

Raúl Alvarez Patiño IM, CDMX

¿Qué es la teoría de gauge?

La electrodinámica clásica es quizá la primera teoría de gauge (o de norma) conocida. Esta teoría describe la dinámica del campo electro-magnético a través de las ecuaciones de Maxwell, que coincidentemente, fueron también las primeras ecuaciones de la física explícitamente invariantes bajo las transformaciones de la relatividad especial. De hecho, la estructura de la teoría permite escribir las ecuaciones de Maxwell en una formulación completamente geométrica e independiente de coordenadas; por lo que, en principio, tiene sentido plantear las ecuaciones de Maxwell en una 4-variedad lisa más o menos arbitraria. En la década de los 50's los físicos de altas energías generalizaron estas ideas y desarrollaron la así llamada teoría de Yang-Mills con el fin de describir las interacciones nucleares fuertes. En pocas palabras la teoría de Yang-Mills modela las interacciones nucleares en términos de un campo "electromagnético" generalizado que, en términos geométricos, no es otra cosa sino la curvatura de una conexión definida en un haz principal adecuado. Las ecuaciones de Yang-Mills imponen restricciones sobre el tipo de conexiones que pueden aparecer como soluciones al problema. Específicamente, las ecuaciones de Yang-Mills dicen que la curvatura asociada a dicha conexión deberá de ser una 2-forma armónica. Desde entonces los matemáticos han explotado con gran éxito estas ideas a tal grado de poder definir invariantes topológicos y de la estructura diferenciable asociada a variedades de dimensión, todo esto a partir de información derivada de alguna de las teorías de norma conocidas. Cabe resaltar que al día de hoy esta es la única técnica exitosa para estudiar la topología de las 4-variedades lisas. En esta charla explicaremos el desarrollo histórico de estas ideas y, si el tiempo lo permite, comentaremos un poco sobre el estado actual del área.