

# Unificando la visión del mundo (III)

*Desde una perspectiva amplia de la historia de la Humanidad, hay muy pocas dudas de que el descubrimiento de las leyes del electromagnetismo de Maxwell será juzgado como el acontecimiento más significativo del siglo XIX.*

Richard Feynmann

## Tercera estación: La síntesis de Maxwell

En los inicios de nuestra historia el llamado efecto ámbar, más tarde conocido como electrificación por frotamiento, y la extraña propiedad asociada a ciertas piedras que parecían tener alma fueron percibidos como fenómenos asociados a lo mágico. El largo proceso a lo largo del cual ambos fenómenos acabaron perteneciendo al ámbito de la ciencia es parte sustancial de la historia de la electricidad y el magnetismo.

Lo sorprendente de este relato es que al culminar esta incorporación no sólo acabaron recibiendo una explicación unitaria los fenómenos eléctricos y magnéticos sino que además otro conjunto de fenómenos aparentemente alejados de ambos - los ópticos - terminaría siendo interpretado en clave electromagnética: ¿qué tienen en común las propiedades eléctricas de ciertos materiales con las propiedades de los imanes? ¿qué vínculos pueden conectar la electricidad y el

magnetismo con la luz?.

Dos son las experiencias claves mediante las que fue posible establecer la vinculación entre la electricidad y el magnetismo: el experimento de Ørsted sobre la desviación de una aguja magnética al paso de la corriente por un alambre conductor próximo y el experimento de Faraday sobre la inducción de una corriente eléctrica en un circuito que es atravesado por un campo magnético variable. Estos dos científicos, al igual que sucedió con Newton, pudieron ver más lejos no sólo porque se auparon a hombros de gigantes, sino porque también ellos, como aquel, estaban convencidos de la existencia de un sustrato simple oculto tras lo diverso.

## Así lo expresará, en 1845, Faraday:

Las varias formas bajo las que se manifiestan las fuerzas de la materia tienen un origen común; o, en otras palabras, están tan directamente relacionadas y son tan mutuamente dependientes, que, como de facto así resulta, son convertibles las unas en las otras, y poseen equivalentes de capacidad en su acción.

El sustrato sobre el que se articularía inicialmente la unificación de la que nos estamos ocupando sería el ubicuo éter, camaleónico medio introducido por los griegos



Michael Faraday (1791-1867)

para dar cuenta del peculiar comportamiento de los objetos que se movían en la esfera celeste. De él se dirá en la 3ª edición de la Encyclopaedia Britannica (1797): No siendo el éter percibido por nuestros sentidos, sino un mero producto de la imaginación traído a escena como mera hipótesis, o con la finalidad de resolver algún fenómeno real o imaginario, permite a los autores una total libertad para modificarlo a su antojo. El trabajo de Maxwell consistirá, así, esencialmente en reducir el electromagnetismo y la óptica - aquello que percibimos por medio de nuestros sentidos - al comportamiento mecánico - pero invisible - de ese material sutil: el éter luminífero. El éxito de la empresa incitó a otros científicos, como Thomson, a bus-

car, incluso, en ese medio, el plenum universal, una explicación de las propiedades asociadas a la materia ordinaria: desarrollaría así su teoría de los átomos-remolino, de la que el mismo Maxwell escribiría:

Una vez que el átomo-remolino es puesto en movimiento todas sus propiedades quedan fijadas y determinadas de modo absoluto por las leyes de movimiento del fluido primigenio, leyes que aparecen completamente expresadas por las ecuaciones fundamentales. Los discípulos de Lucrecio pueden cortar y modelar sus átomos sólidos con la esperanza de conseguir que se combinen para generar toda clase de mundos; los seguidores de Bosovich pueden imaginar nuevas leyes de fuerza para ajustarse a los requerimientos de cada nuevo fenómeno; pero aquél que osa transitar por el camino abierto por Hemholtz y Thomson no dispone de esos recursos. Su fluido primigenio no tiene otras propiedades que inercia, densidad invariable y movilidad perfecta y el método por el que el movimiento de este fluido puede ser trazado es estrictamente matemático. Las dificultades son enormes, pero la gloria que se conseguiría al superarlas sería única.

A finales del siglo XIX se vislumbraba pues una Teoría del Todo que Fitzgerald, uno de los más relevantes maxwellianos, caracterizaba en estos términos:

Esta hipótesis -se refiere a la teoría de Thomson- explica las diferencias existentes en la Naturaleza como diferencias de movimiento. Si fuera verdadera, el éter, la materia, el oro, el aire, la madera o los cerebros, resultarán no ser otra cosa que diferentes movimientos.

Sugestiva posibilidad que bajo esta encarnadura acabaría, sin embargo, revelándose falsa. Otro avance, no obstante, en la búsqueda de nuevas unificaciones.

## Einstein y Bose, una fructífera y breve colaboración

La deducción de Planck de la fórmula para la Radiación del Cuerpo Negro, origen de la Teoría Cuántica, contenía unos cuantos detalles molestos si no erróneos. De modo simple estos inconvenientes podrían resumirse diciendo que las consecuencias de la fórmula contradecían las hipótesis usadas para deducirla. El propio Planck, consciente de esto, intentaría muchas veces llegar a ella de modo distinto, buscando depurar los razonamientos para evitar esas inconsistencias, sin conseguirlo.

La fórmula de Planck era sin embargo muy sólida. Está absolutamente de acuerdo con los experimentos, y como se encargaron de demostrar Ehrenfest y Poincaré, la introducción de la discretización de la energía (el cuanto) era condición necesaria y suficiente para que esto fuera así, aún partiendo de argumentos clásicos.

No es del todo extraño en la Ciencia que estas cosas ocurran: la conclusión de una línea de razonamiento está bien, pero la deducción es parcialmente incorrecta.

Einstein estaba entre los que hizo notar las contradicciones que presentaba la ley, y se sabe que intentó solucionarlas sin éxito al menos en un par de momentos de los primeros veinte años del siglo XX. Pensaba, con razón, que lo que estaba mal en la deducción era el modo en que se empleaba la estadística, que como se recordará, fue la concesión que tuvo que hacer Planck a la Mecánica Estadística para solucionar el problema. Pero no daba con la solución.

En junio de 1924 Einstein, siendo catedrático en Berlín, recibió una carta de un absolutamente desconocido profesor de Física de la Universidad de Dacca (entonces la India Británica, hoy Bangla Desh), llamado Santyendranath Bose. Extraigo algunos párrafos de ella:

*“Respetado Señor:*

*Me atrevo a enviarle el artículo adjunto para su conocimiento y opinión. Estoy ansioso de*

*saber lo que piensa de él. Verá que he tratado de deducir el coeficiente de la ley de Planck independientemente de la electrodinámica clásica.... No sé suficiente alemán para traducir el artículo. Si usted piensa que merece ser publicado le agradecería lo enviara al Zeitschrift für Physik. Aunque sea un completo extraño para usted no siento, ninguna duda en realizarle tal petición. Porque todos somos sus discípulos...”*

Si se piensa la posición de Einstein en la Física y la vida pública mundial, cabría pensar que una carta de este género iría a parar a la papelera. Pero no fue así. Einstein no sólo estudió el artículo, sino que conforme a los deseos de Bose lo tradujo al alemán y lo remitió para su publicación. Aún más, utilizando (y reconociendo) parte de los razonamientos de Bose enviaría a publicar, ocho días después, su propio artículo, que versa sobre la teoría cuántica de los gases. Bose había dado con la clave que habían perseguido muchas de las mejores mentes del primer cuarto del siglo XX. Aunque harían falta algunos desarrollos posteriores, había nacido la Mecánica Estadística Cuántica instrumento imprescindible para la comprensión y caracterización de las partículas del mundo subatómico.

Lo que hoy se conoce como la estadística de Bose-Einstein es la última de las grandes aportaciones del genio de Ulm a la Física. Bose, de hecho, no tendría ninguna otra aportación importante a lo largo de su vida, y sin embargo, ocupa un lugar de honor entre los grandes de la Física.

La teoría introducida, según hizo notar Einstein, predice que bajo ciertas condiciones, los conjuntos de partículas a bajas temperaturas formarían un nuevo estado de la materia, condensándose esta de una manera que adquiriría propiedades asombrosas. Cuatro años después se pudo aplicar esta teoría a la comprensión de un transición que experimenta el helio al licuarse, que lo hace superconductor (las car-



Santyendranath Bose (1894-1974)

gas eléctricas se mueven sin experimentar resistencia). Pero, ¿sería posible construir esos estados nuevos de la materia? Durante muchos años se pensó que no. Era una mera posibilidad teórica interesante para la pedagogía de la cuántica, pero sin visos de ser realizable.

A mediados de los años noventa, sin embargo, trabajando independientemente, Eric Cornell, Carl Weiman y Wolfgang Ketterle, un físico del MIT crearon la nueva clase de materia predicha denominada condensados de Bose-Einstein (BEC's), lo que les hizo merecedores del premio Nobel de Física en el 2001.

Estos BEC's exhiben sus muy peculiares propiedades, entre las que destaca el ser objetos de comportamiento completamente cuántico (materia que se comporta como ondas) con un tamaño macroscópico (unos milímetros). Sus muy prometedoras aplicaciones están aún por desarrollarse.

Luis Vega.  
Departamento de Física Fundamental y Exp. Electrónica y Sistemas.  
Universidad de La Laguna.

## Anécdotas.

### La Divina Comedia y la Física.

Sólo la gente ignorante creía, durante la Edad Media, la leyenda de que la Tierra es plana y los barcos que llegaron a su extremo se caerían.

En la Divina Comedia, Dante da por supuesta la redondez de la Tierra. Coloca al Purgatorio en una isla situada en las antípodas de Jerusalén (viene a caer en medio del Pacífico, un poco al sur de la isla Tubuai).

El infierno, en cambio, es un cono que penetra hasta el centro de la Tierra, que coincide con su vértice. Al llegar allí, Dante introduce un sorprendente efecto de ciencia-ficción: Para pasar al otro hemisferio, Dante y Virgilio deben descender agarrándose a los pelos de Satanás, que está hundido en el hielo en el mismísimo centro de la Tierra. Pero en el momento de pasar por él, tienen que darse la vuelta, porque la dirección de la gravedad se ha invertido.