

Ensayo 57: Un Nuevo Teorema de la Geometría y de la Relatividad General.

Traducción: Alex Hill (www.et3m.net)

Puede comprenderse el origen de este nuevo teorema si se considera la simple rotación, en el sentido de las agujas del reloj, de un vector en un plano XY. Resulta obvio que se ha rotado el vector a partir de ejes de coordenadas fijos. Si se piensa en lo obvio, surgen nuevos descubrimientos. Si se mantiene al vector sin cambios, y los ejes X e Y se rotan en dirección contraria a las agujas del reloj, se obtiene el mismo resultado global que antes. La rotación del vector, en el sentido de las agujas del reloj, con los ejes de coordenadas fijos, recibe el nombre de rotación activa, mientras que la rotación de los ejes de coordenadas en sentido contrario a las agujas del reloj, manteniendo fijo al vector, recibe el nombre de rotación pasiva. La rotación activa es equivalente a la rotación pasiva; es exactamente lo mismo. Esto se ha sabido durante siglos, y se incluye en casi todos los libros de texto.

Para iniciar nuestro tren de pensamiento, consideremos el significado de una rotación activa en términos geométricos. En la década de 1920, el gran matemático Elie Cartan desarrolló el tipo de geometría que se utiliza en la teoría ECE de la física unificada. En dicha geometría, pueden moverse tanto los vectores como los ejes de coordenadas, y pueden hacerlo en cualquier forma. El movimiento de los ejes de coordenadas se describe mediante el término “conexión”, y en la geometría de Cartan esto se expresa mediante la conexión de espín. Si los ejes de coordenadas están fijos no hay conexión de espín. En consecuencia, se describe una rotación activa mediante una geometría en la que la conexión de espín es igual a cero. La rotación pasiva es la rotación de los ejes de coordenadas mientras se mantiene fijo al vector. La idea de un vector fijo significa que su derivada desaparece. La derivada de una constante es igual a cero. De manera que la rotación de los ejes de coordenadas y un vector fijo queda completamente descrita a través de la conexión de espín.

La derivada se utiliza con tanta frecuencia en dinámica que también merece unos minutos de consideración. Por ejemplo, la velocidad lineal es la derivada en función del tiempo del vector posición, en tres dimensiones. El concepto de la derivada puede extenderse a cualquier número de dimensiones, n . Se denomina entonces la derivada *ene*. En cuatro dimensiones se le conoce como la *cuatro derivada* (*N. del T.: la cuatro derivada no debe confundirse con la cuarta derivada, que significa, en cambio, la cuarta operación sucesiva de derivación de una misma función*). El empleo de cuatro dimensiones adquirió una importancia fundamental con el advenimiento de la relatividad restringida. Las cuatro dimensiones fueron las del espaciotiempo, y el espacio dejó de ser independiente del tiempo. En las dimensiones del espaciotiempo se conoce a la cuatro derivada como la derivada ordinaria, y se expresa mediante los métodos matemáticos introducidos por Minkowski. El espaciotiempo de Minkowski es el espaciotiempo rectilíneo, el cual se describe mediante una geometría en la cual no hay conexión. De manera que el movimiento se expresa en este espaciotiempo rectilíneo a través de la cuatro derivada parcial de un vector, y un vector en el espaciotiempo de Minkowski se conoce como un cuatro vector. El movimiento en el espaciotiempo de Minkowski es el movimiento de un vector en un marco de referencia con cuatro ejes de coordenadas fijos.

A esta altura se descubre de pronto que este movimiento es equivalente al movimiento del marco de referencia con el vector fijo, y que CUALQUIER tipo de movimiento de un vector, en cualquier número de dimensiones, resulta equivalente al movimiento del marco de referencia, y que cualquier tipo de movimiento puede describirse a través de la conexión de espín, mientras se mantiene fijo al vector. La derivada del vector que incluye a la conexión de espín se conoce como la derivada covariante del vector. Ello significa que la derivada covariante conserva su formato tensorial aún bajo la transformación de coordenadas más general imaginable. La derivada ordinaria no retiene su formato tensorial en esta forma. La derivada covariante es la suma de dos términos: la derivada ordinaria y un término que representa la conexión de espín. La equivalencia entre una rotación activa y una pasiva significa que estos dos términos son iguales. Esto constituye un nuevo teorema de la geometría y la relatividad general, el cual es válido en cualquier espacio matemático y para cualquier número de dimensiones.

Una rotación de un vector en el plano XY constituye un ejemplo de la geometría de Cartan. La rotación activa del vector posición, con ejes fijos, se describe íntegramente por una derivada, por ejemplo una derivada temporal para obtener la velocidad lineal orbital. La rotación pasiva de los ejes, con un vector fijo, queda completamente descrita a través de las componentes de la conexión de espín. La dinámica nunca ha utilizado la rotación pasiva. Cuando se la considera, cualquier órbita en un plano puede describirse mediante componentes de la conexión de espín de Cartan. Esto significa que la teoría orbital se vuelve una teoría rigurosamente correcta de la relatividad general, que reemplaza la fracasada teoría de Einstein. En el sistema solar las órbitas en un plano de los planetas, así como todos los objetos que giran alrededor del Sol, pueden describirse en forma integral a través de la conexión de espín. En otras palabras, quedan descritas a través del movimiento de un marco de referencia, un concepto proveniente de la relatividad general. Las conexiones de espín pueden calcularse muy fácilmente para cualquier movimiento rotacional en un plano. Estos conceptos pueden extenderse a toda clase de órbitas observables en el campo de la astronomía, habiéndose forjado así una nueva cosmología. A partir de la conexión de espín conocemos las ecuaciones de torsión y de campo de la teoría ECE de la física unificada.

Es importante detenerse a pensar en lo que puede resultar obvio.