# PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA TEORÍA ECE

## UN NUEVO PARADIGMA DE LA FÍSICA

Myron W. Evans, Horst Eckardt, Douglas W. Lindstrom, Stephen J. Crothers

Traducción: Alex Hill

Junio de 2016.

# Capítulo 6

# Antisimetría.

## 6.1 Introducción.

El concepto de antisimetría permea toda la teoría ECE, y se manifiesta en varias formas importantes. La teoría se basa en formas diferenciales que son antisimétricas [1]- [10] por definición, en especial la forma de torsión. Ésta consiste en una 2-forma con valor vectorial de la geometría diferencial, que en otro lenguaje es un tensor antisimétrico con un índice superior $a$, que indica el hecho de que el electromagnetismo en la teoría ECE posee una geometría fundamentalmente diferente, la cual es más compleja que aquella utilizada en la teoría de Maxwell Heaviside. Tal como se explica en el Capítulo 1 de este libro, la primera y segunda ecuaciones estructurales de Cartan Maurer definen la forma de torsión antisimetría y la forma de curvatura antisimétrica, una 2-forma con valor tensorial de la geometría diferencial. En cierta forma, toda la teoría ECE es antisimetría, a partir de las bases de la geometría.

El logro de fundamental importancia de la geometría de Cartan es su capacidad de reducir todo a dos objetos fundamentales, la torsión y la curvatura, las cuales se definen en términos de la tétrada y de la conexión de espín de una manera muy sencilla. La gran elegancia de la geometría de Cartan es que es capaz de reducir complicadas ecuaciones vectoriales y tensoriales a sencillas ecuaciones de formas. Sin embargo, esta elegancia matemática sólo puede lograrse a costa de una mayor abstracción, como suele ser el caso en las matemáticas. Sea cual fuere el grado de abstracción de una teoría matemática, siempre deberá poder reducirse a matemáticas conocidas, aunque menos elegantes. Si no lo hace, o si no resulta general, es porque ya sea que posee inconsistencias o resulta efectivamente inútil en la filosofía natural. El formato vectorial, menos elegante, de las ecuaciones estructurales de Cartan, ha demostrado en la práctica ser de gran utilidad en los capítulos anteriores, pero las ecuaciones estructurales muestran que todo es antisimétrico.

La razón de esto es que las ecuaciones estructurales, cuando se traducen a un lenguaje tensorial, se definen a través del conmutador de derivadas covariantes. Es importante notar que las ecuaciones estructurales son precisamente las mismas definiciones fundamentales de la geometría en todas las notaciones: forma diferencial, tensorial y vectorial. Como ya se ha explicado en este libro, el conmutador es antisimetría por definición. Se describe superficialmente como un viaje redondo en un espacio matemático de cualquier número de dimensiones. Este viaje redondo, o viaje de regreso, define las dos ecuaciones estructurales de Cartan y Maurer de una manera elegante, y muestra que las dos ecuaciones estructurales no son independientes, sino que están siempre ligadas a través del conmutador. Esta propiedad fundamental de las matemáticas puede considerarse, a través de una escritura sencilla, como una razón para la existencia de la identidad de Cartan y la identidad de Evans de la geometría diferencial. De manera que el conmutador constituye el objeto más fundamental en la geometría. Era desconocido para los pioneros como Riemann, Christoffel, Ricci, Levi-Civita y Bianchi, ya que de lo contrario ellos hubieran inferido la existencia de la torsión, (lo cual, obviamente, no hicieron), y se hubiesen dado cuenta que la conexión de Christoffel es antisimetría, a partir de los razonamientos matemáticos más fundamentales. Este descubrimiento constituye la clave para las leyes de antisimetría de la teoría ECE desarrolladas en este capítulo. Ellas son leyes poderosas que refutan inmediatamente la teoría de Maxwell Heaviside (MH), al demostrar que la teoría MH carece de información, es insuficiente e inconsistente. Esto constituye un avance fundamental en el electromagnetismo, el cual se llevó a cabo en el documento UFT 130, publicado en el portal www.aias.us . No resulta claro si Cartan y Maurer infirieron la existencia del conmutador. Puede que esté presente en su trabajo, pero no resulta claro. El conmutador está presente, sin embargo, en el álgebra de Lie, y aquí constituye un concepto fundamental. Para los químicos, su manifestación más conocida es el conmutador de las matrices de Pauli, el cual da origen a otra matriz de Pauli, definiendo así la base $SU^{(2)}$ utilizada por Dirac.

El célebre papel de Albert Einstein en todo esto fue su propuesta respecto de la necesidad de contar con una geometría no euclidiana para la teoría de la gravitación. En un documento publicado a fines de 1915, finalmente decidió utilizar la segunda identidad de Bianchi, que él ya conocía. Naturalmente, ésta era la segunda identidad de Bianchi sin torsión, ya que la torsión era desconocida en 1915. El documento UFT 88, publicado hace aproximadamente seis o siete años, ha sido una gran influencia en la demostración de que la segunda identidad de Bianchi, tal como la utilizó Einstein, es incorrecta, de manera que la era einsteiniana ha llegado a su fin y actualmente estamos entrando en la era post einsteiniana de pensamiento. Uno no puede cometer un error mayúsculo en matemáticas, no importa cuán bien intencionado sea, y esperar salirse con la suya durante un siglo a menos que, por supuesto, una sea Einstein, que no podía estar equivocado. Esto constituye una conducta muy típica y conocida de la naturaleza humana, tan diferente de la naturaleza, y la naturaleza humana casi siempre está equivocada. De manera que la gente sigue ocupada en demostrar la precisión de la teoría de Einstein, aún sabiendo que la misma se derrumbó por completo hace casi 60 años, cuando se descubrió experimentalmente la curva de velocidad de una galaxia en espiral. Son dogmáticos porque ignoran a la naturaleza, no son científicos baconianos.

Según los hechos históricos, que siempre suelen ser ignorados por los dogmáticos, Einstein de hecho no se salió con la suya, pues fue severamente criticado por Schwarzschild en diciembre de 1915, en una carta que hoy día puede buscarse y consultarse a través del buscador de Google, y publicada allí por A. A. Vankov, como ya se ha mencionado en este libro. Vankov también ha señalado varios otros errores en el documento de Einstein de 1915, pero el documento UFT 88 destruyó dicha teoría por completo y la sustituyó con la versión correcta de la segunda identidad de Bianchi. El documento UFT88 ha sido estudiado varios miles de veces, durante los últimos seis años, sin que se presenten objeciones serias. De manera que uno ya no desearía ser un dogmático. Si Bianchi hubiese tenido a su disposición el concepto del conmutador, hubiera sin duda inferido la existencia de la torsión, ya que se trataba de un matemático con una mente muy clara. Todos los detalles de este cálculo se incluyen en el documento UFT 99, nuevamente un documento muy estudiado, y nuevamente sin objeciones mayores. Luego de la desafortunada muerte de Schwarzschild en 1916, se decretó barra libre, pues el principal crítico había desaparecido. Sin embargo, Bauer y Schroedinger notaron, en forma independiente, en 1918, que había algo drásticamente equivocado en la ecuación de campo de Einstein. Fueron barridos a un lado por la naturaleza humana, y se dijo al mundo que Eddington había demostrado la relatividad general. El mundo no sabía acerca de la torsión, de hecho no sabía nada acerca de la relatividad general. Eddington no poseía, ni por asomo, la precisión instrumental necesaria para demostrar cualquier cosa. Casi un siglo después, hay gente aún tratando de demostrar que la desviación de la luz es igual al doble del valor newtoniano, y sus experimentos siguen siendo criticados. Los críticos siguen siendo barridos a un lado. Este cántico referido al doble del valor newtoniano es reminiscente del libro de Golding "*Lord of the Flies*" (El Señor de las Moscas). Es un ritual como cualquier otro. Los datos pueden o no ser precisos, pero no demuestran la corrección de un error matemático fundamental. Sin embargo, pueden investigarse a través de la teoría ECE post einsteiniana, y así buscarles algún sentido. Esto es ciencia baconiana.

Cartan infirió su elegante geometría a principios de la década de 1920, en medio de la era dorada de la física, durante la cual los descubrimientos más profundos se habían vuelto cotidianos. Lo único que se sabía acerca de la geometría en esa época, cuando Einstein alcanzó de pronto el pináculo de la fama, era que la curvatura es antisimétrica en sus dos últimos índices. Para el público en general, esto no significaba absolutamente nada, pero el mismo público en general consideraba a Einstein como el Ídolo de la Caverna. Esto último constituye una metáfora, sin desmedro para Einstein, quien debería haberse sentido intensamente irritado por su brusca ascensión a la fama, especialmente mientras se veía asediado por una abeja, Elie Cartan, quien era la más irritante de todas las moscas. Cartan había escrito a Einstein, bajo los términos más respetuosos, señalando que la geometría de Einstein era en realidad sólo la mitad de la misma. Contenía a la curvatura pero no a la torsión, dos ruedas del mismo carro, el cual comenzaba a mostrar signos de hundimiento. Esto provocó un profuso intercambio de correspondencia, conocido sólo por un pequeño grupo de académicos. Siempre mostró gran cortesía, y que volvió a Einstein completamente consciente de la existencia de la torsión pero sin que la misma estuviese incorporada en la teoría de la relatividad general.

No tiene mucho propósito profundizar en los detalles incluidos en esta correspondencia, porque se llevó a cabo en una época en la que la acción del conmutador sobre un vector no resultaba completamente claro. La ecuación contemporánea relevante se incluyó en el Capítulo 1 y se menciona aquí nuevamente por facilidad de referencia:

$$[D_\mu, D_\nu]\, V^\rho = R^\rho{}_{\mu\nu\sigma} V^\sigma - T^\lambda{}_{\mu\nu}\, D_\lambda V^\rho \tag{6.1}$$

Aquí, $T^\lambda{}_{\mu\nu}$ es la torsión en formato tensorial [1]- [10] y $R^\rho{}_{\mu\nu\sigma}$ es la curvatura en formato tensorial. Esta ecuación constituye la esencia de la antisimetría en la teoría ECE. El conmutador actúa sobre un vector $V^\rho$ de cualquier dimensión y en cualquier espacio matemático. Está formado de las derivadas covariantes definidas por Christoffel en la década de 1860:

$$D_\mu V^\nu = \partial_\mu V^\nu + \Gamma^\nu{}_{\mu\lambda} V^\lambda \tag{6.2}$$

utilizando la conexión de Christoffel, $\Gamma^\nu{}_{\mu\lambda}$. Es una conexión geométrica que vuelve al espacio diferente de aquel de Euclides, de hace más de 2000 años. El formalismo del conmutador es válido en *n* dimensiones, mientras que Euclides pensaba en tres dimensiones, sin una conexión geométrica.

Lo primero a notar es que el conmutador siempre produce la torsión y la curvatura al mismo tiempo. No tiene sentido el descartar la torsión. Este procedimiento arbitrario es equivalente a echar por la ventana una de las ecuaciones estructurales de Cartan. Ningún experto en geometría diferencial haría tal cosa, sólo los físicos dogmáticos. Desafortunadamente, la curvatura se conocía antes de que se conociera la Ec. (6.1). Los primeros pioneros de la geometría habían formulado una suposición y se habían equivocado; habían supuesto que la geometría podía describirse mediante la curvatura y nada más. La suposición es completamente comprensible, pues es la forma en que progresa el conocimiento, pero se vuelve completamente inexcusable seguir ignorando la torsión una vez que la misma se vuelve conocida. Esto es exactamente lo que sucedió en la relatividad del siglo XX. Esta última se fue de bruces cuando se descubrió la curva de velocidad de una galaxia en espiral, alrededor del año 1958.

Lo segundo a notar es que cuando se hace la conexión igual a cero, o se elimina, el conmutador de derivadas ordinarias se vuelve igual a cero:

$$[\partial_\mu, \partial_\nu]\, V^\rho = 0 \tag{6.3}$$

y esto constituye una propiedad fundamental de un espacio sin una conexión geométrica. En tres dimensiones, semejante espacio es el de Euclides. No posee torsión ni curvatura. Obsérvese que tanto la curvatura como la torsión desaparecen. No es posible que una exista sin que lo haga la otra. Se está volviendo cada vez más claro que el conmutador es un objeto intelectual elegante, pues produce geometría no euclidiana y demuestra que este tipo de geometría siempre se describe por sólo dos tipos de tensores, el de torsión y el de curvatura, y que ambos siempre coexisten. Ambos desaparecen en la geometría euclidiana, y en forma más general en un espacio con $n$ dimensiones sin una conexión.

El detalle más importante a observar es que un conmutador de cualquier clase siempre es antisimétrico. En el caso de derivadas covariantes, se define a partir de los principios geométricos más fundamentales como:

$$[D_\mu, D_\nu]\, V^\rho = D_\mu\,(D_\nu V^\rho) - D_\nu\,(D_\mu V^\rho) \tag{6.4}$$

de manera que el intercambio entre $\mu$ y $\nu$ produce un cambio de signo. Esto es aquello que se conoce como antisimetría. Cualquier objeto con subíndices $\mu$ y $\nu$ cambia de signo bajo la acción del conmutador. De manera que se vuelve completamente obvio y aceptado desde hace mucho tiempo que la torsión y la curvatura son antisimétricos:

$$T^\lambda{}_{\mu\nu} = -T^\lambda{}_{\nu\mu} \quad , \tag{6.5}$$

$$R^\rho{}_{\mu\nu\sigma} = -R^\rho{}_{\mu\sigma\nu}. \tag{6.6}$$

Si estos tensores no fuesen antisimétricos, el método del conmutador no podría utilizarse, y las ecuaciones estructurales de Cartan Maurer no serían válidas. En los noventa años que han transcurrido desde que fueron propuestas, nunca han sido refutadas en su lógica. El tensor de torsión ha sido definido durante noventa años a través de:

$$T^{\lambda}{}_{\mu\nu} = \Gamma^{\lambda}{}_{\mu\nu} - \Gamma^{\lambda}{}_{\nu\mu} \tag{6.7}$$

y constituye la diferencia entre dos conexiones de Christoffel. En la segunda conexión, los subíndices $\mu$ y $\nu$ se invierten. De manera que la acción del conmutador es:

$$[D_{\mu}, D_{\nu}]\, V^{\rho} = -\, \Gamma^{\lambda}{}_{\mu\nu} D_{\lambda} V^{\rho} + \ldots \tag{6.8}$$

Esta ecuación se ha expresado de tal manera en que se demuestre que existe una correspondencia uno a uno entre los índices del conmutador, $\mu$ y $\nu$, y los índices $\mu$ y $\nu$ de la conexión. El conmutador es antisimétrico por definición, de manera que la conexión es antisimétrica a partir de los principios más fundamentales de la geometría no euclidiana:

$$\Gamma^{\lambda}{}_{\mu\nu} = -\, \Gamma^{\lambda}{}_{\nu\mu} \tag{6.9}$$

Este resultado, totalmente obvio, refuta de inmediato la relatividad general einsteiniana, de manera que aunque resulta lógico para la geometría, resulta de peligro terminal para el dogma brumoso, o *brogma*. La verdad siempre es peligrosa y excitante. La argumentación es vulgar y a menudo convincente. En el desarrollo incipiente de la geometría no euclidiana fue Riemann el primero en definir la métrica, luego vino la conexión por parte de Christoffel, posteriormente la curvatura por Ricci y Levi Civita, y finalmente las identidades a través de Bianchi. Este proceso requirió de unos 40 años, desde la década de 1860 hasta alrededor de 1902. Estos desarrollos no utilizaron el conmutador, de manera que no había forma de conocer la asimetría de los dos índices inferiores de la conexión. Sólo se podía inferir que la conexión era una matriz para cada índice superior $\lambda$. Claramente, este desarrollo puramente matemático nunca consideró a la física, de manera que nunca se utilizó hecho alguno de la naturaleza para tratar de determinar la asimetría de la conexión. Para cada $\lambda$, la conexión es una matriz en $\mu$ y $\nu$. Una matriz en general no posee simetría, y por lo tanto se describe como asimétrica. Lo único que puede inferirse lógicamente es que la conexión de Christoffel es asimétrica. Es la suma de los componentes simétricos y antisimétricos, como sucede para toda matriz. Sin embargo, el conmutador siempre produce la parte antisimétrica de la conexión, y al mismo tiempo produce la torsión antisimétrica y la curvatura antisimétrica, simultáneamente con la producción de la primera y segunda ecuaciones estructurales de Cartan Maurer. De manera que toda la geometría de Cartan utiliza una conexión antisimétrica, y toda la geometría de Cartan se produce a través del conmutador. Esto constituye la esencia de este capítulo.

El *brogma* del siglo XX ignoró el conmutador y afirmó que Christoffel había logrado, de alguna manera, demostrar que la conexión es simétrica. Si la conexión es simétrica, el conmutador es simétrico y desaparece. La torsión y la curvatura desaparecen, y con ellos las ecuaciones estructurales de Cartan y Maurer. De manera que el *brogma* condujo a los rincones más oscuros de la Caverna de Platón, y estamos ahora emergiendo a la luz a través de la teoría ECE.

## 6.2 Aplicación de Antisimetría a la Electrodinámica.

En el nivel $U^{(1)}$ utilizado en el modelo establecido, el conmutador de derivadas covariantes actúa sobre el campo gauge [1]- [10], [24] $\psi$ como sigue:

$$[D\mu, D\nu, ]\ \psi = -ig\ [\partial_\mu, A_\nu]\ \psi \tag{6.10}$$

donde $g$ es una constante y donde $A_\nu$ es el cuatro-potencial en el nivel $U^{(1)}$ .

Permitamos ahora que:

$$\mu \rightarrow \nu \quad , \qquad \nu \rightarrow \mu \tag{6.11}$$

entonces, por definición:

$$[D_\mu, D_\nu]\ \psi = -\ [D_\nu, D_\mu]\ \psi. \tag{6.12}$$

El conmutador se expande a través del Teorema de Leibnitz como sigue:

$$\begin{aligned}[\partial_\mu, A_\nu]\ \psi &= \partial_\mu\ (A_\nu\psi) - A_\nu\,(\partial_\mu\ \psi) \\ &= (\partial_\mu A_\nu)\ \psi + A_\nu\ (\partial_\mu\psi) - A_\nu\ (\partial_\mu\psi) \\ &= (\partial_\mu A_\nu)\ \psi.\end{aligned} \tag{6.13}$$

Por lo tanto:

$$[\partial_\mu, A_\nu]\ \psi = (\partial_\mu A_\nu)\ \psi \tag{6.14}$$

$$[\partial_\nu, A_\mu]\ \psi = (\partial_\nu A_\mu)\ \psi \tag{6.15}$$

y la Ec. (6.12) es:

$$(\partial_\mu A_\nu)\ \psi = -\ (\partial_\nu A_\mu)\ \psi \tag{6.16}$$

dando origen a la ley de antisimetría de la teoría ECE en el nivel $U^{(1)}$ en electrodinámica. Se descubrió, en el documento UFT 130, el cual ha sido muy estudiado, que la Ec. (6.16) cambia profundamente la naturaleza de la ingeniería eléctrica y electrónica en todos sus aspectos. Éstos han sido omitidos inexplicablemente desde la época de Heaviside, a fines del siglo XIX, pero son fácilmente deducibles. La Ec. (6.16) demuestra inmediatamente que la asimetría gauge $U^{(1)}$ es incorrecta e inconsistente. La afirmación básica de que $U^{(1)} = O^{(2)}$ electromagnetismo gauge (en el electromagnetismo) es que existen sólo estados de radiación transversal en el vacío. Esta afirmación, evidentemente absurda, se requiere por la temprana suposición de Einstein en cuanto a que una partícula que se mueve a una velocidad *c* debe poseer una masa idénticamente igual a cero. Como hemos visto, la interpretación correcta fue dada en julio de 1905 por Poincaré, en cuanto a que *c* no es la velocidad de la luz en el vacío sino la constante en la transformación de Lorentz.

De manera que en el electromagnetismo plano el potencial vectorial transversal es:

$$\mathbf{A} = \frac{A^{(0)}}{\sqrt{2}}(i\mathbf{i} + \mathbf{j})\ e^{i\varphi} \tag{6.17}$$

donde la fase electromagnética es:

$$\varphi = \omega t - \kappa Z. \tag{6.18}$$

Aquí, $\omega$ es la frecuencia angular en el instante $t$, $\kappa$ es la magnitud del vector onda en la posición Z. Por lo tanto:

$$\frac{\partial A_X}{\partial Z} = -i\kappa A_X = \kappa \frac{A^{(0)}}{\sqrt{2}} e^{i\varphi}, \tag{6.19}$$

$$\frac{\partial A_Y}{\partial Z} = -i\kappa A_Y = -i\kappa \frac{A^{(0)}}{\sqrt{2}} e^{i\varphi}. \tag{6.20}$$

Sin embargo, la ley de antisimetría (6.16) significa que:

$$\frac{\partial A_Z}{\partial X} = -\frac{\partial A_X}{\partial Z} = -\kappa \frac{\partial A_X}{\partial Z} e^{i\frac{\varphi}{\sqrt{2}}}, \tag{6.21}$$

$$\frac{\partial A_Z}{\partial Y} = -\frac{\partial A_Y}{\partial Z} = i\,\kappa \frac{\partial A_X}{\partial Z} e^{i\frac{\varphi}{\sqrt{2}}},$$

demostrando inmediatamente que existe una polarización longitudinal $A_Z$ por antisimetría. Resulta inmediatamente obvio que no existe bosón de Higgs, que se basa en un electromagnetismo plano, la asimetría de sector $U^{(1)}$ detrás del bosón de Higgs. Utilizando el Teorema de de Moivre:

$$e^{i\varphi} = \cos\varphi + i \operatorname{sen}\varphi \tag{6.22}$$

de manera que:

$$\frac{\partial A_Z}{\partial X} = -\kappa \frac{A^{(0)}}{\sqrt{2}} \cos\varphi; \qquad \frac{\partial A_Y}{\partial Z} = -\kappa\,\kappa \frac{A^{(0)}}{\sqrt{2}} \operatorname{sen}\varphi \tag{6.23}$$

y

$$\left(\frac{\partial A_Z}{\partial X}\right)^2 + \left(\frac{\partial A_Y}{\partial Z}\right)^2 = \kappa^2 \frac{A^{(0)2}}{2} \quad . \tag{6.24}$$

Si se utiliza asimetría cilíndrica por cuestiones de simplicidad, se descubre que:

$$A_Z = \pm \frac{1}{2} X\kappa A^{(0)} \tag{6.25}$$

y existen entonces tres sentidos de polarización espacial. El análisis de Beltrami del Capítulo 3 muestra la naturaleza de las soluciones longitudinales en forma clara y obvia. En cierto sentido el modelo establecido de la física siempre ha sido una fantasía en un mundo plano. Tan pronto como Proca desarrolló sus ecuaciones, se derrumbó la invariancia gauge $U^{(1)}$. Eso fue en 1938, y aún sigue siendo enseñada en la física establecida, pero no en la física ECE.

En la teoría obsoleta del electromagnetismo plano, la fuerza de campo eléctrico **E** se define a través de los potenciales escalar y vectorial como:

$$\mathbf{E} = -\boldsymbol{\nabla}\varphi - \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} \tag{6.26}$$

y la densidad de flujo magnético por:

$$\mathbf{B} = \nabla \times \mathbf{A}. \tag{6.27}$$

En el mundo del electromagnetismo $U^{(1)}$ , se afirma que un campo eléctrico estático viene definido por:

$$\mathbf{E} = -\nabla\varphi \tag{6.28}$$

y que para un campo eléctrico estático:

$$\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} = \mathbf{0}. \tag{6.29}$$

Las ecuaciones de antisimetría (6.16) refutan inmediatamente estas afirmaciones porque:

$$\nabla\varphi = \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} = \mathbf{0}. \tag{6.30}$$

El campo eléctrico siempre se define a través de la Ec. (6.30) en todas las situaciones en las ciencias naturales y en ingeniería.

Análogamente, en teoría gravitacional la aceleración newtoniana debida a la gravedad siempre se define en la física establecida obsoleta mediante:

$$\mathbf{g} = -\nabla\Phi \tag{6.31}$$

pero el argumento de antisimetría demuestra que:

$$\mathbf{g} = -\nabla\Phi = -\frac{\mathbf{1}}{c}\frac{\partial\mathbf{\Phi}}{\partial t} \tag{6.32}$$

donde $\Phi$ es el equivalente gravitacional del potencial escalar $\varphi$ y $\mathbf{\Phi}$ es el equivalente del potencial vectorial $\mathbf{A}$ en electromagnetismo.

La ley de antisimetría (6.16) conduce a múltiples dificultades al electromagnetismo plano y a la física establecida. La ley (6.16) puede expresarse como dos ecuaciones:

$$\nabla\varphi = \frac{\partial\mathbf{A}}{\partial t} \tag{6.33}$$

y

$$\partial_i A_j = -\partial_j A_i. \tag{6.34}$$

A partir de las Ecs. (6.27) y (6.33):

$$\nabla \times \mathbf{E} = 0 \qquad , \qquad \frac{\partial\mathbf{B}}{\partial t} = \mathbf{0} \tag{6.35}$$

que significa que el campo magnético en la electrodinámica plana no puede cambiar con el tiempo, lo cual es un absurdo. Esto es una dificultad que se encuentra en el nivel más básico en la teoría tensorial del electromagnetismo. Aparentemente, esto pasó inadvertido para Lorentz y Poincaré porque no infirieron la ley de antisimetría (6.16). La ley de inducción de Faraday en el electromagnetismo plano es:

$$\nabla \times \mathbf{E} + \frac{\partial\mathbf{B}}{\partial t} = \mathbf{0} \tag{6.36}$$

de manera que a partir de la Ec. (6.35):

$$\nabla \times \mathbf{E} = \mathbf{0} \tag{6.37}$$

lo cual significa que la fuerza de campo eléctrico también es estática, otro resultado absurdo que surge de suponer una masa del fotón igual a cero. Un campo eléctrico estático en el nivel $U^{(1)}$ se define mediante:

$$\mathbf{A} = \mathbf{0} \tag{6.38}$$

de manera que resulta que:

$$\mathbf{B} = \nabla \times \mathbf{A} = \mathbf{0} \tag{6.39}$$

y que desaparece la densidad de flujo magnético. A partir de la ecuación de antisimetría (6.33) se obtiene que:

$$\nabla\varphi = \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} = \mathbf{0} \tag{6.40}$$

y entonces:

$$\mathbf{E} = -\nabla\varphi = \mathbf{0}. \tag{6.41}$$

Por lo tanto, la antisimetría provoca el completo derrumbe del electromagnetismo $U^{(1)}$ , pues tanto **E** como **B** desaparecen como resultado de la antisimetría en el mundo plano del electromagnetismo $U^{(1)}$ . La nave cae desde el borde del mundo dogmático. La antisimetría demuestra en forma directa que la noción de un fotón sin masa constituye un dogma vacío, y que la geometría utilizada en la teoría MH es completamente inadecuada.

Nótese cuidadosamente que la teoría misma de la simetría gauge, la Ec. (6.10), se ha utilizado para demostrar la falacia de la teoría mediante el simple uso de la antisimetría del conmutador, el cual actúa sobre el campo gauge [1]- [10], [24] como sigue:

$$[D_\mu\ , D_\nu]\ \psi = [\partial_\mu - igA_\mu\ , \partial_\nu - igA_\nu]\ \psi. \tag{6.42}$$

La derivada covariante $U^{(1)}$ se define como:

$$D_\mu = \partial_\mu - igA_\mu \tag{6.43}$$

donde:

$$g = \frac{e}{\hbar} = \kappa A^{(0)} \tag{6.44}$$

tal como se argumentó en capítulos previos. El momento del fotón en esta teoría es:

$$p = \hbar\kappa = eA^{(0)}, \tag{6.45}$$

una prescripción minima. En la Ec. (6.42):

$$[\partial_\mu , \partial_\nu] = 0 \tag{6.46}$$

de manera que:

$$[D_\mu , D_\nu]\, \psi = -ig\, ([\partial_\mu, A_\nu] - ig\, [A_\mu, A_\nu])\, \psi. \tag{6.47}$$

La antisimetría fundamental:

$$[D_\mu , D_\nu]\, \psi = -\, [D_\nu , D_\mu]\, \psi \tag{6.48}$$

significa que:

$$[\partial_\mu , A_\nu]\, \psi = -\, [\partial_\nu , A_\mu]\, \psi \tag{6.49}$$

de manera que:

$$\partial_\mu A_\nu = -\partial_\nu A_\mu \tag{6.50}$$

y obtenemos de una manera irrefutable la Ec. (6.16). La única alternativa es el abandono del conmutador, pero como ya se ha argumentado ello significa el abandono de la geometría misma.

La deducción de la ley de antisimetría es tan sencilla que resulta casi trivialmente evidente a partir del método del conmutador. Sin embargo, la ley es tan poderosa que puede refutar un siglo de dogma en unas pocas líneas, como acabamos de demostrar.

Esta catástrofe para la física establecida se tornó evidente hace unos pocos años en el documento UFT 132. A estas alturas ya es bien sabido que el electromagnetismo plano constituye un dogma vacío, y por implicación lo es el bosón de Higgs. Este último existe porque pueden utilizarse los medios masivos de comunicación para propagar la idea. Al igual que en la era de Einstein, el público en general sigue sin tener idea del significado del conmutador. Esto constituye una ilustración de la naturaleza humana más que aquella de la naturaleza. El escenario ya está listo para la entrada de la teoría ECE y para la implementación de la antisimetría implícita en la teoría ECE.

## 6.3 La antisimetría en el Electromagnetismo ECE.

En la electrodinámica ECE, el campo electromagnético viene definido por:

$$F^a{}_{\mu\nu} = \partial_\mu A^a{}_\nu - \partial_\nu A^a{}_\mu + \omega^a{}_{\mu b} A^b{}_\nu - \omega^a{}_{\nu b} A^b{}_\mu \tag{6.51}$$

en donde la ley de antisimetría se determina por la antisimetría de la conexión de Christoffel:

$$\Gamma^a{}_{\mu\nu} = -\,\Gamma^a{}_{\nu\mu}. \tag{6.52}$$

Utilizando el postulado de la tétrada de la conexión de Christoffel se obtiene:

$$\Gamma^a{}_{\mu\nu} = \partial_\mu q^a{}_\mu + \omega^a{}_{\mu\nu} \tag{6.53}$$

de manera que antisimetría n la geometría de Cartan significa que:

$$\partial_\mu q^a{}_\nu + \omega^a{}_{\mu\nu} + \partial_\nu q^a{}_\mu + \omega^a{}_{\nu\mu} = 0. \tag{6.54}$$

Como en el Capítulo 2, esta ecuación se traduce en la siguiente ecuación de antisimetría en electrodinámica:

$$\partial_\mu A^a{}_\nu + \partial_\nu A^a{}_\mu + A^{(0)}\,\omega^a{}_{\mu\nu} + \omega^a{}_{\nu\mu} = 0. \tag{6.55}$$

Esto se produjo por primera vez en los documentos UFT 133 y UFT 134, y constituye una restricción fundamental sobre la primera ecuación estructural de Cartan Maurer:

$$F^a{}_{\mu\nu} = \partial_\mu A^a{}_\nu - \partial_\nu A^a{}_\mu + A^0\,\omega^a{}_{\mu\nu} - \omega^a{}_{\nu\mu}\,. \tag{6.56}$$

Esto se conoce como la restricción de Lindstrom y se analiza con más detalle en los siguientes párrafos, basados en el documento UFT 134.

Para una polarización única, la teoría ECE del electromagnetismo se reduce a un formato que es superficialmente similar a las ecuaciones de Maxwell Heaviside:

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \tag{6.57}$$

$$\nabla \times \mathbf{E} + \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = \mathbf{0} \tag{6.58}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \rho_0 \tag{6.59}$$

$$\nabla \times \mathbf{B} - \frac{1}{c^2}\frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} = \mu_0 \mathbf{J} \tag{6.60}$$

pero la relación entre los campos y los potenciales es como sigue:

$$\mathbf{E} = -\nabla\varphi - \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} - \omega_0 \mathbf{A} + \boldsymbol{\omega}\varphi\,, \tag{6.61}$$

$$\mathbf{B} = \nabla \times \mathbf{A} - \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{A}. \tag{6.62}$$

La componente eléctrica de la ecuación de antisietría para una única polarización es:

$$\nabla\varphi - \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} - \omega_0\mathbf{A} - \boldsymbol{\omega}\varphi = \mathbf{0} \tag{6.63}$$

y la relación de antisimetría magnética restringida a través de la restricción de Lindstrom es:

$$\nabla \times \mathbf{A} = -\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{A}. \tag{6.64}$$

Si aplicamos las ecuaciones de antisimetría (6.63) y (6.64) a las intensidades de campo **E y B** vemos dos definiciones independientes de **E** y una definición única de **B**:

$$\mathbf{E} = -2\,\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} - 2\omega_0\mathbf{A} \tag{6.65}$$

ó

$$\mathbf{E} = -2\,\nabla\varphi + 2\boldsymbol{\omega}\varphi \tag{6.66}$$

y

$$\mathbf{B} = 2\,\nabla \times \mathbf{A}. \tag{6.67}$$

De manera que **B** resulta obviamente compatible con la ley de Gauss:

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0. \tag{6.68}$$

Aplicando las dos ecuaciones alternativas (6.65) y (6.66) para **E**, y (6.67) para **B**, a la ley de Faraday, la Ec. (6.58) da para ambos casos:

$$\nabla \times \varphi\boldsymbol{\omega} + \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} = \mathbf{0} \tag{6.69}$$

y

$$\nabla \times (\omega_0\mathbf{A}) = \mathbf{0}. \tag{6.70}$$

Calculemos el rotacional de la Ec. (6.63) y apliquemos la Ec. (6.70) para obtener la Ec. (6.69), lo cual significa que la Ec. (6.69) no contiene información nueva que ya no venga dado por el componente eléctrico de las ecuaciones de antisimetría. Utilizando las relaciones de antisimetría, pueden obtenerse las siguientes ecuaciones, como se menciona en el documento UFT 134:

$$\nabla \times (\boldsymbol{\omega}\varphi) - \frac{\partial}{\partial t}(\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{A}) = \mathbf{0}, \tag{6.71}$$

$$-\nabla^2\varphi + \nabla \cdot (\boldsymbol{\omega}\varphi) = \frac{\rho}{2\epsilon_0}\ , \tag{6.72}$$

$$-\nabla \times (\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{A}) - \frac{1}{c^2}\frac{\partial}{\partial t}(\nabla\varphi - \boldsymbol{\omega}\varphi) = \frac{\mu_0}{2}\mathbf{J}. \tag{6.73}$$

La Ec. (6.72) da una forma resonante de la ley de Coulomb, que puede utilizarse para producir energía resonante a partir del espaciotiempo, tal como se describe en el próximo capítulo.

Las Ecs. (6.62) a (6.65) dan un conjunto de siete ecuaciones con siete incógnitas, tal como se describe en el documento UFT 134. Sin embargo, las leyes de Coulomb y Ampère Maxwell no son independientes. Esto puede demostrarse, por ejemplo, mediante el cálculo de la divergencia de la Ec. (6.73):

$$\frac{1}{c^2}\frac{\partial}{\partial t}\left(-\nabla^2\varphi + \nabla \cdot (\boldsymbol{\omega}\varphi)\right) = \frac{\mu_0}{2}\nabla \cdot \mathbf{J} \tag{6.74}$$

e integrando con respecto al tiempo para dar:

$$-\nabla^2\varphi + \nabla \cdot (\boldsymbol{\omega}\varphi) = \frac{\rho}{2\epsilon_0} \tag{6.75}$$

con:

$$\rho = \int \boldsymbol{\nabla} \cdot \mathbf{J}\, dt. \tag{6.76}$$

Comenzando con las Ecs. (6.65) y (6.67), la ley de Faraday deviene:

$$\nabla \times -2\,\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} - 2\omega_0\mathbf{A} + 2\,\frac{\partial}{\partial t}\,(\,\nabla \times \mathbf{A}) = \mathbf{0} \tag{6.77}$$

la cual puede simplificarse a:

$$\nabla \times (\omega_0\mathbf{A}) = \mathbf{0} \tag{6.78}$$

y es idéntica a la Ec. (6.70). Las leyes de Coulomb y de Ampère Maxwell adoptan la forma:

$$\nabla \cdot \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} + \nabla \cdot (\omega_0\mathbf{A}) = \frac{\rho}{2\epsilon_0}\,, \tag{6.79}$$

$$\nabla \times \nabla \times \mathbf{A} + \frac{1}{c^2}\,\frac{\partial^2 \mathbf{A}}{\partial t^2} + \frac{1}{c^2}\,\frac{\partial}{\partial t}\,(\omega_0\mathbf{A}) = \frac{1}{2}\mu_0\mathbf{J}. \tag{6.80}$$

La Ec. (6.79) es compatible con la Ec. (6.78) y muestra que $\omega_0\mathbf{A}$ representa un campo de fuente pura. Las Ecs. (6.79) y (6.80) representan cuatro ecuaciones para cuatro variables. Estas ecuaciones son independientes si la densidad de carga y corriente se eligen de tal modo de no estar relacionadas. La Ec. (6.80) es una ecuación de onda en tres dimensiones, con soluciones transversal y longitudinal que van más allá de la electrodinámica de MH. La Ec. (6.79) es una ecuación de difusión no lineal, cuya no linealidad es causada por la conexión de espín, y que indica que hay presente un flujo de potencial además de la teoría de MH. Esto puede considerarse como representando una interacción con el vacío de alrededor, o espacio-tiempo - la fuente de energía en los efectos resonantes.

Es posible deducir una tercera versión del conjunto de ecuaciones utilizando la Ec. (6.70):

$$\omega_0\mathbf{A} = -\,\frac{\partial}{\partial t}(\,\nabla\,\varphi)\,. \tag{6.81}$$

Sustituyendo la Ec. (6.66) y (6.68) en la Ec. (6.59) y (6.60) nos da:

$$\nabla \cdot \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} + \nabla \cdot (\omega_0\mathbf{A}) = -\,\frac{\rho}{2\epsilon_0}\,, \tag{6.82}$$

$$\nabla \times \nabla \times A + \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 \mathbf{A}}{\partial t^2} + \frac{1}{c^2}\frac{\partial}{\partial t}(\omega_0 \mathbf{A}) = \frac{1}{2}\mu_0 \mathbf{J}, \tag{6.83}$$

y utilizando la identidad vectorial:

$$\nabla \times \nabla \times \mathbf{A} = \nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}) - \nabla^2 \mathbf{A} \tag{6.84}$$

Integrando respecto del tiempo la Ec. (6.82) y sustituyendo la expresión para $\nabla \cdot \mathbf{A}$ en la Ec. (6.83) nos da:

$$\left(-\nabla^2 + \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2}\right)\left(\mathbf{A} + \int \omega_0 \mathbf{A}\, dt\right) = \frac{1}{2}\mu_0 \mathbf{J} + \frac{1}{2}\int \frac{\nabla \rho}{\epsilon_0}\, dt. \tag{6.85}$$

Utilizando la Ec. (6.81), esto puede expresarse de una manera más elegante como:

$$\left(-\nabla^2 + \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2}\right)(\mathbf{A} - \nabla\varphi) = \frac{1}{2}\mu_0 \mathbf{J} + \frac{1}{2\epsilon_0}\int \nabla \rho\, dt. \tag{6.86}$$

Mediante el empleo de la Ec. (6.65):

$$\int \mathbf{E}\, dt = -2\mathbf{A} - 2\int \omega_0 \mathbf{A}\, dt = -2\mathbf{A} + 2\nabla\varphi \tag{6.87}$$

que aparece en la Ec. (6.86). Alternativamente, la Ec. (6.86) es, de acuerdo con la Ec. (6.66):

$$\int \mathbf{E}\, dt = -2\int \nabla\varphi\, dt + 2\int \varphi\boldsymbol{\omega}\, dt. \tag{6.88}$$

Sustituyendo esta forma alternativa de la Ec. (6.88) en la Ec. (6.87) se obtiene:

$$\left(-\nabla^2 + \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2}\right)\left(\int \nabla\varphi\, dt - \int \varphi\boldsymbol{\omega}\, dt\right) = \frac{1}{2}\mu_0 \mathbf{J} + \frac{1}{2\epsilon_0}\int \nabla \rho\, dt. \tag{6.89}$$

y luego de obtener la derivada temporal:

$$\left(-\nabla^2 + \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2}\right)(\nabla\varphi - \boldsymbol{\omega}\varphi) = \frac{1}{2}\mu_0\mathbf{J} + \frac{1}{2\epsilon_0}\nabla\rho \tag{6.90}$$

En total, las Ecs. (6.81), (6.86) y (6.90) representan nueve ecuaciones con nueve incógnitas:

$$\omega_0\mathbf{A} = -\frac{\partial}{\partial t}(\nabla\varphi) \tag{6.91a}$$

$$\left(-\nabla^2 + \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2}\right)(\mathbf{A} - \nabla\varphi) = \frac{1}{2}\mu_0\mathbf{J} + \frac{1}{2\epsilon_0}\int \boldsymbol{\nabla}\rho\, dt. \tag{6.91}$$

$$\left(-\nabla^2 + \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2}\right)(\nabla\varphi - \boldsymbol{\omega}\varphi) = \frac{1}{2}\mu_0\frac{\partial \mathbf{J}}{\partial t} + \frac{\boldsymbol{\nabla}\rho}{2\epsilon_0} \tag{6.92}$$

Las ecuaciones son completamente independientes y representan un conjunto equilibrado. Surgen singularidades en las soluciones, dando amplias oportunidades de efectos de resonancia y así obtener energía del espaciotiempo. Por ejemplo, si se calcula el producto vectorial de la porción eléctrica de la ecuación de antisimetría (6.63) con **A**:

$$\nabla\varphi \times \mathbf{A} - \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} \times \mathbf{A} - \omega_0\mathbf{A} \times \mathbf{A} - \varphi\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{A} = \mathbf{0}. \tag{6.93}$$

Suponiendo que la derivada temporal de **A** es paralela a **A**:

$$\nabla\varphi \times \mathbf{A} = \varphi\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{A} \tag{6.94}$$

y la Ec. (6.64) puede utilizarse para eliminar $\boldsymbol{\omega}$:

$$\nabla \times \mathbf{A} = -\frac{1}{\varphi}\nabla\varphi \times \mathbf{A}. \tag{6.95}$$

Las singularidades ocurren cada vez que $\varphi$ es igual a cero mientras que $\nabla\varphi$ y **A** no lo son. En combinación con las resonancias impulsadas en las Ecs. (6.91) y (6.92), se vuelve disponible una rica provisión de soluciones no lineales.

Se observa que las ecuaciones de antisimetría ECE son las únicas ecuaciones de la electrodinámica que poseen consistencia interna y se prefieren por encima de las ecuaciones de MH.

La restricción magnética de Lindstrom, combinada con una solución particular de la restricción eléctrica, reduce el segundo modelo descrito más arriba a la teoría de MH. La antisimetría significa que no es posible reducir la teoría ECE a la teoría MH mediante una simple eliminación de la conexión de espín, porque semejante procedimiento produce:

$$\mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} - \nabla\varphi\,, \tag{6.96}$$

$$\mathbf{B} = \nabla \times \mathbf{A}. \tag{6.97}$$

tal como ya se ha demostrado en este capítulo, estas relaciones, cuando se las utiliza con antisimetría, invalidan por lo general la teoría MH, un descubrimiento mayor durante la evolución de la teoría ECE. Sin embargo, aplicando las siguientes soluciones particulares de las ecuaciones de antisimetría:

$$\boldsymbol{\omega}\varphi = -\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} \tag{6.98}$$

$$\boldsymbol{\omega}_0\mathbf{A} = \nabla\varphi \tag{6.99}$$

$$\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{A} = -\nabla \times \mathbf{A} \tag{6.100}$$

los campos magnético y eléctrico de la teoría ECE devienen:

$$\mathbf{E} = -2\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} - 2\,\nabla\varphi\,, \tag{6.101}$$

$$\mathbf{B} = 2\,\nabla \times \mathbf{A}. \tag{6.102}$$

La estructura tradicional de la teoría MH es:

$$\mathbf{B} = \nabla \times \mathbf{a} \tag{6.103}$$

y comparando las Ecs. (6.102) y (6.103):

$$\mathbf{a} = 2\,\mathbf{A}. \tag{6.104}$$

Sustituyendo la Ec. (6.103) en la ley de Faraday:

$$\nabla \times \mathbf{E} + \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = \mathbf{0} \tag{6.105}$$

nos da:

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\,\nabla \times \frac{\partial \mathbf{a}}{\partial t} \tag{6.106}$$

que tiene a:

$$\mathbf{E} = -\,\frac{\partial \mathbf{a}}{\partial t} - \nabla \varphi_1 \tag{6.107}$$

como única solución. Comparando las Ecs. (6.101) y (6.107) da:

$$\varphi_1 = 2\,\varphi \tag{6.108}$$

que muestran que la teoría designada como II en el Modelo de Ingeniería, publicado en el portal www.aias.us , se reduce a la teoría de MH dadas las restricciones (6.98) a (6.100). Nótese cuidadosamente que esta reducción se logra mediante:

$$\mathbf{B} = \nabla \times \mathbf{a} = \nabla \times \mathbf{A} - \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{A} = 2\,\nabla \times \mathbf{A} \tag{6.109}$$

y no por descarte de la conexión de espín. De manera que el formato de MH logrado de esta manera sigue siendo una teoría de la relatividad general, volviendo posible su unificación con la gravitación.

## 6.4 Deducción del Principio de Equivalencia a partir de la Antisimetría y otras Aplicaciones.

La equivalencia entre masa inercial y masa gravitacional se conoce como el principio de equivalencia débil, y se ha evaluado experimentalmente con gran precisión. En esta sección, el principio de equivalencia se deduce a partir de la antisimetría. Se ha demostrado en forma independiente [1]- [10], por Moses, Reed y Evans, que cualquier campo vectorial en tres dimensiones puede expresarse como la suma de tres vectores:

$$\mathbf{V} = \mathbf{V}^{(1)} + \mathbf{V}^{(2)} + \mathbf{V}^{(3)} \tag{6.110}$$

en la base circular compleja definida anteriormente en este libro. Helmholtz demostró, en el siglo XIX, que cualquier campo vectorial puede expresarse como la suma de dos vectores:

$$\mathbf{V} = \mathbf{V}_s + \mathbf{V}_l \tag{6.111}$$

donde:

$$\nabla \cdot \mathbf{V}_s = 0\,, \tag{6.112}$$

$$\nabla \times \mathbf{V}_l = \mathbf{0}. \tag{6.113}$$

El empleo de la base circular compleja extiende la ecuación de Helmholtz como sigue:

$$\mathbf{V}_s = \mathbf{V}^{(1)} + \mathbf{V}^{(2)}, \tag{6.114}$$

$$\mathbf{V}_l = \mathbf{V}^{(3)}. \tag{6.115}$$

Por lo tanto, los componentes más fundamentales son componentes de $\mathbf{V}^{(1)}$, $\mathbf{V}^{(2)}$, $\mathbf{V}^{(3)}$. Ejemplos de estos componentes fundamentales se incluyen más abajo, por ejemplo un potencial vectorial. En los primeros documentos de la teoría ECE, se identificaron estos componentes como los objetos conocidos como tétradas en la geometría de Cartan. Semejante identificación también fue llevada a cabo por Reed en forma indirecta. En la definición original de Cartan de la tétrada, el índice $a$ es el índice superior de un espaciotiempo de Minkowski de cuatro dimensiones en el punto P a una variedad de cuatro dimensiones con índice $\mu$. Cada uno de los vectores tridimensionales definidos en la Ec. (6.110) es el componente espacial de los siguientes vectores de cuatro dimensiones:

$$V^{(i)}{}_{\mu} = \left(V^{(i)}{}_{0}\,,\, -\,\mathbf{V}^{(i)}\right), \qquad i = 1,\, 2,\, 3. \tag{6.116}$$

El vector completo de cuatro dimensiones es la suma de estos tres vectores:

$$V_{\mu}= V^{(1)}{}_{\mu} + V^{(2)}{}_{\mu} + V^{(3)}{}_{\mu}\,. \tag{6.117}$$

De manera que existen tres componentes de tipo temporal, y el componente completo de tipo temporal es su suma:

$$V_{0} = V^{(1)}{}_{0} + V^{(2)}{}_{0} + V^{(3)}{}_{0}\,. \tag{6.118}$$

En cuatro dimensiones, el índice $a$ es:

$$a = (0),\, (1),\, (2),\, (3) \tag{6.119}$$

de manera que en general también existe el componente $V^{(0)}{}_{0}$ . Estos elementos fundamentales siempre pueden expresarse como elementos de una tétrada y definirse como una matriz de 4 x 4, como sigue:

$$X^{a} = V^{a}{}_{\mu}\, X^{\mu}. \tag{6.120}$$

Se deduce que cualquier vector de cuatro dimensiones puede definirse como una cantidad valuada escalarmente multiplicada por una tétrada de Cartan:

$$V^{a}{}_{\mu} = V\, q^{a}{}_{\mu}. \tag{6.121}$$

Por lo tanto, la geometría diferencial de Cartan puede aplicarse a cualquier vector de cuatro dimensiones. Normalmente, se aplica la tétrada, y la primera ecuación estructural de Cartan define la torsión de Cartan a partir de la tétrada. Ésta última constituye el elemento de construcción fundamental, porque consiste de componentes fundamentales del campo vectorial completo. El análisis vectorial de Heaviside Gibbs restringe la consideración sólo a **V,** pero el análisis de la tétrada toma en cuenta que **V** posee una estructura interna. Por lo tanto, en cuatro dimensiones se definen los vectores fundamentales:

$$V^{(0)}{}_{\mu} = \left( V^{(0)}{}_{0}\,,\, \mathbf{0} \right) , \tag{6.122}$$

$$V^{(i)}{}_{\mu} = \left( V^{(i)}{}_{0}\,,\, -\mathbf{V}^{(i)} \right) , \quad i = 1, 2, 3. \tag{6.123}$$

La Ec. (6.122) significa que los componentes de tipo espacial de $V^{(0)}{}_{\mu}$ son iguales a cero por definición, porque el índice superior (0) es de tipo temporal por definición. No hay componentes de tipo espacial de una propiedad de tipo temporal. Por otra parte, un vector tal como $V^{(1)}{}_{\mu}$ es un 4-vector, de manera que $V^{(0)}{}_{0}$ en general es su componente de tipo temporal distinto de cero. En general, la tétrada de Cartan se define como:

$$X^{a} = q^{a}{}_{\mu} X^{\mu} \tag{6.124}$$

donde X denota cualquier campo vectorial. Por lo tanto, la geometría de Cartan extiende el análisis de Heaviside Gibbs, y este hallazgo puede aplicarse sistemáticamente a la física, en especial a la dinámica. El análisis de Heaviside Gibbs estaba restringido al espacio tridimensional sin conexión, es decir a un espacio euclidiano. Utilizando la geometría diferencial de Cartan, el análisis puede extenderse a cualquier espacio de cualquier número de dimensiones, mediante el empleo de la conexión de espín de Cartan. Utilizando este procedimiento, todas las ecuaciones de la física pueden deducirse automáticamente dentro de un marco unificado, produciendo así la primera teoría del campo unificado. Ahora aplicamos este método al concepto de velocidad en dinámica. La tétrada de velocidad es:

$$V^{a}{}_{\mu} = v q^{a}{}_{\mu} \tag{6.125}$$

donde $v$ es la magnitud escalar de la velocidad, es decir la rapidez. El potencial gravitacional se define mediante:

$$\Phi^{a}{}_{\mu} = c\, v^{a}{}_{\mu} = \Phi q^{a}{}_{\mu}. \tag{6.126}$$

Por analogía, el potencial electromagnético también se define en términos de la tétrada en la teoría ECE:

$$A^{a}{}_{\mu} = A^{(0)} q^{a}{}_{\mu}. \tag{6.127}$$

El campo electromagnético se define en términos de la torsión de Cartan:

$$F^a{}_{\mu\nu} = A^{(0)} T^a{}_{\mu\nu} \tag{6.128}$$

y también el campo gravitacional:

$$g^a{}_{\mu\nu} = \Phi^{(0)} T^a{}_{\mu\nu}\ . \tag{6.129}$$

La aceleración debida a la gravedad en la teoría ECE es, por lo tanto, parte de la torsión, de manera que en general la aceleración en electrodinámica también es parte de la torsión, definida convenientemente como:

$$a^a{}_{\mu\nu} = cvT^a{}_{\mu\nu}\ . \tag{6.130}$$

En notación vectorial, la Ec. (6.129) se parte en dos ecuaciones:

$$\mathbf{a}^a = -\frac{\partial \mathbf{v}^a}{\partial t} - c\,\nabla\, v^a{}_0 - c\,\omega^a{}_{0b}\,\mathbf{v}^b + c\,v^b{}_0\,\boldsymbol{\omega}^a{}_b \tag{6.131}$$

y

$$\boldsymbol{\Omega}^a = \nabla \times \mathbf{v}^a - \boldsymbol{\omega}^a{}_b \times \mathbf{v}^b. \tag{6.132}$$

La conexión de espín se define como:

$$\omega^a{}_{\mu b} = (\omega^a{}_{0b}\,,\ -\boldsymbol{\omega}^a{}_b)\ . \tag{6.133}$$

En notación tensorial, la relación entre la aceleración y la velocidad, en dinámica covariante generalizada, es:

$$a^a{}_{\mu\nu} = c\left(\partial_\mu v^a{}_\nu - \partial_\nu v^a{}_\mu + v\,(\omega^a{}_{\mu\nu} - \omega^a{}_{\nu\mu})\right). \tag{6.134}$$

De manera que las Ecs. (6.131) y (6.132) pueden simplificarse a:

$$\mathbf{a}^a = -\frac{\partial \mathbf{v}^a}{\partial t} + c\,\nabla\Phi^a + cv\,\boldsymbol{\omega}^a{}_{\mathrm{orb}} \tag{6.135}$$

y:

$$\mathbf{\Omega}^a = \nabla \times \mathbf{v}^a + v\, \boldsymbol{\omega}^a{}_{\text{spin}} \tag{6.136}$$

donde:

$$\boldsymbol{\omega}^a{}_{\text{orb}} = (\omega^a{}_{01} - \omega^a{}_{10})\, \mathbf{i} + (\omega^a{}_{02} - \omega^a{}_{20})\, \mathbf{j} + (\omega^a{}_{03} - \omega^a{}_{30})\, \mathbf{k} \tag{6.137}$$

y

$$\boldsymbol{\omega}^a{}_{\text{spin}} = (\omega^a{}_{32} - \omega^a{}_{23})\, \mathbf{i} + (\omega^a{}_{13} - \omega^a{}_{31})\, \mathbf{j} + (\omega^a{}_{21} - \omega^a{}_{12})\, \mathbf{k} \tag{6.138}$$

y donde:

$$v\, \boldsymbol{\omega}^a{}_{\text{orb}} = -\, \omega^a{}_{ob}\mathbf{v}^b + v^b{}_0\boldsymbol{\omega}^a{}_b \tag{6.139}$$

y

$$v\, \boldsymbol{\omega}^a{}_{\text{spin}} = -\, \boldsymbol{\omega}^a{}_b \times \mathbf{v}^b. \tag{6.140}$$

Las Ecs. (6.139) y (6.140) son aceleraciones de tipo Coriolis debido a la torsión orbital y de espín. La Ec. (6.135) muestra que la aceleración se debe al ritmo de cambio de velocidad y también al gradiente del potencial. Si el marco inercial de la dinámica newtoniana se define como el espaciotiempo plano, entonces en el marco inercial:

$$\mathbf{a}^a = -\frac{\partial \mathbf{v}^a}{\partial t} - \nabla\Phi^a. \tag{6.141}$$

El principio de equivalencia supone que:

$$-\frac{\partial \mathbf{v}^a}{\partial t} = -\, \nabla\Phi^a \tag{6.142}$$

que es resultado directo de la ley de antisimetría de la teoría ECE:

$$\partial_\mu v^a{}_\nu = - \partial_\nu v^a{}_\mu \tag{6.143}$$

cuando

$$\mu = 0, \ \nu = 1 \ , \tag{6.144}$$

Q. E. D.

La fuerza se define como la masa multiplicada por la aceleración, de manera que

$$\mathbf{F}^a = - m \frac{\partial \mathbf{v}^a}{\partial t} = - m \, \nabla \Phi^a \tag{6.145}$$

que es una generalización del principio de equivalencia débil supuesto por Newton pero no demostrado por él mismo. La teoría ECE muestra que el principio de equivalencia posee un origen geométrico.