FUTURO

FÍSICA DE PARTÍCULAS. En el muy exclusivo mundo de los físicos teóricos que rozan las matemáticas más abstractas se acaba de producir una conmoción y el correo electrónico lleva de continente a continente la curiosidad, el interés, las preguntas y los comentarios de los científicos. El estadounidense Edward Witten ha dado un paso espectacular en un problema que se resiste desde hace tiempo y que algunos físicos quieren resolver aunque no corresponda al universo cotidiano. En el fondo de la cuestión están las fuerzas fundamentales de la materia y una técnica para explorar sus propiedades subyacentes.

Camino de la igualdad entre fuerte y débil

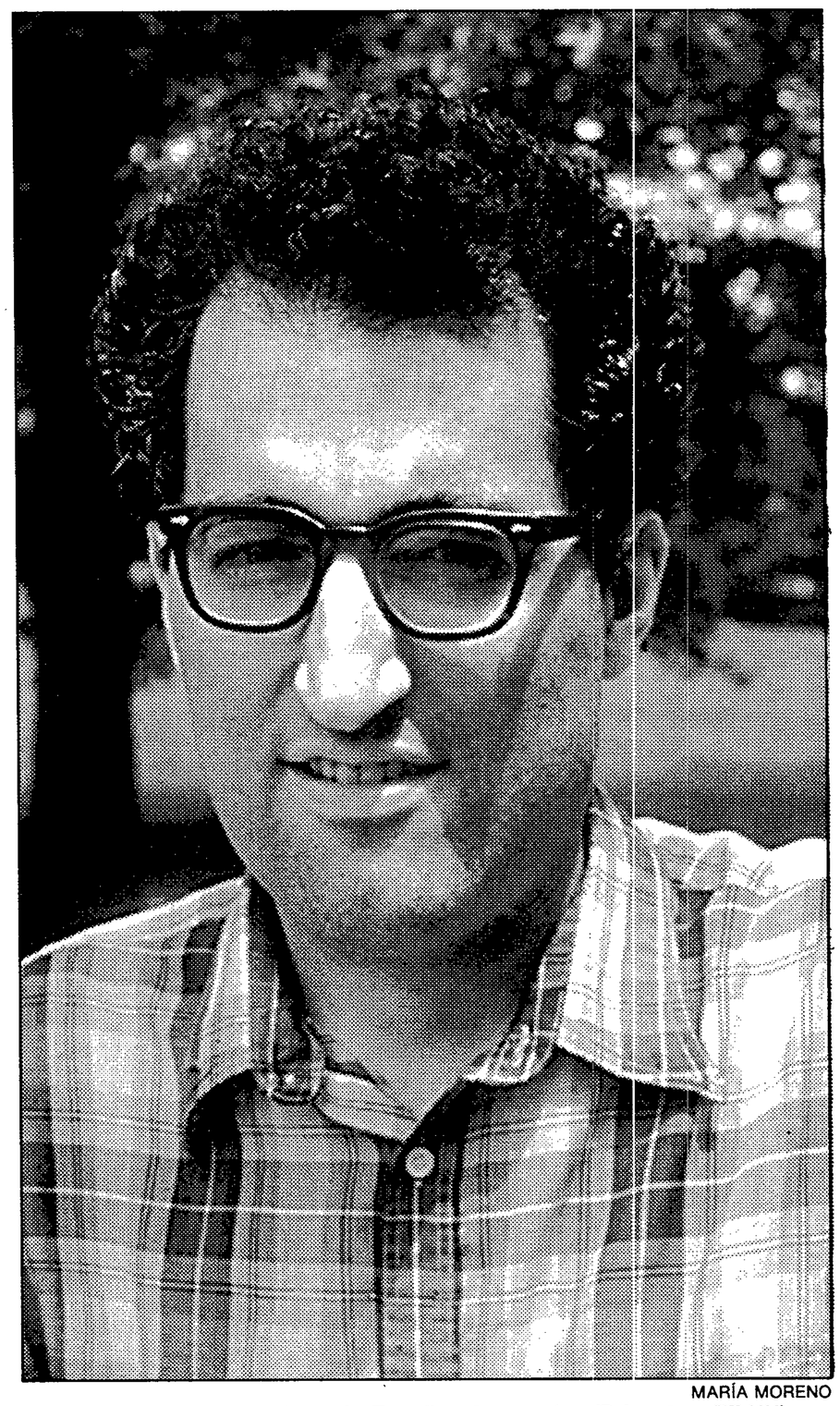
LUIS IBÁÑEZ

La segunda mitad del siglo XX ha contemplado la realización de alguno de los sueños de los fundadores de la física moderna de comienzos de siglo. Tenemos hoy una teoría que describe todas las interacciones entre los componentes más pequeños de la materia, el llamado Modelo Estándar. Existen cuatro tipos de interacciones fundamentales en la naturaleza: las gravitatorias, las electromagnéticas, las *débiles* (causantes de la radiactividad) y las *fuertes* (causantes de la fuerza nuclear).

El Modelo Estándar, desarrollado en los años sesenta y setenta, es capaz de describir todos los datos experimentales referentes a las tres últimas interacciones. Para esta descripción es necesaria la utilización del esquema general denominado Teoría Cuántica de Campos, construido en los años cuarenta y cincuenta como una fusión de las dos grandes teorías físicas del siglo XX: la teoría de la relatividad y la mecánica cuántica.

Una noción importante dentro de estas teorías físicas es la de *constante de acoplo,* que nos da una medida de la intensidad o tamaño de la fuerza correspondiente a cada interacción. La interacción nuclear se llama también interacción fuerte porque su constante de acoplo es grande comparada con las de las interacciones débiles o las electromagnéticas.

Pero una de las grandes limitaciones de la Teoría de Campos es que hasta la fecha prácticamente sólo se saben obtener resultados numéricos con ellas si las correspondientes constantes de acoplo tienen valores numéricos pequeños. Tal es el caso de las interacciones de tipo electromagnético o débil, pero no es el caso de las interacciones nucleares o fuertes.



MARÍA MORENO

Edward Witten, en el Instituto de Estudios Avanzados (Princeton, EE UU).

Propiedad peculiar

En gran medida, la teoría de campos de las interacciones fuertes se ha podido verificar experimentalmente debido a una propiedad peculiar que poseen que lleva el también peculiar nombre de *libertad asintótica.* Esta propiedad consiste en que la fortaleza de las interacciones fuertes depende de la cantidad de energía en juego en el proceso físico (por ejemplo, una colisión entre partículas elementales) que se estudie.

Si la energía del proceso físico es suficientemente alta, la constante de acoplo disminuye y uno puede utilizar las técnicas habituales y obtener resultados numéricos que se han podido someter a verificación experimental en los grandes aceleradores de partículas.

Sin embargo, cuando la energía en juego en el proceso es pequeña, la constante de acoplo es grande, las técnicas habituales no sirven y, como resultado de ello, nuestro conocimiento de la estructura de las interacciones fuertes es incompleta a bajas energías. Es por ello que uno de los campos de la física teórica donde más esfuerzo se ha realizado en los últimos 20 años es en el intento de comprender cómo se comportan las Teorías Cuánticas de Campos cuando la correspondiente constante de acoplo es grande. A pesar de dicho esfuerzo y del tiempo transcurrido, no se puede decir que se haya realizado un gran avance.

El problema es tan duro de atacar que siempre que alguien sugiere alguna idea que pueda arrojar un modesto rayo de luz sobre el tema, el mundo de la física teórica se conmociona. Últimamente ha surgido de nuevo el revuelo alrededor de este tema. La conmoción ha tenido como principal protagonista (como viene siendo habitual desde hace más de quince años), a Edward Witten, del Instituto de Estudios Avanzados de Princeton (EE UU).

La idea es relativamente vieja. En 1975, D. Olive y C. Montonen lanzaron una original conjetura. Estudiando un tipo de Teoría de Campos que describía las interacciones de ciertas partículas con carga eléctrica y de constante de acoplo pequeña, sugirieron que tal teoría podría ser equivalente a otra teoría con carga *magnética* (en vez de eléctrica), pero con constante de acoplo grande.

Si esta equivalencia fuese cierta implicaría que una Teoría de Campos con constante de acoplo grande (con la cual no sabríamos cómo calcular) se puede reducir a otra teoría equivalente, pero con constante de acoplo pequeña (con la cual sí sabemos calcular).

Se trata, pues, de una equivalencia fuerte=débil. Pero esta dualidad Olive-Montonen pasó desapercibida. El tipo de teoría por ellos considerada no parecía tener nada que ver con las de las interacciones físicas conocidas y los físicos estaban en aquellos días muy ocupados desarrollando el Modelo Estándar.

La idea no fue retomada hasta hace unos pocos años, dentro del contexto de las llamadas Teorías de Supercuerdas, las candidatas más firmes que poseen los físicos teóricos para obtener una teoría unificada de todas las cuatro interacciones fundamentales de la física, el gran sueño de Einstein, aunque se está lejos todavía de tal objetivo.

En los últimos seis años se ha comprobado cómo tales teorías poseen peculiares simetrías, que recuerdan la dualidad de Olive y Montonen. En 1990, Ana María Font, de la Universidad de Caracas; Dieter Lüst, de la Universidad de Berlín; Fernando Quevedo, de la Universidad de Neuchatel (Suiza), y el firmante de estas líneas sugerimos una generalización de la dualidad de Olive y Montonen para determinadas teorías de supercuerdas. La denominamos *dualidad S,* y en los últimos dos años ha encontrado algunos visos de evidencia indirecta.

Una versión de simetría

Fue en el último mes de agosto cuando el interés general por estos temas cobró inusitado ímpetu. Witten y Nathan Seiberg, de la Universidad de Rutgers (EE UU), publicaron un artículo en el que demostraron que una determinada clase de Teorías de Campos poseían, efectivamente, una versión de la simetría de dualidad S. Gracias a ello, fueron capaces de obtener, por primera vez en la historia de la Teoría de Campos en un número físico de dimensiones, resultados exactos para cualquier valor grande o pequeño de la constante de acoplo.

Para situar el tema en perspectiva hay que aclarar que el tipo de teorías por ellos consideradas no corresponde directamente con ninguna de las cuatro interacciones fundamentales de la naturaleza. Sin embargo, este hallazgo puede significar un salto cualitativo en nuestra comprensión de la teoría, y la esperanza es que las nuevas técnicas nos permitan en algún momento entender mejor, por ejemplo, la estructura de las interacciones fuertes a bajas energías.

Aunque tal esperanza se pueda revelar falta de fundamento (no sería la primera vez), estos últimos desarrollos han tenido un inesperado corolario. Witten ha demostrado en el mes pasado cómo, utilizando estas ideas de dualidad fuerte-débil, toda una elaborada teoría puramente matemática, llamada Teoría de Donaldson, puede ser desarrollada con enorme simplicidad en este lenguaje y cómo una gran cantidad de nuevos resultados matemáticos se pueden obtener trivialmente.

Esta vez, el revuelo se ha producido en el mundo de los matemáticos, algunos de los cuales se preguntan cómo un físico ha podido obtener todos estos resultados antes que algunos de sus más brillantes colegas. Paradójicamente, algunos físicos consideran que Witten no pertenece realmente a su gremio. En medio de la polémica, es difícil dudar que Witten (sea físico o matemático) es un científico genial.

Luis Ibáñez es catedrático de Física Teórica en la Universidad Autónoma de Madrid.

MOLÉCULAS

► Asteroide

Un asteroide de un tamaño similar al de un pequeño autobús no chocó por poco con la Tierra el pasado viernes, según James V. Scotti, astrónomo de la Universidad de Arizona (Estados Unidos). El asteroide, denominado 1994 XM-1, pasó a unos 100.000 kilómetros y no está claro qué daño habría causado al planeta en caso de haberse producido el impacto, ya que dependería de la composición del asteroide y del lugar del choque. El asteroide 1994 XM-1, detectado desde el observatorio de Kitt Peak, es el más cercano que los astrónomos han visto pasar en tiempo real.

► Satélites y láser

La Agencia Europea del Espacio (ESA) ha firmado un acuerdo con su homóloga japonesa NASDA para realizar un experimento entre el satélite europeo *Artemis* y el *Oicets* nipón, que consistirá en intercambiar datos utilizando el sistema óptico experimental de comunicaciones por láser *Silex*. El *Artemis* será colocado en órbita geoestacionaria (a 36.000 kilómetros de altura) en 1997, y el *Oicets* un año después en órbita baja (a 500 kilómetros).

► Radioterapia selectiva

Una radioterapia selectiva parece haber detenido el crecimiento de un tumor cerebral de una paciente estadounidense que se prestó voluntariamente al experimento, según informa *The New York Times.* La nueva técnica, aplicada en dos pasos, ha consistido en inyectar a la paciente boro 10 —isótopo no radiactivo— junto con un aminoácido que el cuerpo concentra naturalmente en el tumor. Luego se ha dirigido a su cabeza un haz de neutrones que rompe los átomos de boro al chocar contra ellos, emitiéndose radiactividad de muy corto alcance —el diámetro de una célula— en el proceso. Así se destruye el tejido tumoral y no los tejidos sanos, sin boro 10, que son atravesados limpiamente por los neutrones. La técnica se había ensayado anteriormente en pequeños animales

► Derecho y genoma

La Universidad de Deusto publicará antes de que finalice este mes el primer número de la revista *Derecho y Genoma Humano,* la primera en el mundo sobre este tema, según el catedrático de esta materia Carlos Romeo Casabona. La revista tendrá carácter semestral y dos ediciones, una en castellano y otra en inglés.— EP

► Telescopio en Namibia

Alemania, Namibia y Suráfrica negocian la instalación de un telescopio de 3,5 a 4 metros de diámetro en Gamsberg, una montaña situada a 150 kilómetros de la capital de Namibia, según informa la revista *Nature.* El terreno, situado a 2.350 metros de altura, fue adquirido por el Instituto Max Planck hace dos décadas. Los científicos surafricanos preferirían que el nuevo telescopio fuese instalado en el observatorio de Sutherland SAAO, unas instalaciones construidas conjuntamente con el Reino Unido cuyo programa fue suspendido por parte británica en 1986. El nuevo telescopio alemán costará unos 3.500 millones de pesetas.