

Introducción

El genio consiste en un 1% de inspiración y un 99% de transpiración.

Tomás Edison

Que no cunda el pánico

Si a esta altura de la lectura los términos técnicos resultan un poco intimidantes, no permitamos que cunda el pánico.

Aún cuando éste no es un libro fundamental, la definición de todos los términos básicos pueden hallarse en el glosario y en los primeros cinco capítulos. Estos capítulos son un repaso de mecánica cuántica y relatividad.

Este es un libro acerca de ecuaciones. Sin embargo, se ha intentado describirlas de manera tal que el lector no tenga que hacer cálculos matemáticos, como así tampoco siquiera comprender el significado completo de las ecuaciones. El sólo proporcionar explicaciones verbales y dibujos, mientras que se ignora las ecuaciones, sería mentir por omisión y ocultaría la belleza más amplia que exhiben las ecuaciones. Sin embargo, el lector sin formación en física requiere de explicaciones verbales y mediante el uso de imágenes. Se han adoptado dos o tres enfoques para tratar cualquier tema donde ello me ha sido posible. Describimos los fenómenos con palabras, imágenes y matemáticas. La mayoría de los lectores se interesan más por los *conceptos* que por la matemática profunda; el autor de estas líneas es bien consciente de ello. De manera que..... una vez más, que no cunda el pánico si en un principio los términos técnicos resultan intimidantes. Una vez que hayan leído el libro hasta el final y releen esta introducción, sin duda dirán, "Oh, pero si eso resulta obvio", acerca de una gran cantidad de material que en un principio les habrá parecido confuso. Existe un glosario con explicaciones adicionales de términos técnicos, y en las referencias aparece un listado de páginas de Internet para aquellos deseosos de obtener explicaciones más básicas o más completas.

Conserven en su mente la afirmación de Edison respecto de que el genio se constituye en un 99% de mucho esfuerzo. Cuanto más dediquen a este tema, mas obtendrán del mismo.

Relatividad general y teoría cuántica

En física está bien reconocido el hecho de que las dos teorías físicas básicas, la relatividad general y la teoría cuántica, carecen ambas de descripciones completas de la realidad. Cada una de ellas es correcta y permite efectuar predicciones precisas cuando se limita a su propio campo. Ninguna explica interacciones entre la gravitación y el electromagnetismo (campos irradiados) como así tampoco la completa constitución interna de las partículas (campos de materia). Podría afirmarse que la teoría general de la relatividad y la teoría cuántica no son conmutativas.

La relatividad general ya ha demostrado que la gravitación consiste del espaciotiempo curvo, y ha demostrado que grandes colecciones de partículas pueden transformarse en agujeros negros - masas tan grandes que provocan que el espaciotiempo se curve hacia adentro de sí mismo, de tal manera que nada pueda abandonar la región¹.

La carga eléctrica y los campos magnéticos se unificaron dentro de la disciplina del electromagnetismo en el siglo XIX. La teoría cuántica ha explicado o predicho correctamente muchas características de las interacciones entre partículas. El modelo aceptado de las fuerzas en la física consiste primariamente en la teoría cuántica e indica que el electromagnetismo y la radioactividad pueden combinarse dentro de una teoría electrodébil única y que ambos devienen la misma cosa a altas energías. Sin embargo, la gravitación y la fuerza nuclear fuerte aún se mantienen desconectadas de la teoría. La teoría cuántica utiliza la teoría de la relatividad restringida, la cual sólo es una aproximación a los efectos relativistas; no puede describir ni determinar los efectos sobre reacciones provocados por efectos gravitatorios. La mecánica cuántica utiliza niveles discretos de energía en sus formulaciones. Todos los cambios se producen en pequeños saltos, y en puntos intermedios entre éstos no hay existencia alguna. Nos deja una impresión vaga y no demostrada de que el espaciotiempo mismo puede que se encuentre cuantificado - es decir, que el vacío está compuesto por pequeños puntos de algo, sin que exista nada entre los mismos.

La gravitación no está cuantizada. La teoría general de la relatividad de Einstein es una teoría "analógica". Contempla y opera en un espaciotiempo que es divisible hasta el último punto. Dado que los puntos equivalen a cero, no pueden

¹ Comentario del Traductor: Ni siquiera la luz que podrían emitir puede abandonar dicha región; de allí el nombre de "agujero negro" con el que se les ha bautizado.

existir y por ende algún mínimo tamaño debiera de existir. El cuanto de energía no está definido dentro del punto.

Así, la comprensión de nuestra existencia se encuentre incompleta. No sabemos qué es el espaciotiempo. No conocemos la composición básica de las partículas. Aún tenemos misterios que resolver. Durante la década de 1890, y nuevamente en la década de 1990, algunos físicos creyeron que ya estábamos al borde de conocer todo en la física. No lo crean. Dentro de miles de años, aún nos estaremos formulando nuevas preguntas y buscando respuestas.

La teoría del campo unificado es la combinación de la relatividad general y la teoría cuántica. Esperamos que logre contestar algunas de las preguntas actualmente sin respuesta.

Además de preguntas sin respuesta, nos enfrentamos actualmente a varios conceptos forzados y erróneos que han logrado escurrirse dentro de la física. Algunas explicaciones están equivocadas debido a intentos por explicar resultados experimentales sin contar con una comprensión básica correcta. Entre éstos se encuentra el efecto Aharonov-Bohm (Capítulo 13) y quizás la descripción de la partícula mediante el quark. También tenemos fenómenos de “enredo”² y efectos aparentemente no locales que no se comprenden adecuadamente.

Por ejemplo, el origen de la carga eléctrica se explica a través del modelo aceptado de la física, mediante una asimetría en el espaciotiempo de Minkowski. Requiere de la presencia de un campo escalar con dos componentes complejas. Estas indicarían componentes positivo y negativo. Sin embargo, la existencia de dos tipos de carga, positiva y negativa, se utiliza para concluir que el campo escalar debe de ser complejo. Esto no es otra cosa que razonamiento en círculos (y que se encuentra al borde de un galimatías; queremos explicar las cosas y algunas veces forzamos dicha explicación).

Existen cuatro campos en la física - la gravitación, el electromagnetismo, el campo nuclear fuerte (partícula) y el campo nuclear débil (radioactividad). Sin embargo, sólo el campo gravitacional resulta covariante generalizado - es decir, que es objetivamente el mismo cualquiera que sea el sistema de coordenadas del observador (marco de referencia) debido a campos gravitacionales o diferentes velocidades. Los otros tres campos existen dentro de campos gravitacionales, pero ni la relatividad general ni la teoría cuántica pueden describir sus interacciones debido a la gravitación.

Las ecuaciones de Evans muestran en qué forma la relatividad general y la teoría cuántica, hasta entonces áreas separadas de la física, pueden ambas obtenerse a partir del postulado de Einstein de la relatividad general. En las primeras décadas del siglo XX, se desarrollaron estas dos teorías y ello resultó en una comprensión totalmente nueva de la física.

² Nota del Traductor: “entanglement” en idioma inglés.

La relatividad se refiere a la naturaleza geométrica del espaciotiempo y de la gravitación³. En el pasado, se aplicaba más a procesos en gran escala, como agujeros negros. La teoría cuántica se refiere principalmente a la naturaleza de partículas subatómicas individuales, la energía, y el vacío. Se ha aplicado con mucho éxito a nivel de escala atómica y subatómica.

La teoría de campo unificado de Einstein-Cartan-Evans

La combinación de la relatividad general y la teoría cuántica dentro de una teoría unificada fue el sueño y la meta de Einstein durante los últimos 30 años de su vida⁴. Varios otros físicos también han trabajado en el desarrollo de teorías de campo unificado. Un esfuerzo semejante ha sido la teoría de cuerdas. Aún cuando esta última teoría ha permitido el desarrollo de excelentes estudios matemáticos, ésta no ha sido capaz de trascender las matemáticas y no tiene sentido físico; no efectúa predicciones y permanece sin demostración experimental.

La teoría de campo unificado es entonces la combinación de la relatividad general y la teoría cuántica dentro de una teoría que describe a las dos utilizando en ambos casos las mismas ecuaciones fundamentales. Debe de ser posible explicar con ella los efectos mutuos de los cuatro campos, así como calcular dichos efectos.

El profesor Myron Wyn Evans ha logrado esto utilizando como fundamento la teoría general de la relatividad de Einstein, la geometría diferencial de Cartan para definir el espaciotiempo, y su propia ecuación de onda para describir tanto la relatividad como la mecánica cuántica. Evans logra derivar la electrodinámica a partir de la geometría. Se reafirma así la naturaleza geométrica del espaciotiempo y de la gravitación. Resulta interesante notar que, si bien Evans comienza con la relatividad general, la mayoría de sus trabajos la aplican a la teoría electromagnética y a procesos que, tradicionalmente, han sido temas estudiados a través de la teoría cuántica. Esto resulta completamente explicable dada la necesidad de unificar temas. La fuerza de la teoría del campo unificado es exactamente esa - la unificación de conceptos.

³ Einstein desarrolló la relatividad a partir de ideas extraídas de Lorentz, Mach y Riemann. Minkowski contribuyó a la teoría poco después de la primera publicación de Einstein sobre este tema.

⁴ Véase, por ejemplo, Unified Field Theory based on Riemannian Metrics and Distant Parallelism, Albert Einstein, *Mathematische Annalen* 102 (1930) pp 685-697. Traducción al idioma inglés por parte de A. Unzicker en www.alexander-unzicker.de/einst.html. El término "paralelismo distante" se refiere a la tétrada de Cartan.

Los resultados de Evans

El profesor Myron Wyn Evans ha escrito o compilado alrededor de 700 documentos técnicos y libros, principalmente en fisicoquímica y en últimas fechas en la unificación de la física relativista con la cuántica. Ha trabajado en varias universidades en los Estados Unidos y ahora reside en Gales, en su hogar ancestral. Los cinco volúmenes de su serie titulada *The Enigmatic Photon* (El fotón enigmático), así como su investigación en el campo $B^{(3)}$ y en la electrodinámica $O(3)$ han demostrado ser contribuciones fundamentales en la física.

Al momento de escribir estas líneas, Evans ha escrito 46 documentos⁵ en los que discute diversos aspectos de la teoría del campo unificado. Pueden resumirse brevemente:

- 1) La teoría del campo unificado es, en primer lugar, una teoría de la relatividad general. La naturaleza del espaciotiempo se redefine nuevamente en la misma forma en que Einstein la reestableció en dos ocasiones. El cambio es sencillo y las matemáticas fueron correctamente establecidas por Cartan y utilizadas en parte por Einstein.
- 2) La teoría cuántica emerge de, y es parte de, la relatividad general; juntas tienen la capacidad de explicar más acerca de la realidad básica que cualquiera de ellas en forma individual. Por ejemplo, un mínimo volumen de una partícula siempre existe y puede calcularse a partir de constantes básicas. Esto implica que los agujeros negros no son singularidades (puntos cero); ello significa que el universo tuvo un volumen mínimo y la Gran Explosión (Big Bang) probablemente haya sido una nueva expansión de un universo previo.
- 3) La teoría del campo unificado permite el estudio de la influencia mutua entre la gravitación, el electromagnetismo, la fuerza atómica fuerte y la fuerza radioactiva débil. Pueden resolverse las ecuaciones para una gran variedad de campos gravitacionales.
- 4) Todas las ecuaciones de la física pueden derivarse a partir de la teoría del campo unificado. Se requiere cierta reinterpretación de algunas de ellas en el caso de la teoría cuántica.
- 5) El principio de incertidumbre de Heisenberg se rechaza en favor de una mecánica cuántica causal. En la teoría del campo unificado existen explicaciones para nuevos experimentos que demuestran que Heisenberg y la Escuela

⁵ Comentario del Traductor: Al momento de iniciar esta traducción (abril, 2008) el Profesor Myron Evans llevaba escritos un total de 109 documentos sobre la teoría del campo unificado.

Probabilística de Copenhague estaban equivocados. En esto Einstein estaba en lo correcto al afirmar que la física cuántica estaba incompleta. Se rechaza el mecanismo de Higgs como una complicación innecesaria. Se cuestiona la existencia de los quarks si se les considera como algo más que estados de curvatura temporal o simples construcciones matemáticas auxiliares.

6) En la relatividad general se encuentran los orígenes de varios fenómenos. Entre ellos están las leyes de fase de la óptica, los orígenes del electromagnetismo y el campo de espín $B^{(3)}$ de Evans, así como la equivalencia entre el número de onda y la curvatura.

Explicaremos el significado de algunos de estos conceptos a medida que avancemos en este libro. No hay mucha gente que haya oído acerca de algunos de ellos (como por ejemplo, el efecto AB, el campo $B^{(3)}$) los cuales se encuentran en áreas poco frecuentadas de la electrodinámica.

Con frecuencia el profesor Evans otorga amplio crédito a los miembros del Alpha Institute for Advanced Study⁶ (A.I.A.S.). Los miembros de este grupo han formulado sugerencias, le han impulsado y respaldado, han actuado como caja de resonancia, así como criticado y hasta revisado la tipografía de sus escritos. En particular, el profesor emérito John B. Hart⁷, de la Xavier University, ha apoyado fuertemente el desarrollo del campo unificado y en AIAS se le considera como "el Padre de la Casa". Varios miembros de AIAS han ayudado al proporcionar en algunos casos recursos económicos y en otros casos mucho de su tiempo. Entre ellos pueden mencionarse a la Ted Annis Foundation, Craddock, Inc., Franklin Amador y David Feustel.

Sin embargo, esta teoría es exclusivamente el resultado del gran esfuerzo llevado a cabo por Myron Evans

La Naturaleza del Espaciotiempo

El punto de partida de la teoría del campo unificado se ubica en la naturaleza del espaciotiempo, de la misma manera en que resultó esencial para las otras tres principales teorías de la física.

La métrica del espaciotiempo constituye la clave en cada una de las teorías aceptadas de la física en sus respectivos períodos históricos: newtoniano clásico, las dos teorías de Einstein - relatividad restringida y relatividad general, y la de Evans (geometría diferencial de Cartan) son las cuatro aquí consideradas. La teoría cuántica utiliza el espaciotiempo de la teoría de la relatividad restringida.

⁶Nota del Traductor: Instituto Alfa de Estudios Avanzados.

⁷C. del T.: El Profesor John B. Hart falleció, a una avanzada edad, el 25 de enero de 2007.

Véanse las Figuras I-1 y I-2 para una explicación de los diferentes tipos de espaciotiempo considerados.

Una métrica constituye un mapa formal que nos conduce desde un punto a otro en un determinado espaciotiempo. El espacio de Newton era en extremo sencillo; se trataba de un espacio de tres dimensiones en el que se movía la materia y en el que uno podía medir distancias. Nuestra idea cotidiana del espaciotiempo se parece mucho a la de Newton, y a menos de que uno esté trabajando en lo muy grande o lo muy pequeño, o a muy altas velocidades, nos brinda el resultado adecuado. Se trata de un concepto tridimensional y el tiempo se ubica fuera de su definición. En la física de Newton, la velocidad del electromagnetismo y de la gravitación se suponía como instantánea.

La métrica relativista restringida de Einstein se denomina el espaciotiempo de Minkowski. Es plano y carece de curvatura gravitacional, aún cuando lleva definida una distancia en cuatro dimensiones. Constituye una combinación del espacio y el tiempo en un espaciotiempo inseparable de cuatro dimensiones. Además, este espaciotiempo puede comprimirse debido a la velocidad. La distinción entre el espaciotiempo y la materia que contiene comienza a volverse borrosa. Trataremos este punto con cierto detalle en el Capítulo 2.

La métrica relativista general de Einstein es la de la geometría de Riemann. El espaciotiempo posee cuatro dimensiones y la gravitación es una geometría con curvatura. La relatividad restringida puede derivarse a partir de la relatividad general cuando no existe curvatura. El tiempo puede tratarse como una cuarta dimensión espacial. El desarrollo de la relatividad general indicó que el espaciotiempo constituye una “variedad”⁸ analítico-matemática completamente diferenciable. Es decir, se trataba de una existencia activa y real que poseía puntos que se conectaban suavemente entre sí. La descripción física comienza a volverse matemática. No tenemos la experiencia necesaria ni los conceptos mecánicos como para describir el espaciotiempo en otra forma que no sea la matemática. Uno puede que escuche a algunos físicos afirmar que la física es matemática o que la relatividad general es geometría. Sin duda estas afirmaciones contienen cierto grado de veracidad, y deberá ser ésta la forma en la que pensamos hasta que nuestras habilidades ingenieriles nos permitan observar al vacío directamente. La teoría cuántica utiliza el modelo del espaciotiempo de la relatividad restringida. No posee la capacidad para describir procesos que suceden en diferentes campos gravitacionales, ni para calcular los efectos gravitacionales muy cerca de una partícula. Sí posee la capacidad para efectuar predicciones muy precisas de procesos eléctricos y nucleares en el espaciotiempo plano. Newton utilizó geometría euclidiana normal, plana y de tres dimensiones. La métrica consistía simplemente en la distancia entre los puntos. La relatividad restringida utilizó una geometría plana de cuatro dimensiones. El tiempo estaba incluido en la métrica.

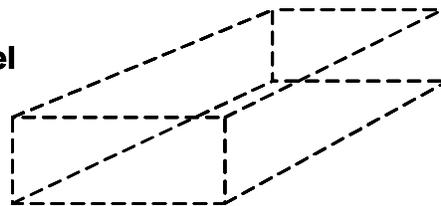
⁸ N. del T.: “manifold” en idioma inglés.

La relatividad general utilizó la geometría curva de cuatro dimensiones desarrollada por Riemann. Poseía cuatro distancias dimensionales aún cuando, específicamente, no contemplaba la posibilidad de que la métrica girase. El espaciotiempo de Evans utiliza la geometría diferencial de Cartan. Se trata de una geometría diferencial que contiene a la geometría de Riemann y algo más. Con el objeto de unificar la relatividad general y la mecánica cuántica, en particular el electromagnetismo, el espaciotiempo debe de poder curvarse y torcerse. El espaciotiempo de Riemann utilizado por Einstein posee curvatura pero establece expresamente un valor de espín igual a cero. Einstein y otros seleccionaron este espaciotiempo y colocaron ecuaciones (tensores) encima del mismo para describir el espín. Este enfoque no ha resultado, y Evans simplemente utiliza un espaciotiempo que posee curvatura, R , y espín, denominado más formalmente como torsión, T^a . Otros físicos teóricos también han intentado utilizar la geometría de Cartan, de manera que este enfoque no es novedoso. Sin embargo, Evans desarrolló una ecuación de onda que resuelve el problema.

Figura I-1 Espaciotiempo

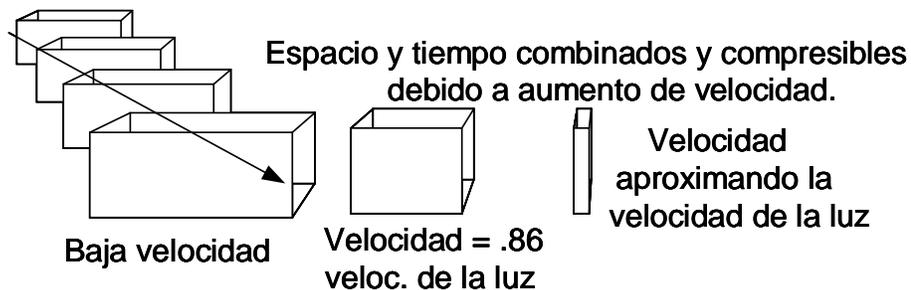
Espacio plano de Newton con el tiempo independiente.

Geometría Euclidiana

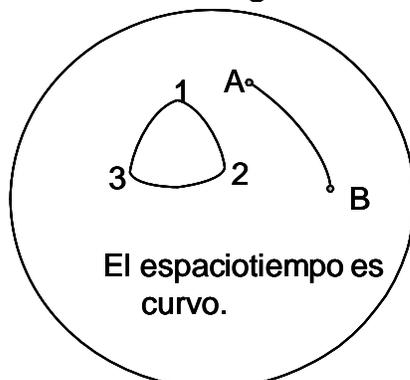


Espaciotiempo de Einstein-Minkowski para relatividad restringida.

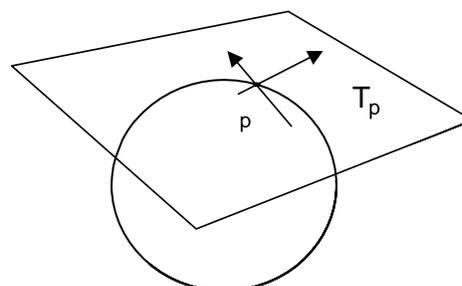
Geometría plana no-euclidiana con 4 distancias dimensionales invariantes.



Relatividad general con distancias curvas, pero sin torsión.



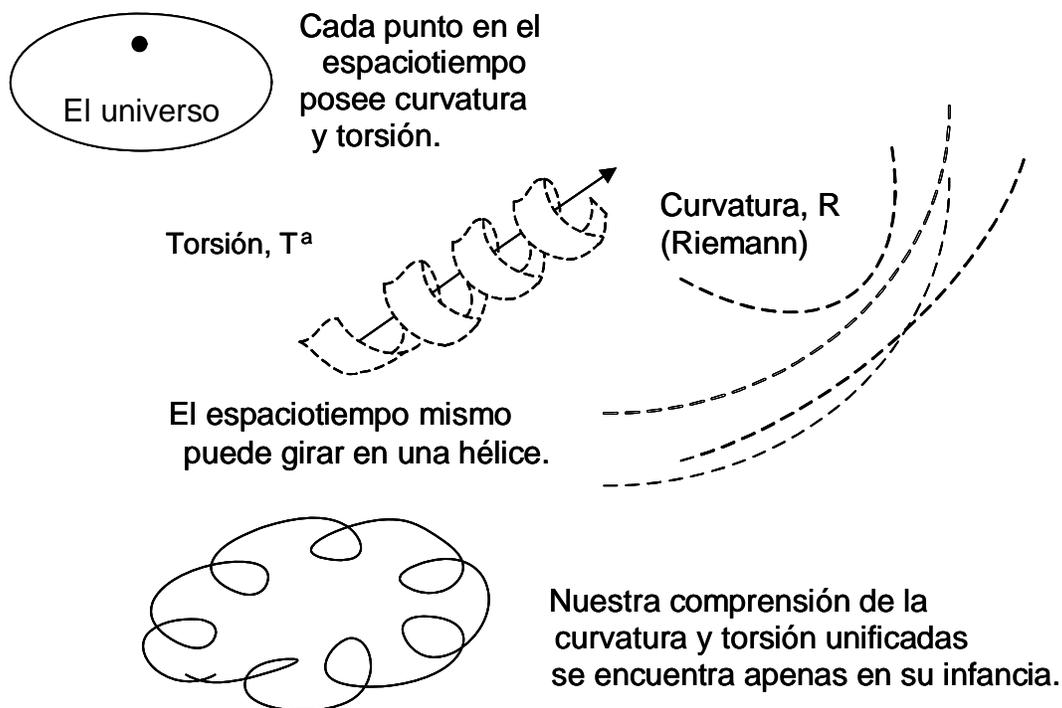
En todo punto p en el espacio, existe un espacio tangencial, T



Geometría curva de Riemann de 4 dimensiones.

Figura I-2

Espaciotiempo de Evans



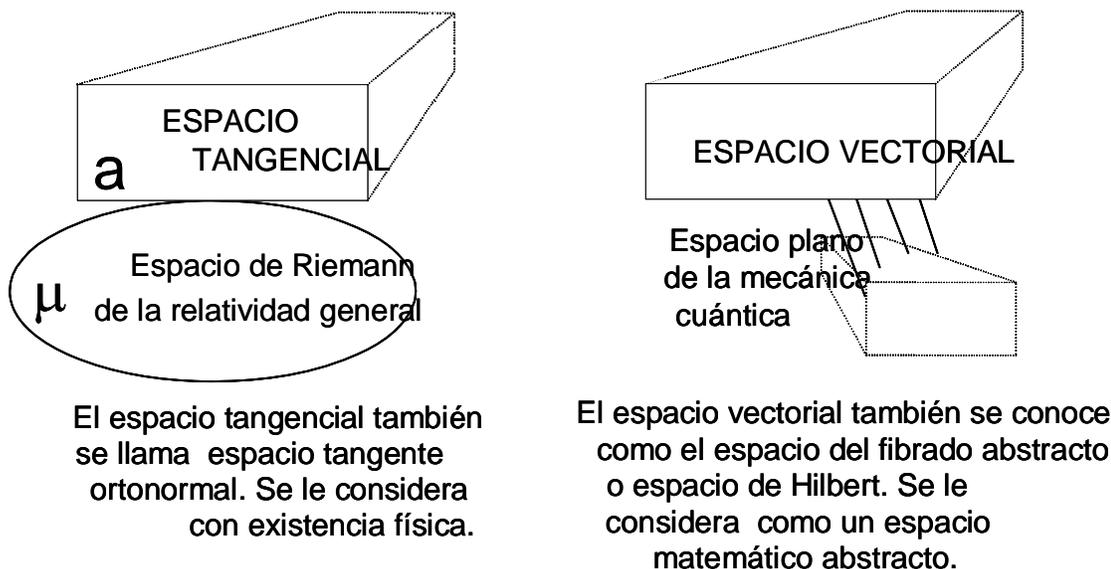
Para llevar a cabo cálculos en un espaciotiempo curvilíneo, los físicos deben utilizar espacios vectoriales. Si bien los cálculos pueden ser complicados, la idea subyacente es muy sencilla. En cada punto de un espaciotiempo hay "cajas" matemáticas que pueden utilizarse para almacenar información⁹. En relatividad general, la caja se denomina "espacio tangencial". En teoría cuántica, la caja lleva por nombre "el espacio vectorial".

Los relativistas generales consideran como real al espacio tangencial. Es decir que se trata de un espacio geométrico y que la información que posee tiene una sólida conexión con la realidad. Uno observa las cifras que definen la masa, la velocidad, etc. en un grado. Y puede trasladarlas hasta otro punto. Los físicos consideran al espacio vectorial como un ente imaginario. O sea que se trata de un puro espacio matemático abstracto para la realización de cálculos. Uno entra al mismo, efectúa sumas y divisiones, y sale del mismo con los resultados. La mayoría de los vectores y las respuestas constituyen un misterio. En la mayoría de los casos, se desconoce el motivo por el cual funciona. Experimentos realizados

⁹ Estas se parecen mucho a las cuentas de un fideicomiso.

por tanteos demuestran que los resultados simplemente son correctos. Las ideas tras el espacio tangencial y el espacio vectorial se muestran en la Figura I-3.

Figura I-3 Espacio Geométrico Tangencial y Fibrado Abstracto^(*)



(*) N. del T.: En inglés, Abstract Fiber Bundle

¿Pero, en qué consiste el espaciotiempo? Una descripción clásica sería como una definición de una experiencia cotidiana. El lector percibe al espaciotiempo como distancias entre objetos y el paso del tiempo. Esta descripción dista mucho de ser la peor. El físico se ve obligado a considerar las cosas con más detalle, debido a que desea efectuar cálculos, explicar experimentos y predecir los resultados de nuevos experimentos.

El espaciotiempo posee cuatro dimensiones. Es curvo - no existen las líneas rectas, ya que la gravedad está presente en todos los puntos del universo. Puede retorcerse - este es el nuevo concepto que agrega el empleo de la geometría de Cartan en el espaciotiempo de Evans. Posee distancias entre un punto y otro punto dentro del mismo, donde puede suceder una amplia variedad de acciones.

"El vacío" es un concepto relacionado con el anterior. En mecánica cuántica, el vacío se refiere al espacio casi completamente vacío que rodea a las partículas. El espaciotiempo de Minkowski es una construcción matemática y Evans lo define como el vacío. También utilizamos el término vacío (sin el "el" por

delante) para describir el espacio de muy baja densidad que existe entre los planetas y los soles.

El empleo de las matemáticas para definir el espaciotiempo de nuestro universo cotidiano para fines de cálculos, nos conduce a definir al espaciotiempo mismo como dichas matemáticas. (Uno de estos podría ser una gallina o un huevo). Einstein claramente afirmó que la física es geometría. Evans afirma lo mismo. Podemos apreciar la lógica en esta idea. Al carecer de toda definición concreta del espaciotiempo, utilizamos aquella que resulte la más adecuada - la geometría. Debemos aceptar en forma tentativa que el espaciotiempo es geometría hasta que llegue el día en que alguien tenga un concepto subyacente más convincente.

La teoría del campo unificado nuevamente requiere de una revisión del concepto existente de espaciotiempo, tal como Einstein lo revisó en dos ocasiones. Einstein agregó una dimensión para su teoría de la relatividad restringida, luego agregó la curvatura para la relatividad general. Evans agrega el concepto de espín - torsión para la teoría del campo unificado. Veremos la forma en la que Evans devela cómo las fuerzas se relacionan con el espaciotiempo. Esto se inicia con la muy pequeña escala de la partícula y el vacío, y puede ir creciendo hasta alcanzar la escala de los agujeros negros y las galaxias.

Las cuatro fuerzas

La física reconoce la existencia de cuatro fuerzas descritas en la Figura I-4.

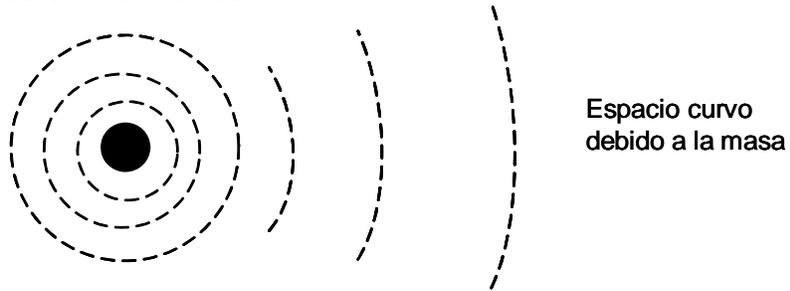
La gravitación es el espaciotiempo geométrico curvilíneo. Toda fórmula o teoría retiene su forma bajo transformaciones de coordenadas en la relatividad general. En presencia de un cambio en la aceleración o en un campo gravitatorio, los objetos ubicados dentro de un marco de referencia cambian también de una manera lineal, predecible y organizada. Dentro del marco, todos los objetos retienen sus relaciones con los demás objetos. Desde el punto de vista de un observador externo, puede que las cosas se compriman o retuerzan, pero los cambios se consideran como organizados y puede incluso ser movidos hacia otro marco de referencia de una manera organizada, y luego ser movidos de regreso a su forma original.

El principio de la relatividad general de Einstein establece que toda teoría de la física debiera de ser covariante en forma generalizada. Una teoría del campo unificado también debiera de ser covariante en forma generalizada. En la actualidad, sólo se describe a la gravitación mediante una ecuación de campo

covariante generalizada - la ecuación de campo de Einstein para la gravitación. Esta ecuación se escribe utilizando la forma de geometría tensorial.

Figura I-4 Las Cuatro Fuerzas

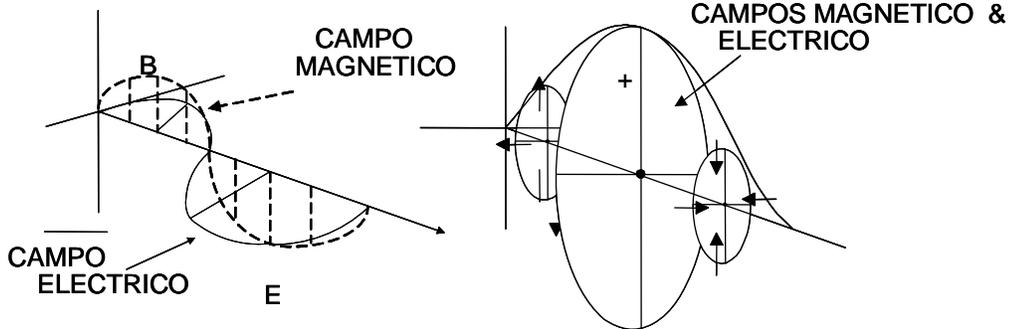
Gravitación



Espacio curvo debido a la masa

Electromagnetismo

Campos Magnético (B) y Eléctrico (E)

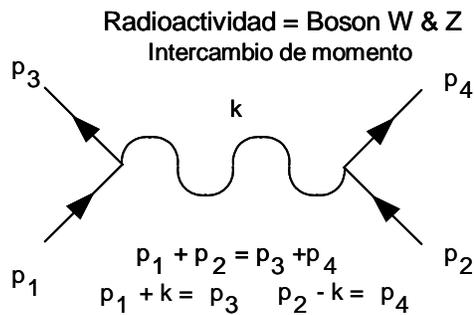


Fuerza nuclear fuerte



Descrito actualmente mediante gluones, quarks y piones.

Fuerza nuclear débil



k es el boson W ó Z
p indica el momento de las partículas.

El electromagnetismo se ha considerado históricamente como una fuerza sobre impuesta al espaciotiempo. Consiste en cierta energía que gira, pero para los demás aspectos no existe mucha claridad. La parte "electro" se refiere a carga eléctrica - electrones y protones y sus antipartículas.

La carga eléctrica polariza el espaciotiempo en regiones que consideramos como positiva y negativa. La parte "magnética" puede considerarse como un campo, o líneas de fuerza invisibles que se esparcen y afectan partículas y otros campos. La carga eléctrica y el magnetismo se combinan en el campo electromagnético. Esta fue la primera unificación, realizada en el siglo XIX, y descrita a través de las ecuaciones de Maxwell.

La fuerza nuclear débil se observa en el fenómeno de radioactividad. Sus mediadores son los bosones W y Z. La fuerza nuclear débil mantiene unido al solitario neutrón durante alrededor de 10 minutos antes de que éste cambie y se transforme en un electrón, un protón y un anti-neutrino. Se ha demostrado que la fuerza nuclear débil y el electromagnetismo son la misma cosa a elevadas energías - esto las unifica dentro de la fuerza electro-débil. La gravitación y la fuerza nuclear fuerte permanecen sin conexión con la fuerza electro-débil.

La fuerza nuclear fuerte mantiene unidos a los átomos. Se ha descrito matemáticamente mediante el empleo de tres "quarks", los cuales nunca se han observado físicamente pero han sido inferidos a partir de datos estadísticos de dispersión de partículas. Los "gluones" mantienen unidos a los quarks. Aún cuando la descripción de la relación quark-gluon se transmite habitualmente como palabra santa, la descripción conceptual permanece aun incompleta.

Las partículas

Existen partículas estables y de larga vida que se reconocen como los bloques básicos de construcción del universo. Existen también "partículas" fugaces que existen en las colisiones dentro de los aceleradores de partículas y que poseen una vida muy corta. Aún no se ha encontrado una forma más organizada de clasificar las partículas.

Las interrelaciones entre los tipos de existencia no se comprenden cabalmente. El electrón pesa $1/1826$ parte de un protón, pero posee exactamente la misma carga eléctrica¹⁰. El neutrón se descompone y transforma en un electrón, un protón y un anti-neutrino luego de 10 minutos si se le mantiene separado de un átomo. Un protón puede chocar contra un átomo y provocar que el electrón que

¹⁰ C. del T.: Aunque de signo contrario.

rodea al protón se aleje un poco del mismo - lo cual brinda al electrón una componente espacial.

Nos referiremos a los rompecabezas de las partículas durante el transcurso de este libro, y regresaremos a los mismos en el último capítulo del mismo.

Lo que veremos

Los primeros cinco capítulos contienen material introductorio de repaso sobre relatividad, mecánica cuántica y sobre ecuaciones que conciernen a ambas. Los siguientes tres capítulos introducen las ecuaciones de Evans. Los siguientes seis capítulos tratan sobre implicaciones de las ecuaciones del campo unificado. Finalmente, el último capítulo contiene un repaso, con ciertos tintes especulativos, acerca de futuras ramificaciones. Evans ha publicado extensamente sobre temas de electromagnetismo que no van a ser abordados en este libro¹¹. El tema global es demasiado amplio como para cubrirlo todo con un solo libro.

Desde un punto de vista matemático, existen dos maneras para describir la relatividad general y la geometría diferencial. La primera es en forma abstracta - por ejemplo, "el espacio es curvo". Esto se parece mucho a un lenguaje verbal, si uno aprende el significado de los términos - por ejemplo, R significa curvatura. Una vez desmitificada hasta cierto punto, la matemática se vuelve comprensible. La segunda manera es mediante coordenadas. Esta manera es muy complicada, requiriendo la ejecución de cálculos muy detallados para sólo determinar cuánta curvatura existe en el espaciotiempo. En general, no resulta necesario establecer con precisión cuál es la curvatura cerca de un agujero negro; baste con decir que la curvatura es muy grande.

Todos los errores que contenga este libro son la exclusiva responsabilidad de este autor. El profesor Evans ayudó a guiar su desarrollo y permitió libre acceso y empleo de sus escritos, pero no ha corregido el contenido del libro.

Laurence G. Felker, Reno, Nevada

¹¹ Mientras se estaba elaborando este libro, resultaba difícil mantenerse al corriente de los acontecimientos. Por ejemplo, se ha publicado la explicación del funcionamiento del generador homopolar de Faraday – el cual ha constituido un verdadero misterio durante los últimos 130 años.