que la gravedad sea una propiedad emergente del espacio-tiempo y, por tanto, una interacción cuya naturaleza difiere del resto de interacciones fundamentales.

En “Non-autonomous Ginzburg-Landau solitons using the He-Li mapping method” se hallan y se discuten soluciones de tipo solitones no autónomos. Se usa la no linealidad y dispersión implícitas en la ecuación de Ginzburg-Landau con coeficientes variables. Los pulsos solitónicos poseen amplitudes fijas o variables que dependen de una función, la cual es restringida por una única condición que involucra la no linealidad y la dispersión del medio. Este resultado es importante porque puede usarse como una herramienta para la manipulación paramétrica de solitones no autónomos.

En “Aproximación adiabática para la interacción de dos solitones con ganancias y pérdidas” se usa una restricción importante que consiste en la aproximación adiabática de los parámetros de la ecuación diferencial no lineal cuando está perturbada, es decir, se tiene injerencia externa. La perturbación utilizada es de dos clases: la de ganancia y de absorción. Se encuentran estados ligados de solitones sin perturbación cuando la interacción de solitones en fase es atractiva y forma un estado ligado de dos solitones. En el caso de amplificación, la amplitud es creciente y los solitones se atraen, lo cual da como resultado que el periodo de oscilaciones de la pareja solitónica y la distancia relativa entre solitones disminuya. En el caso de solitones fuera de fase la interacción es repulsiva, por eso el estado ligado no tiene razón de existencia.

Como conclusión se propone que la no linealidad es omnipresente, multifacética e inagotable, puesto que está en todas partes: en lo grande y en lo pequeño, en los fenómenos fugaces y en aquellos que son de amplia duración, los cuales desafían al arte del analista, así como también a la habilidad del experimentador.

*Máximo Augusto Agüero Granados
Miembro del Comité de Redacción
Ciencias Exactas y Aplicadas
CIENCIA ergo-sum*