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 2

Electrodinámica y Gravitación.

Unidades de electromagnetismo en el Sistema Internacional (S.I.)

Conexión de espín ω	=	m^{-1}	
Curvatura del espaciotiempo R	=	m^{-2}	
Densidad de carga eléctrica ρ	=	$C\ m^{-3}$	
Densidad de corriente eléctrica **J**	=	$C\ m^{-2}\ s^{-1}$	
Densidad de flujo magnético **B**	=	$J\ s\ C^{-1}\ m^{-2}$	
Fuerza de campo eléctrico **E**	=	$V\ m^{-1}$	$= J\ C^{-1}\ m^{-1}$
Permitividad del vacío ϵ_o	=	$J^{-1}\ C^{-2}\ m^{-1}$	
Potencial escalar φ	=	$J\ C^{-1}$	
Potencial vectorial **A**	=	$J\ s\ C^{-1}\ m^{-1}$	
Torsión del espaciotiempo T	=	m^{-1}	

2.1 Introducción

La vieja física, previa al cambio paradigmático post einsteiniano, fracasó completamente en su capacidad de proveer una lógica unificada para la electrodinámica y la gravitación, porque la primera se desarrolló en un espaciotiempo plano, o de Minkowski, mientras que la segunda lo hizo en un espaciotiempo que se pensó, equivocadamente, como descrito solamente por la curvatura. La teoría ECE desarrolla tanto la electrodinámica como la gravitación directamente a partir de la geometría de Cartan. Tal como se demostró en el Modelo de Ingeniería de la teoría ECE, las ecuaciones de campo de la electrodinámica y de la gravitación en la teoría ECE poseen el mismo formato, basado directamente y con simplicidad en la geometría subyacente. Por lo tanto, la geometría de Cartan del Capítulo 1 se traduce directamente en el electromagnetismo y la gravitación a través del empleo de la misma clase de sencilla hipótesis fundamental en cada caso: la tétrada deviene la 4-energía potencial y la torsión deviene el campo de fuerza.

Visto en retrospectiva, el método utilizado por Einstein para traducir de la geometría a la gravitación era complicado, además de incorrecto. La segunda identidad de Bianchi fue reformulada por Einstein mediante el empleo del tensor de Ricci y del escalar de Ricci, hacia un formato en el cual podía hacerse directamente proporcional al Teorema de Noether covariante a través de la constante k de Einstein. Ambos lados de esta ecuación utilizaban una derivada covariante, pero Einstein suponía, sin demostrarlo, que las constantes de integración eran las mismas en ambos lados, dando así origen a la ecuación de campo de Einstein:

$$G_{\mu\nu} = kT_{\mu\nu} \tag{2.1}$$

donde $G_{\mu\nu}$ es el tensor de Einstein, $T_{\mu\nu}$ es la densidad de momento de energía canónica, y k es la constante de Einstein. Esta ecuación es totalmente incorrecta, porque emplea una conexión simétrica y no toma en cuenta la torsión. Si se intenta corregir esta ecuación tomando en cuenta la torsión, como en los documentos UFT 88 y UFT 255, resumidos en el Capítulo 1, el resultado se torna extraordinariamente complicado; aun así podría sólo utilizarse para gravitación, y no para una teoría de campo unificado de gravitación y magnetismo. El mismo Einstein consideraba que esta ecuación de campo de 1915 jamás podría ser resuelta, lo cual demuestra que él mismo estaba empantanado en su complejidad. Schwarzschild proveyó una solución en el mes de diciembre de 1915, pero en su carta declaró una "guerra amistosa" con Einstein. El significado de esto no resulta completamente claro, pero obviamente Schwarzschild no se sentía satisfecho con la ecuación. Su solución no contenía singularidades, y esta solución original puede descargarse de la red, junto con una traducción de Vankov de la carta enviada a Einstein. Esta solución de una ecuación de campo incorrecta resulta, obviamente, sin sentido alguno. Los errores se multiplicaron al afirmar (luego de que Schwarzschild falleciese en 1916) que la solución contiene singularidades, de manera que la métrica contemporánea de Schwarzschild constituye una distorsión y una atribución equivocada, además de carecer por completo de significado. Ha sido utilizada infinitamente por los dogmatistas, para afirmar la existencia de resultados incorrectos, tales como el *Big Bang* y los agujeros negros. De manera que la ciencia gravitacional permaneció estancada entre 1915 y 2003. Durante el transcurso del desarrollo de la teoría ECE, se volvió gradualmente claro, en documentos tales como el UFT 150, que había muchos otros errores y puntos oscuros en la teoría de Einstein, en especial en la teoría de la desviación de la luz por causa gravitacional y en la teoría de la precesión del perihelio. Una de las contradicciones obvias en la teoría de la desviación de la luz por la gravitación es que utiliza un fotón desprovisto de masa, el cual sin embargo se ve atraído por el Sol. El resultante método geodésico nulo está lleno de aspectos oscuros, tal como se demuestra en el documento UFT 150 (www.aias.us). La relatividad general einsteiniana ha sido ampliamente refutada en la referencia [2] del Capítulo1. Fue completamente refutada a nivel experimental a fines de la década de 1950, a través del descubrimiento de la curva de velocidad de la galaxia en espiral. A esa altura debió de haber sido descartada. Sus aparentes éxitos en el Sistema Solar son pura ilusión. En cambio, la filosofía natural misma fue abandonada y se introdujo la materia oscura. La teoría einsteiniana aún resulta incapaz de explicar la curva de velocidad de la galaxia en espiral, todavía fracasa completamente, y la materia oscura no modifica este hecho. De manera que la teoría de Einstein no puede resultar significativa en el Sistema Solar, como resultado de estas observaciones experimentales. La teoría ECE ha revelado el motivo por el cual la teoría de Einstein fracasa en forma tan absoluta – la no consideración de la torsión. El electromagnetismo también sufrió un estancamiento a lo largo del siglo XX, y se conservó la teoría de Maxwell Heaviside del siglo XIX. Esta teoría se incorporó, sin cambios, en los intentos de unificación de la vieja física mediante el empleo de la invariancia gauge U(1) y el fotón sin masa. El concepto del fotón sin masa conduce a múltiples problemas conocidos y absurdos, en especial el pequeño grupo plano E(2) del grupo Poincaré. En efecto, este resultado significa que el campo electromagnético libre puede tener solamente dos estados de polarización: los dos estados transversales etiquetados como (1) y (2). El estado de tipo temporal (0) y el estado longitudinal (3) se eliminan con el objeto de salvar la hipótesis del fotón sin masa. Estos problemas y oscuridades se explican en detalle en un libro de texto del modelo establecido de la física como el de Ryder [24]. La condición sin sentido físico de Gupta Bleuler debe de utilizarse para "eliminar" los estados (0) y (3), lo cual conduce a múltiples problemas no resueltos en la cuantización canónica. El empleo de la teoría de Beltrami, como en el documento UFT 257 en adelante, da origen a componentes longitudinales ricamente estructurados del campo electromagnético libre, refutando de inmediato el dogma U(1) e indicando la existencia de la masa del fotón. Beltrami fue contemporáneo de Heaviside, de manera que el actual modelo aceptado de la física fue efectivamente refutado desde finales del siglo XIX. Tan pronto como la masa del fotón se vuelve idénticamente distinta de cero, sea cual fuere su pequeña magnitud, la teoría U(1) se vuelve insostenible, porque deja de ser invariante gauge [1]-[10], y la ecuación de Proca sustituye la ecuación de d'Alembert. La teoría ECE conduce a la ecuación de Proca y a una masa finita para el fotón, a partir del postulado de la tétrada, empleando la misma hipótesis básica que aquella que traduce la geometría hacia el electromagnetismo. Aun cuando fue brillantemente exitosa en su época, la teoría del electromagnetismo de Maxwell-Heaviside (MH) posee muchas limitaciones. En el campo de la óptica no lineal, por ejemplo, sus limitaciones se revelan a través del Efecto Faraday Inverso [1]- [10] (EFI). Este fenómeno consiste en la magnetización de materia mediante radiación electromagnética polarizada en forma circular. Fue inferido teóricamente [7] por Piekara y Kielich, y posteriormente por Pershan, y van der Ziel et al. lo observaron experimentalmente por primera vez a mediados de la década de los sesenta, en el grupo Bloembergen en Harvard. Se produce, por ejemplo, en un electrón, como se ilustra en los documentos UFT 80 a 84 en el portal www.aias.us . La vieja teoría invariante gauge U(1) del electromagnetismo se vuelve de inmediato inutilizable para tratar el Efecto Faraday Inverso, porque éste último es provocado por el producto conjugado de radiación con polarización circular, el producto vectorial del potencial vectorial y su complejo conjugado:

$$\mathbf{A} \times \mathbf{A}^* = \mathbf{A}^{(1)} \times \mathbf{A}^{(2)}. \tag{2.2}$$

Los índices (1) y (2) se emplean para definir la base circular compleja [1]- [10], cuyos vectores unitarios son:

$$\mathbf{e}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{2}}(\mathbf{i} - i\mathbf{j}) \tag{2.3}$$

$$\mathbf{e}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{2}}(\mathbf{i} + i\mathbf{j}) \tag{2.4}$$

$$\mathbf{e}^{(3)} = \mathbf{k} \tag{2.5}$$

Cumpliendo con la relación cíclica de la simetría $O^{(3)}$:

$$\mathbf{e}^{(1)} \times \mathbf{e}^{(2)} = i\mathbf{e}^{(3)*} \tag{2.6}$$

$$\mathbf{e}^{(3)} \times \mathbf{e}^{(1)} = i\mathbf{e}^{(2)*} \tag{2.7}$$

$$\mathbf{e}^{(2)} \times \mathbf{e}^{(3)} = i\mathbf{e}^{(1)*} \tag{2.8}$$

en un espacio tridimensional. Los vectores unitarios $\mathbf{e}^{(1)}$ y $\mathbf{e}^{(2)}$ son complejos conjugados. El principio gauge de la teoría MH puede expresarse como sigue:

$$\mathbf{A} \rightarrow \mathbf{A} + \boldsymbol{\nabla}\chi \tag{2.9}$$

de manera que el producto conjugado deviene:

$$\mathbf{A} \times \mathbf{A}^* = (\mathbf{A} + \boldsymbol{\nabla}\chi) \times (\mathbf{A} + \boldsymbol{\nabla}\chi)^* \tag{2.10}$$

y no es invariante gauge U(1), de manera que la magnetización longitudinal resultante del efecto Faraday inverso no es invariante gauge, Q.E.D. Muchos otros fenómenos en el campo de la óptica no lineal [7] no son invariantes gauge U(1), y todos ellos refutan el modelo establecido de la física y artefactos tales como el "bosón de Higgs". El absurdo de la vieja física se torna claramente evidente cuando afirma que el producto conjugado existe en forma aislada de los componentes longitudinal y de tipo temporal del espaciotiempo, (0) y (3). De manera que en la vieja física el producto vectorial (2.2) no puede producir un componente longitudinal. Esto resulta absurdo, ya que el espacio posee tres componentes, (1), (2) y (3). La resolución de esta aparente paradoja se descubrió en el mes de noviembre de 1991, con la inferencia del campo $B^{(3)}$, el apelativo dado al componente magnético longitudinal del campo electromagnético libre, definido por [1-10]:

$$\mathbf{B}^{(3)*} = -ig\mathbf{A}^{(1)} \times \mathbf{A}^{(2)} \tag{2.11}$$

donde g es un parámetro.

El campo $B^{(3)}$ constituye la clave para la unificación geométrica de la gravitación y el electromagnetismo, y también infiere la existencia de la masa del fotón, en forma experimental, porque es longitudinal y observable a nivel experimental en el Efecto Faraday Inverso. La teoría del fotón con masa igual a cero es absurda, porque afirma que $B^{(3)}$ no puede existir, que la tercer componente del espacio mismo no puede existir, y que el Efecto Faraday Inverso no existe. La ecuación que define el campo $B^{(3)}$ no es invariante gauge U(1), porque el campo $B^{(3)}$ cambia por la transformation gauge (2.10). Por lo tanto, la ecuación no pertenece a la electrodinámica U(1), y se utilizó en la década de los noventas para desarrollar una electrodinámica con una topología más elevada conocida como electrodinámica O(3) CH01:BIB01- [10]. Estos documentos se encuentran registrados en la sección de Omnia Opera del portal www.aias.us . Casi simultáneamente, se desarrollaron varias otras teorías de electrodinámica con una topología más elevada [25], en especial la teoría de Horwitz et al., Lehnert y Roy, Barrett, y Harmuth et al., y por Evans y Crowell [8]. Estas han sido descritas en varios volúmenes de la serie "*Contemporary Chemical Physics*", editada por M. W. Evans [25]. Estas teorías de la electrodinámica con una topología más elevada también aparecen en las teorías de Beltrami, tal como se menciona en la recopilación de Reed [7], [27]. En el año 2003, estas teorías con una topología más elevada evolucionaron hacia la teoría ECE.

2.2 La hipótesis fundamental y las ecuaciones de campo y de onda.

La primera hipótesis de la teoría unificada de Einstein Cartan Evans (ECE) es que el potencial electromagnético ($A^a{}_\mu$) es la tétrada de Cartan con un factor de escala. Por lo tanto, el potencial electromagnético se define mediante:

$$A^a{}_\mu = A^{(0)} q^a{}_\mu \tag{2.12}$$

y posee un índice superior a, que indica el estado de polarización, y un índice inferior para indicar que se trata de una 1-forma diferencial valorada vectorialmente de la geometría de Cartan. El potencial gravitacional se define mediante:

$$\Phi^a{}_\mu = \Phi^{(0)} q^a{}_\mu \tag{2.13}$$

donde Φ (0) es un factor de escala. Por lo tanto, la primera hipótesis de la teoría ECE significa que el electromagnetismo es la geometría de Cartan combinada con un escalar, $A^{(0)}$. La física es geometría. *Ubi materia, ibi geometria* (Johannes Kepler). Esto constituye una hipótesis mucho más sencilla que la del Einstein, y mucho más poderosa. Es una hipótesis que extiende la relatividad general al electromagnetismo. La corrección matemática se ve garantizada por la corrección matemática y economía de pensamiento de la geometría de Cartan, tal como se describe en el Capítulo 1.

La segunda hipótesis de la teoría ECE es que el campo electromagnético ($F^a{}_{\mu\nu}$) es la torsión de Cartan con el mismo factor de escala que el potencial. La segunda hipótesis se deduce a partir de la primera hipótesis, a partir de la primera ecuación estructural de Cartan Maurer. Por lo tanto, en notación mínima:

$$F = D \wedge A = d \wedge A + \omega \wedge A \tag{2.14}$$

que constituye una relación elegante entre campo y potencial, la relación más sencilla posible en una geometría que posee tanto torsión como curvatura. El campo es la derivada cuña covariante del potencial, tanto para el electromagnetismo como para la gravitación. Resulta así que la totalidad del desarrollo geométrico del Capítulo 1 puede aplicarse directamente al electromagnetismo y a la gravitación. En la notación estándar de la geometría diferencial utilizada por S. M. Carroll [13] se define el campo electromagnético en la teoría ECE mediante:

$$F^a = d \wedge A^a + \omega^a{}_b \wedge A^b. \tag{2.15}$$

En la teoría MH la misma relación es [24]:

$$F = d \wedge A. \tag{2.16}$$

La teoría MH no posee una conexión de espín, y no cuenta con índices de polarización. La teoría ECE es relatividad general basada directamente sobre la geometría de Cartan, mientras que la teoría de MH es relatividad restringida y no se basa en geometría. La presencia de la conexión de espín en la Ec. (2.15) significa que el campo es el marco de referencia mismo, un marco dinámico que posee la capacidad de trasladarse y de rotar. En la teoría MH el campo es una entidad diferente en concepto respecto del marco de referencia., que es el marco de Minkowski del espaciotiempo plano. En notación tensorial el campo electromagnético es:

$$F^a{}_{\mu\nu} = \partial_\mu A^a{}_\nu - \partial_\nu A^a{}_\mu + \omega^a{}_{\mu b} A^b{}_\nu - \omega^a{}_{\nu b} A^b{}_\mu \tag{2.17}$$

y puede expresarse de un modo más sencillo como:

$$F^a{}_{\mu\nu} = \partial_\mu A^a{}_\nu - \partial_\nu A^a{}_\mu + A^{(0)} \left(\omega^a{}_{\mu\nu} - \omega^a{}_{\nu\mu}\right). \tag{2.18}$$

En la teoría MH el campo electromagnético es

$$F_{\mu\nu} = \partial_\mu A_\nu - \partial_\nu A_\mu \tag{2.19}$$

y no posee índice de polarización ni conexión de espín. El potencial electromagnético es el 4-vector:

$$A^a{}_\mu = (A^a{}_0, -\mathbf{A}^a) = \left(\frac{\phi^a}{c}, -\mathbf{A}^a\right) \tag{2.20}$$

en definición covariante, o:

$$A^{a\mu} = (A^{a0}, \mathbf{A}^a) = \left(\frac{\phi^a}{c}, \mathbf{A}^a\right) \tag{2.21}$$

en definición contravariante. El índice superior a denota el estado de polarización. Por ejemplo, en la base circular compleja tiene cuatro índices:

$$a = (0), (1), (2), (3) \tag{2.22}$$

uno de tipo temporal (0) y tres de tipo espacial (1), (2), (3). Los índices (1) y (2) son transversales, mientras que el índice (3) es longitudinal. La parte de tipo espacial del 4-vector del potencial es el vector $\mathbf{A}^a$, y éste solamente puede tener índices espaciales, (1), (2) y (3). No puede tener un índice de tipo temporal (0) por definición. El 4-potencial puede expresarse para cada uno de los cuatro índices (0), (1), (2) y (3) como:

$$A_\mu = (A_0, -\mathbf{A})\,. \tag{2.23}$$

Cuando el índice a es (0), el 4-potencial se reduce al potencial escalar:

$$A^{(0)}{}_\mu = \left(A^{(0)}{}_0, -\mathbf{0}\right). \tag{2.24}$$

Cuando el índice a es (1), (2) ó (3), el 4-potencial se interpreta como:

$$A^{(i)}{}_\mu = \left(A^{(i)}{}_0, -\mathbf{A}^i\right), \quad i = 1, 2, 3 \tag{2.25}$$

de manera que $A^{(i)}{}_0$, por ejemplo, es la parte escalar del 4-potencial $A^a{}_\mu$, asociada con el índice (1). Tal como lo describe S. M. Carroll, la tétrada es una 1-forma para cada índice a. Esto significa que el 4-potencial $A^a{}_\mu$ es un 4-potencial para cada índice a:

$$A^{(0)}{}_\mu = (A_\mu)^{(0)} \tag{2.26}$$

$$A^{(i)}{}_\mu = (A_\mu)^{(i)}, \quad i = 1, 2, 3 \tag{2.27}$$

y esto es una propiedad básica de la geometría de Cartan.

Con el objeto de traducir la notación tensorial de la Ec. (2.17) a notación vectorial, se vuelve necesario definir la torsión como una matriz antisimétrica de 4 x 4. La selección de la matriz se conduce mediante experimentación, de manera que la teoría ECE se reduce a leyes que son capaces de describir los fenómenos electromagnéticos mediante el uso directo de la geometría de Cartan. Tal como se describió en el Capítulo 1, existe torsión orbital y de espín definidas mediante ecuaciones que son similares en estructura a las leyes electromagnéticas que han sido evaluadas con un alto grado de precisión, en especial la ley del magnetismo de Gauss, la ley de inducción de Faraday, la ley de Coulomb y la ley de Ampère Maxwell. Estas leyes deben de recuperarse en un límite bien definido de la teoría ECE. La gravitación newtoniana debe de recuperarse en otro límite de la teoría ECE. La matriz de torsión para cada valor de *a* se elige por hipótesis para que sea:

$$T_{\rho\sigma} = \begin{bmatrix} 0 & T_1(\mathrm{orb}) & T_2(\mathrm{orb}) & T_3(\mathrm{orb}) \\ -T_1(\mathrm{orb}) & 0 & -T_3(\mathrm{spin}) & T_2(\mathrm{spin}) \\ -T_2(\mathrm{orb}) & T_3(\mathrm{spin}) & 0 & -T_1(\mathrm{spin}) \\ -T_3(\mathrm{orb}) & -T_2(\mathrm{spin}) & T_1(\mathrm{spin}) & 0 \end{bmatrix} \tag{2.28}$$

Esta ecuación podría considerarse como la tercera hipótesis de la teoría ECE. El dual de Hodge [1]- [11], [24] de esta matriz es:

$$\widetilde{T}^{\mu\nu} = \begin{bmatrix} 0 & -T^1(\mathrm{spin}) & -T^2(\mathrm{spin}) & -T^3(\mathrm{spin}) \\ T^1(\mathrm{spin}) & 0 & T^3(\mathrm{orb}) & -T^2(\mathrm{orb}) \\ T^2(\mathrm{spin}) & -T^3(\mathrm{orb}) & 0 & T^1(\mathrm{orb}) \\ T^3(\mathrm{spin}) & T^2(\mathrm{orb}) & -T^1(\mathrm{orb}) & 0 \end{bmatrix} \tag{2.29}$$

Los índices se elevan y se bajan mediante el tensor de la métrica en cualquier espacio [13]:

$$\widetilde{T}^{\mu\nu} = g^{\mu\alpha} g^{\nu\beta} \widetilde{T}_{\alpha\beta}. \tag{2.30}$$

Alternativamente, la matriz de torsión antisimétrica puede definirse como:

$$T^{\mu\nu} = \begin{bmatrix} 0 & -T^1(\mathrm{orb}) & -T^2(\mathrm{orb}) & -T^3(\mathrm{orb}) \\ T^1(\mathrm{orb}) & 0 & -T^3(\mathrm{spin}) & T^2(\mathrm{spin}) \\ T^2(\mathrm{orb}) & T^3(\mathrm{spin}) & 0 & -T^1(\mathrm{spin}) \\ T^3(\mathrm{orb}) & -T^2(\mathrm{spin}) & T^1(\mathrm{spin}) & 0 \end{bmatrix} \tag{2.31}$$

con índices elevados. A partir de esta definición, el vector de torsión de espín en 3D es:

$$\mathbf{T}(\mathrm{spin}) = T_X(\mathrm{spin})\mathbf{i} + T_Y(\mathrm{spin})\mathbf{j} + T_Z(\mathrm{spin})\mathbf{k} \tag{2.32}$$

en donde:

$$T_X(\text{spin}) = T^1(\text{spin}) = \widetilde{T}^{10} = -\widetilde{T}^{01} \tag{2.33}$$

$$T_Y(\text{spin}) = T^2(\text{spin}) = \widetilde{T}^{20} = -\widetilde{T}^{02} \tag{2.34}$$

$$T_Z(\text{spin}) = T^3(\text{spin}) = \widetilde{T}^{30} = -\widetilde{T}^{03} \tag{2.35}$$

Análogamente, el vector de torsión orbital en 3D se define mediante:

$$\mathbf{T}(\text{orb}) = T_X(\text{orb})\mathbf{i} + T_Y(\text{orb})\mathbf{j} + T_Z(\text{orb})\mathbf{k} \tag{2.36}$$

donde los componentes del vector están relacionados con los componentes de la matriz como sigue:

$$T_X(\text{orb}) = T^1(\text{orb}) = T_{10} = -T_{01} \tag{2.37}$$

$$T_Y(\text{orb}) = T^2(\text{orb}) = T_{20} = -T_{02} \tag{2.38}$$

$$T_Z(\text{orb}) = T^3(\text{orb}) = T_{30} = -T_{03} \tag{2.39}$$

Con estas definiciones, la fuerza de campo eléctrico $\mathbf{E}^a$ y la densidad de flujo magnético $\mathbf{B}^a$ vienen definidos por:

$$\mathbf{E}^a = cA^{(0)}\mathbf{T}^a(\text{orb}) \tag{2.40}$$

y

$$\mathbf{B}^a = A^{(0)}\mathbf{T}^a(\text{spin}). \tag{2.41}$$

Para cada índice *a,* se define el tensor de campo con índices elevados μ y v como:

$$F^{\mu\nu} = \begin{bmatrix} 0 & -E_X & -E_Y & -E_Z \\ E_X & 0 & -cB_Z & cB_Y \\ E_Y & cB_Z & 0 & -cB_X \\ E_Z & -cB_Y & cB_X & 0 \end{bmatrix}. \tag{2.42}$$

Con estas definiciones fundamentales de notación tensorial, la Ec. (2.17) puede traducirse a notación vectorial. Ésta última es de empleo frecuente por parte de los ingenieros y resulta más transparente que la notación tensorial. La 4-derivada que aparece en la ecuación tensorial (2.17) se define como:

$$\partial_\mu = \left(\frac{1}{c}\frac{\partial}{\partial t}, \boldsymbol{\nabla}\right). \tag{2.43}$$

Consideremos los índices de la torsión orbital:

$$\begin{aligned} T^a{}_{0i} &= \partial_0 q^a{}_i - \partial_i q^a{}_0 + \omega^a{}_{0b} q^b{}_i - \omega^a{}_{ib} q^b{}_0 \\ i &= 1, 2, 3. \end{aligned} \tag{2.44}$$

Estos se traducen a los índices del tensor de campo como sigue:

$$\begin{aligned} F^a{}_{0i} &= \partial_0 A^a{}_i - \partial_i A^a{}_0 + \omega^a{}_{0b} A^b{}_i - \omega^a{}_{ib} A^b{}_0 \\ i &= 1, 2, 3 \end{aligned} \tag{2.45}$$

A partir de lo cual la fuerza de campo eléctrico es:

$$\mathbf{E}^a = -c\boldsymbol{\nabla} A^a{}_0 - \frac{\partial \mathbf{A}^a}{\partial t} - c\omega^a{}_{0b}\mathbf{A}^b + cA^b{}_0\boldsymbol{\omega}^a{}_b \tag{2.46}$$

donde el 4-vector de la conexión de espín se expresa como:

$$\omega^a{}_{\mu b} = (\omega^a{}_{0b}, -\boldsymbol{\omega}^a{}_b) \tag{2.47}$$

utilizando las definiciones anteriores.

Los índices del tensor de torsión de espín son:

$$\begin{aligned} T^a{}_{12} &= \partial_1 q^a{}_2 - \partial_2 q^a{}_1 + \omega^a{}_{1b} q^b{}_2 - \omega^a{}_{2b} q^b{}_1 \\ T^a{}_{13} &= \partial_1 q^a{}_3 - \partial_3 q^a{}_1 + \omega^a{}_{1b} q^b{}_3 - \omega^a{}_{3b} q^b{}_1 \\ T^a{}_{23} &= \partial_2 q^a{}_3 - \partial_3 q^a{}_2 + \omega^a{}_{2b} q^b{}_3 - \omega^a{}_{3b} q^b{}_2 \end{aligned} \tag{2.48}$$

y se traducen a los componentes de espín del tensor de campo:

$$\begin{aligned} F^a{}_{12} &= \partial_1 A^a{}_2 - \partial_2 A^a{}_1 + \omega^a{}_{1b} A^b{}_2 - \omega^a{}_{2b} A^b{}_1 \\ F^a{}_{13} &= \partial_1 A^a{}_3 - \partial_3 A^a{}_1 + \omega^a{}_{1b} A^b{}_3 - \omega^a{}_{3b} A^b{}_1 \\ F^a{}_{23} &= \partial_2 A^a{}_3 - \partial_3 A^a{}_2 + \omega^a{}_{2b} A^b{}_3 - \omega^a{}_{2b} A^b{}_2. \end{aligned} \tag{2.49}$$

Con las definiciones anteriores, estas ecuaciones pueden expresarse como la densidad de flujo magnético:

$$\mathbf{B}^a = \boldsymbol{\nabla} \times \mathbf{A}^a - \boldsymbol{\omega}^a{}_b \times \mathbf{A}^b. \tag{2.50}$$

En la teoría MH, las ecuaciones correspondientes son:

$$\mathbf{E} = -\boldsymbol{\nabla}\phi - \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} \tag{2.51}$$

y

$$\mathbf{B} = \boldsymbol{\nabla} \times \mathbf{A} \tag{2.52}$$

sin índices de polarización y sin conexión de espín.

2.3 El Campo $B^{(3)}$ en la Geometría de Cartan

El campo $B^{(3)}$ es una consecuencia de la expresión general de la densidad de flujo magnético en la teoría ECE:

$$\mathbf{B}^a = \boldsymbol{\nabla} \times \mathbf{A}^a - \boldsymbol{\omega}^a{}_b \times \mathbf{A}^b. \tag{2.53}$$

En general, la suma sobre índices repetidos significa que:

$$\mathbf{B}^a = \boldsymbol{\nabla} \times \mathbf{A}^a - \boldsymbol{\omega}^a{}_{(1)} \times \mathbf{A}^{(1)} - \boldsymbol{\omega}^a{}_{(2)} \times \mathbf{A}^{(2)} - \boldsymbol{\omega}^a{}_{(3)} \times \mathbf{A}^{(3)} \tag{2.54}$$

pero esta expresión general puede simplificarse, tal como se comenta posteriormente en este libro, utilizando la suposición:

$$\boldsymbol{\omega}^a{}_b = \epsilon^a{}_{bc}\boldsymbol{\omega}^c \tag{2.55}$$

que es la expresión para la dualidad de un tensor y un vector. Puede demostrarse empleando el vector de la identidad de Cartan que el campo $B^{(3)}$ viene dado por:

$$\mathbf{B}^{(3)} = \boldsymbol{\nabla} \times \mathbf{A}^{(3)} - i\frac{\kappa}{A^{(0)}}\mathbf{A}^{(1)} \times \mathbf{A}^{(2)} \tag{2.56}$$

donde los potenciales se relacionan entre sí a través del teorema cíclico:

$$\mathbf{A}^{(1)} \times \mathbf{A}^{(2)} = iA^0\mathbf{A}^{(3)*} \text{ et cyclicum.} \tag{2.57}$$

Para una onda plana los potenciales son como sigue:

$$\mathbf{A}^{(1)} \times \mathbf{A}^{(2)*} = \frac{A^0}{\sqrt{2}}(\mathbf{i} - i\mathbf{j})\, e^{i(\omega t - \kappa Z)}, \tag{2.58}$$

$$\mathbf{A}^{(3)} = A^0\mathbf{k}, \tag{2.59}$$

de manera que el campo $B^{(3)}$ viene definido por:

$$\mathbf{B}^{(3)} = -i\frac{\kappa}{A^{(0)}}\mathbf{A}^{(1)} \times \mathbf{A}^{(2)}. \tag{2.60}$$

Por lo tanto, el campo $B^{(3)}$ es el resultado de la relatividad general, y no existe en la teoría de campo de Maxwell Heaviside porque la teoría MH es una teoría de la relatividad restringida, sin una conexión geométrica. El campo $B^{(3)}$ es un campo longitudinal radiado que se propaga en el eje (3) o también denominado Z. Cuando fue inferido, en el mes de noviembre de 1991, era un concepto completamente nuevo, y gradualmente se fue comprendiendo que el mismo conducía a una electrodinámica con topología más elevada, que se identificó como geometría de Cartan en el año 2003. "Topología más elevada" significa, en este sentido, que se requiere de una geometría diferencial diferente para definir la electrodinámica. Esto puede apreciarse a través del hecho de que el campo, en la electrodinámica invariante según gauge U(1) es:

$$F = d \wedge A \tag{2.61}$$

pero en teoría ECE es:

$$F^a = d \wedge A^a + \omega^a{}_b \wedge A^b \tag{2.62}$$

con la presencia de índices y de conexión de espín. Una elección de índices internos conduce a la electrodinámica $O^{(3)}$, tal como se delineó más arriba y se explica con más detalle más adelante.

Gradualmente se fue comprendiendo que la electrodinámica $O^{(3)}$ y la electrodinámica ECE se reducen con precisión a la teoría MH en ciertos límites, pero también brindan mucha más información, siendo un ejemplo de ello el Efecto Faraday Inverso. El campo $B^{(3)}$ condujo, por primera vez, a una electrodinámica que se basa en covariancia generalizada, y no covariancia según Lorentz, de manera que se volvió posible, y de una manera relativamente sencilla, unificar el electromagnetismo con la gravitación.

Resulta importante comprender que $B^{(3)}$ no es un campo magnético estático, pues interactúa con la materia a través del producto conjugado $\mathbf{A}^{(1)} \times \mathbf{A}^{(2)}$ a través del cual se define. De manera que $B^{(3)}$ es intrínsecamente no lineal por naturaleza, mientras que un campo magnético estático no se relaciona con el producto conjugado de óptica no lineal. El campo $B^{(3)}$ necesita para su definición de una conexión geométrica, y un conjunto diferente de ecuaciones de campo respecto de aquellas que gobiernan el campo magnético estático. Éste último cumple con la ley del magnetismo de Gauss y la ley de Ampère. El campo magnético estático no se propaga a una velocidad *c* en el vacío, pero el campo $B^{(3)}$ se propaga en el vacío, junto con $A^{(1)}$ y $A^{(2)}$, y cuando el campo $B^{(3)}$ interactúa con la materia produce una magnetización a través de una bien definida hiper-polarizabilidad en el Efecto Faraday

Inverso. Las ecuaciones de campo necesarias para definir el campo $B^{(3)}$ deben de obtenerse a partir de la geometría de Cartan, y no son ecuaciones pertenecientes al espaciotiempo de Minkowski.

2.4 Las Ecuaciones de Campo del Electromagnetismo.

Éstas se basan directamente en las identidades de Cartan y de Evans, utilizando las hipótesis (2.40) y (2.41) y dan una teoría ricamente estructurada, resumida en el Modelo de Ingeniería ECE, publicado en el portal www.aias.us . Antes de proceder a una descripción de las ecuaciones de campo, se incluye un resumen de la identidad de Cartan en notación vectorial. De una manera similar a la torsión, la segunda ecuación estructural de Cartan Maurer da lugar a una curvatura orbital y a una curvatura de espín:

$$\mathbf{R}^a{}_b(\text{spin}) = \boldsymbol{\nabla} \times \boldsymbol{\omega}^a{}_b - \boldsymbol{\omega}^a{}_c \times \boldsymbol{\omega}^c{}_b. \tag{2.63}$$

Como en el documento UFT 254, consideremos ahora la identidad de Cartan:

$$d \wedge T^a + \omega^a{}_b \wedge T^b := R^a{}_b \wedge q^b. \tag{2.64}$$

La parte espacial de esta identidad puede expresarse como:

$$\boldsymbol{\nabla} \cdot \mathbf{T}^a + \boldsymbol{\omega}^a{}_b \cdot \mathbf{T}^b = \mathbf{q}^b \cdot (\boldsymbol{\nabla} \times \boldsymbol{\omega}^a{}_b - \boldsymbol{\omega}^a{}_c \times \boldsymbol{\omega}^c{}_b)\,. \tag{2.65}$$

Reordenando y utilizando:

$$\mathbf{q}^b \cdot \boldsymbol{\omega}^a{}_c \times \boldsymbol{\omega}^c{}_b = \boldsymbol{\omega}^a{}_b \cdot \boldsymbol{\omega}^a{}_c \times \mathbf{q}^c \tag{2.66}$$

y

$$\boldsymbol{\nabla} \cdot \boldsymbol{\nabla} \times \mathbf{q}^a = 0 \tag{2.67}$$

nos da

$$\boldsymbol{\nabla} \cdot \boldsymbol{\omega}^a{}_b \times \mathbf{q}^b = \boldsymbol{\omega}^a{}_b \cdot \boldsymbol{\nabla} \times \mathbf{q}^b - \mathbf{q}^b \cdot \boldsymbol{\nabla} \times \boldsymbol{\omega}^a{}_b \tag{2.68}$$

es decir, da la identidad de Cartan en notación vectorial, un resultado muy útil que se empleará posteriormente en este capítulo y en el libro. La consistencia interna y corrección del resultado (2.68) se demuestra por el hecho de que es un ejemplo de la conocida identidad vectorial:

$$\nabla \cdot \mathbf{F} \times \mathbf{G} = \mathbf{G} \cdot \nabla \times \mathbf{F} - \mathbf{F} \cdot \nabla \times \mathbf{G}. \tag{2.69}$$

De manera que puede verse claramente que la geometría de Cartan generaliza geometría bien conocida e identidades vectoriales.

Para la electrodinámica ECE, la Ec. (2.68) deviene:

$$\nabla \cdot \boldsymbol{\omega}^a{}_b \times \mathbf{A}^b = \boldsymbol{\omega}^a{}_b \cdot \nabla \times \mathbf{A}^b - \mathbf{A}^b \cdot \nabla \times \boldsymbol{\omega}^a{}_b. \tag{2.70}$$

La densidad de flujo magnético se define en la teoría ECE como:

$$\mathbf{B}^a = \nabla \times \mathbf{A}^a - \boldsymbol{\omega}^a{}_b \times \mathbf{A}^b \tag{2.71}$$

De manera que

$$\nabla \cdot \mathbf{B}^a = -\nabla \cdot \boldsymbol{\omega}^a{}_b \times \mathbf{A}^b \tag{2.72}$$

dando la ley del magnetismo de Gauss en relatividad general y en teoría de campo unificado ECE.

Como en el documento UFT 256, la identidad de Cartan y la hipótesis fundamental de ECE dan las ecuaciones de campo homogéneas del electromagnetismo en la teoría ECE:

$$\nabla \cdot \mathbf{B}^a = \frac{\rho^m}{\epsilon_0 c} = \boldsymbol{\omega}^a{}_b \cdot \mathbf{B}^b - \mathbf{A}^b \cdot \mathbf{R}^a{}_b(\mathrm{spin}) \tag{2.73}$$

y

$$\begin{aligned} &\frac{\partial \mathbf{B}^a}{\partial t} + \nabla \times \mathbf{E}^a = \mathbf{J}^m / \epsilon_0 \\ &= \boldsymbol{\omega}^a{}_b \times \mathbf{E}^b - c\omega_0 \mathbf{B}^a - c\left(\mathbf{A}^b \times \mathbf{R}^a{}_b(\mathrm{orb}) - \mathbf{A}^b{}_0 \mathbf{R}^a{}_b(\mathrm{spin})\right) \end{aligned} \tag{2.74}$$

en las que la curvatura de espín se define a través de la Ec. (2.63) y la curvatura orbital mediante:

$$\mathbf{R}^a{}_b(\mathrm{orb}) = -\nabla \omega^a{}_{0b} - \frac{1}{c}\frac{\partial \boldsymbol{\omega}^a{}_b}{\partial t} - \omega^a{}_{0c}\boldsymbol{\omega}^c{}_b + \omega^c{}_{0b}\boldsymbol{\omega}^a{}_c. \tag{2.75}$$

El lado derecho de estas ecuaciones describe, respectivamente, la densidad de carga magnética y la densidad de corriente magnética. La controversia acerca de la existencia de la densidad de corriente y de carga magnética ha perdurado por más de un siglo, y el consenso parece apuntar a que no existen. (Si se demuestra que son reproducibles y repetibles, la teoría ECE puede describirlas como en las ecuaciones de más arriba). Si la densidad de corriente de carga magnética desaparece, entonces:

$$\boldsymbol{\omega}^a{}_b \cdot \mathbf{B}^b = \mathbf{A}^b \cdot \mathbf{R}^a{}_b(\text{spin}) \tag{2.76}$$

y

$$\boldsymbol{\omega}^a{}_b \times \mathbf{E}^b - c\omega_0 \mathbf{B}^a = c\left(\mathbf{A}^b \times \mathbf{R}^a{}_b(\text{orb}) - \mathbf{A}^b{}_0 \mathbf{R}^a{}_b(\text{spin})\right) \tag{2.77}$$

e implican que la ley del magnetismo de Gauss en la teoría ECE:

$$\boldsymbol{\nabla} \cdot \mathbf{B}^a = 0 \tag{2.78}$$

y la ley de inducción de Faraday:

$$\frac{\partial \mathbf{B}^a}{\partial t} + \boldsymbol{\nabla} \times \mathbf{E}^a = \mathbf{0}. \tag{2.79}$$

La identidad de Evans da

$$\boldsymbol{\nabla} \cdot \mathbf{E}^a = \frac{\rho^a}{\epsilon^0} = \boldsymbol{\omega}^a{}_b \cdot \mathbf{E}^b - c\mathbf{A}^b \cdot \mathbf{R}^a{}_b(\text{orb}) \tag{2.80}$$

y

$$\begin{aligned} \boldsymbol{\nabla} \times \mathbf{B}^a - \frac{1}{c^2}\frac{\partial \mathbf{E}^a}{\partial t} &= \mu_0 \mathbf{J}^a \\ &= \boldsymbol{\omega}^a{}_b \times \mathbf{B}^b + \frac{\omega_0}{c}\mathbf{E}^b - A^b{}_0 \mathbf{R}^a{}_b(\text{orb}) - \mathbf{A}^b \times \mathbf{R}^a{}_b(\text{spin}). \end{aligned} \tag{2.81}$$

La Ec. (2.80) define la densidad de carga eléctrica:

$$\rho^a = \epsilon_0 \left(\boldsymbol{\omega}^a{}_b \cdot \mathbf{E}^b - c\mathbf{A}^b \cdot \mathbf{R}^a{}_b(\text{orb})\right) \tag{2.82}$$

y la Ec. (2.81) define la densidad de corriente eléctrica:

$$\mathbf{J}^a = \frac{1}{\mu_0}\left(\boldsymbol{\omega}^a{}_b \times \mathbf{B}^b + \frac{\omega_0}{c}\mathbf{E}^b - \left(\mathbf{A}^b \times \mathbf{R}^a{}_b(\text{spin}) + A^b{}_0 \mathbf{R}^a{}_b(\text{orb})\right)\right). \tag{2.83}$$

Con estas definiciones, las ecuaciones de campo inhomogéneas devienen la ley de Coulomb:

$$\nabla \cdot \mathbf{E}^a = \rho^a / \epsilon_0 \tag{2.84}$$

y la ley de Ampère Maxwell:

$$\nabla \times \mathbf{B}^a - \frac{1}{c^2}\frac{\partial \mathbf{E}^a}{\partial t} = \mu_0 \mathbf{J}^a. \tag{2.85}$$

2.5 Las Ecuaciones de Campo de la Gravitación.

Tal como se demostró en el Modelo de Ingeniería, las ecuaciones de campo de la gravitación son las dos ecuaciones de campo homogéneas:

$$\nabla \cdot \mathbf{h} = 4\pi G \rho_{gm} \tag{2.86}$$

y

$$\nabla \times \mathbf{g} + \frac{1}{c}\frac{\partial \mathbf{h}}{\partial t} = \frac{4\pi G}{c}\mathbf{j}_{gm} \tag{2.87}$$

y las dos ecuaciones inhomogéneas:

$$\nabla \cdot \mathbf{g} = 4\pi G \rho_m \tag{2.88}$$

y

$$\nabla \times \mathbf{h} - \frac{1}{c}\frac{\partial \mathbf{g}}{\partial t} = \frac{4\pi G}{c}\mathbf{J}_m. \tag{2.89}$$

Aquí, **g** es la aceleración debida a la gravedad, y **h** es el campo gravitomagnético, definido por las ecuaciones estructurales de Cartan Maurer como:

$$\mathbf{g} = -\frac{\partial \mathbf{Q}}{\partial t} - \nabla\Phi - \omega_0 \mathbf{Q} + \Phi\boldsymbol{\omega} \tag{2.90}$$

y

$$\boldsymbol{\Omega} = \nabla \times \mathbf{Q} - \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{Q}. \tag{2.91}$$

En la física newtoniana solamente existe la Ec. (2.88), donde G es la constante de Newton y donde ρ_m es la densidad de la masa. Los términos ρ_{gm} y $\mathbf{J}_{gm}$ son, respectivamente, las (hipotéticas) densidad de masa y de corriente gravitomagnética, En las ecuaciones ECE hay un campo gravitomagnético **h** (desarrollado en los documentos UFT 117 y UFT 118) y una ley de Faraday de inducción gravitacional, la Ec. (2.87), desarrollada en el documento UFT 75. Éste último documento describe la evidencia experimental para la ley de inducción gravitacional, y los documentos UFT 117 y UFT 118 utilizan el campo gravitomagnético para explicar la precesión no explicable mediante la teoría de Newton.

Es probable que todos los campos predichos por la teoría ECE de la gravitación serán descubiertos eventualmente, porque se basan en geometría, tal como lo propugnaba Kepler. Durante el transcurso del desarrollo de la teoría ECE se han producido muchos avances en el electromagnetismo y la gravitación. Hubo espacio aquí para un breve resumen de recopilación.