

Traducción: Alex Hill (www.et3m.net)

Capítulo 6

AMPLIANDO LA OBRA DE EINSTEIN

- El Año Milagroso de Einstein y Trabajos Posteriores
- El Efecto Fotoeléctrico, la Teoría Cuántica y el Campo B⁽³⁾
- La Existencia y Movimiento de los Átomos
- La Relatividad Restringida
- $E = mc^2$
- La Relatividad General
- Evaluando la Relatividad General
- Nuevas Cosmologías
- Gran Teoría del Campo Unificado
- El Camino a la Unificación

Einstein es famoso por sus cinco grandes obras de 1905, las cuales cambiaron a la física para siempre. También es famoso por la relatividad restringida y general, nuevas cosmologías y su búsqueda de unificar la gravedad con la teoría cuántica. Einstein estudió en la Universidad ETH, en Zurich, y luego fue Profesor en la Universidad de Zurich. Myron fue profesor invitado en la Universidad de Zurich durante un año, alrededor de 1991, donde efectuó el avance sensacional que le permitió completar la búsqueda de Einstein de una gran teoría del campo unificado. Myron y sus colaboradores en el AIAS también han ampliado y mejorado todas las otras partes principales del trabajo de Einstein. Este capítulo destaca cómo todo esto se llevó a cabo.

El Año Milagroso de Einstein y Trabajos Posteriores.

Einstein asistió al Politécnico de Zurich desde el mes de octubre de 1896 hasta el mes de julio de 1900. El Politécnico de Zurich era un colegio de profesores y de materias técnicas, que disponía de laboratorios científicos con los equipos más avanzados, patrocinado por Werner Siemens. Para el año de 1911, el Politécnico había adquirido tal renombre que se

elevó su categoría, y muy pronto fue rebautizado como ETH (Eidgenössische Technische Hochschule Zurich).

Luego de su graduación, Einstein halló eventualmente un trabajo bien remunerado, en la Oficina de Patentes de Berna (donde trabajó hasta 1909), que se adaptaba bien tanto a su personalidad como a sus talentos. El padre de Einstein había sido el dueño de su propia empresa de electrificación y generación, que había involucrado a Albert en trabajos de patentamiento y en el diseño práctico de dispositivos electromagnéticos. Albert descubrió que podía llevar a cabo su trabajo de patentes durante una fracción de su rutina diaria, lo cual le dejaba tiempo libre para trabajar subrepticamente en sus teorías, mientras aún se hallaba sentado tras su escritorio. Michele Besso, amigo de Einstein de toda la vida, también trabajaba en la Oficina de Patentes, lo cual le servía a Einstein como caja de resonancia de sus teorías.

Durante esta época, se llevaban a cabo los grandes avances en física teórica mediante la aplicación de mecánica estadística y teoría cinética a problemas de radiación y termodinámica. El profesor Ludwig Boltzmann había producido trabajos muy influyentes, demostrando la manera en que las matemáticas y la estadística podían aplicarse a problemas, tanto físicos como químicos, que involucrasen moléculas. En el año de 1901, Einstein logró publicar su primer trabajo, el cual describía el fenómeno capilar en términos de la atracción entre grandes cantidades de moléculas. Einstein luego dedicó tiempo a la consideración de la forma en la que la mecánica estadística podría aplicarse a moléculas que estuviesen sometidas a un proceso de difusión y a otros procesos. Esta actividad preparó el camino para el año milagroso de Einstein de 1905, año en que presentó al mundo sus cinco grandes trabajos que cambiaron a la física.

1. El año milagroso de Einstein de 1905 se inició con ‘Acerca de un Punto de Vista Heurístico Referido a la Producción y Transformación de Luz’, el cual explicaba el efecto fotoeléctrico y habría de conducir hacia la teoría cuántica y al único Premio Nobel recibido por Einstein.
2. El segundo trabajo de Einstein; ‘Una Nueva Determinación de las Dimensiones Moleculares’, en el cual utilizó el proceso de viscosidad y difusión para formular dos ecuaciones simultáneas para resolver las incógnitas representadas por los tamaños de las partículas y su número. Alimentando los datos para el caso de azúcar disuelto en agua y resolviendo las ecuaciones simultáneas, se produjo entonces el número de Avogadro y el tamaño de las moléculas involucradas.
3. El tercer documento de Einstein explicó el fenómeno de movimiento browniano, y demostró efectivamente la existencia de los átomos y las moléculas. Robert Brown, a quien le fue otorgado el galardón como Científico de la Lista Civil Británica, había descubierto, en 1828, que los granos de polen en agua podían observarse bajo un microscopio cuando alteraban en forma brusca sus velocidades y dirección de movimiento, tal como si hubieran estado recibiendo impactos al azar desde diferentes direcciones. Einstein utilizó mecánica estadística para demostrar que partículas invisibles más pequeñas por muchos órdenes de magnitud, a un nivel de tamaño molecular, podían actuar conjuntamente en forma azarosa para producir la dinámica mencionada sobre los granos de polen. Más aún, Einstein demostró que la distancia que los granos de polen habrían de alejarse de sus posiciones iniciales era

proporcional a la raíz cuadrada del tiempo transcurrido entre las observaciones, lo cual podría demostrarse mediante una sencilla observación de los granos a través del microscopio.

4. El cuarto documento de Einstein cambió nuestra comprensión del espacio y del tiempo y se tituló 'Acerca de la Electrodinámica de los Cuerpos en Movimiento'. Esta fue la teoría de la relatividad restringida de Einstein.
5. El quinto documento de Einstein se desarrolló a partir de su cuarto documento, y llevó por título '¿Acaso Depende la Inercia de un Cuerpo de su Contenido de Energía?' Este trabajo introdujo al mundo la célebre ecuación de Einstein: $E=mc^2$.

Einstein luego amplió su teoría de 1905, acerca de la relatividad restringida, a la relatividad general, la cual incluía los efectos de aceleración y gravedad. Einstein finalmente desarrolló su célebre ecuación de campo de Einstein-Hilbert (EH) en 1915, pero el aprendizaje de la matemática avanzada de las superficies curvas inherente en la teoría afectó seriamente su salud y le llevó al borde de la muerte. Por fortuna, su prima y futura segunda esposa, Elsa Einstein, se hallaba allí para cuidarlo y retornarlo a un estado saludable.

En la segunda mitad de su vida, Einstein intentó unificar su teoría cuántica con su teoría de la relatividad general para producir una teoría del campo unificado, la cual recibe con frecuencia la denominación de teoría del todo. Luego de que se le llevara enfermo desde su hogar en Princeton, Einstein permaneció los dos últimos días de su vida en el Princeton Hospital, donde aún unas pocas horas antes de su muerte continuó su trabajo sobre las matemáticas requeridas para completar su teoría del todo. Posteriormente, este trabajo se consideró imposible, hasta que Myron Evans demostró el error de los críticos al producir la teoría ECE en el año de 2003.

Al formular la gran ecuación de campo de la relatividad general de Einstein-Hilbert, tanto Einstein como Hilbert se habían visto obligados a efectuar una simplificación a las matemáticas del espacio-tiempo. La simplificación implicaba una suposición de simetría, porque las matemáticas de Riemann de superficies curvas sobre las que trabajaban no podían incorporar la asimetría requerida. Las matemáticas tensoriales que Hilbert y Einstein requerían, sin embargo, estaban siendo desarrolladas por el gran matemático francés Elie Cartan. La matemática tensorial de Cartan podía incorporar el efecto del espín al espacio-tiempo y podía, por lo tanto, sostener la posibilidad de combinar al electromagnetismo de la luz con la curvatura provocada por la gravitación. Einstein sabía que la ecuación de campo de la relatividad de Einstein-Hilbert de 1915 poseía limitaciones, y que sólo constituía un primer paso hacia su meta de describir la física a través de la geometría. Por lo tanto, colaboró infructuosamente en la década de 1920 con Elie Cartan para tratar de combinar la curvatura de la gravedad con el espín de la luz y el espacio-tiempo. Sin embargo, no fue capaz de llegar a una solución durante el transcurso de su vida, y se requeriría hasta el siglo XXI para completar este paso final de la química física, a través del desarrollo de la Gran Teoría del Campo Unificado de Einstein-Cartan-Evans.

El Efecto Fotoeléctrico, Teoría Cuántica y el Campo B⁽³⁾

El año de 1905 fue el ‘Año Milagroso’ de Einstein, durante el cual presentó al mundo los cinco grandes trabajos que cambiaron la física.

El primer trabajo del año milagroso de Einstein en 1905 se tituló ‘Acerca de un Punto de Vista Heurístico Respecto de la Producción y Transformación de Luz’. En este primer documento seminal de 1905, Einstein dio su explicación del efecto fotoeléctrico, que condujo a la teoría cuántica y al único Premio Nobel recibido por Einstein.

Einstein estudió su licenciatura en física en la Universidad ETH de Zurich, que en aquella época se denominaba Politécnico ETH. Allí, Einstein estaba tan obsesionado con la naturaleza de la luz que en algunas ocasiones olvidaba asistir a sus clases, ¡ya que estaba siguiendo su propio camino para ‘revelar el enigma’ de la luz! Los profesores de Einstein eran conscientes de sus indubitables talentos en el campo de la física, pero les asombraba su arrogancia e incapacidad de cumplir con la etiqueta dictada por su posición como estudiante. Como resultado, Einstein no logró obtener una posición en una universidad luego de graduarse, pero halló un excelente empleo que se ajustaba a su temperamento y conocimiento práctico de dispositivos eléctricos, al trabajar como revisor de patentes en la oficina de patentes de Berna. Este conocimiento práctico acerca de la generación eléctrica provino de su trabajo en las empresas del negocio de su padre. Durante los años de Albert como escolar, se le habían otorgado a su padre los contratos para iluminar las calles de Munich. Sin embargo, el negocio se basaba en la utilización de corriente directa, y sufrió un traspasé cuando los contratos subsiguientes fueron otorgados a Siemens, el rival comercial del padre de Einstein. Siemens utilizó las utilidades generadas por este muy rentable negocio para transformar al departamento de física del politécnico ETH, equipándolo con las instalaciones más modernas para entrenar a físicos y a profesores de física. En 1905, mientras trabajaba como revisor de patentes, Einstein publicó los cinco documentos que revolucionaron la física. El documento acerca del efecto fotoeléctrico afirmaba que los rayos de luz no son continuos, sino que viajan en cantidades discretas o paquetes de energía, que ahora denominamos cuantos o fotones. Este documento habría de otorgar a Einstein, en forma tardía, el premio Nobel de física de 1921, y le permitió regresar a Zurich como Profesor de Física en la Universidad de Zurich, la universidad ‘hermana’ del ETH. En 1905, la explicación de Einstein del movimiento browniano demostró a los físicos que los átomos y las moléculas existían. Einstein había estudiado previamente el trabajo de líderes en el campo de la filosofía física, tales como Mach, quien no creía en la existencia de los átomos, y el trabajo de Einstein acerca del movimiento browniano convenció a un Albert en plena maduración que la física resultaba innecesariamente abstracta, y que ¡Boltzmann estaba en lo correcto al creer en la naturaleza determinista de la materia a un nivel atómico! Las ecuaciones de Boltzmann, que describían la naturaleza particular de la materia mediante colisiones entre incontables números de esferas, poseían de hecho su raíz en colisiones reales entre átomos y moléculas.

Desde sus tempranos años en Aberystwyth, Myron también se sintió obsesionado por la naturaleza de la luz en su manifestación química, a través de la espectroscopia. La espectroscopia del infrarrojo lejano se había transformado en el eje principal de su trabajo, tan pronto comenzó a trabajar para obtener su doctorado. Este trabajo requirió que Myron considerase la forma en la cual la luz, en el intervalo de baja energía del infrarrojo lejano,

habría de afectar el movimiento de las moléculas. En el infrarrojo, la luz provoca que los átomos en las moléculas vibren alrededor de sus uniones con otros átomos. El enigma en el infrarrojo lejano era cómo era que la luz provocaba que las moléculas se trasladaran, rotaran y oscilaran. El movimiento de Myron hacia la simulación computacional fue, esencialmente, una extensión del trabajo de Einstein sobre el movimiento browniano. Así, durante años, Myron había estado siguiendo un sendero similar al de Einstein, pero esta conexión no resultaba entonces obvia. Cuando Myron se mudó a Zurich, no sólo cruzó senderos con Einstein de una manera geográfica, sino también a través del deseo mutuo de los dos físicos de comprender más a fondo la naturaleza de la luz. Poéticamente entonces, Myron efectuó el descubrimiento, en Zurich, que habría de ampliar nuestra comprensión de la luz y del fotón, y con el tiempo habría de facilitar el completar el trabajo de toda la vida de Einstein. La comprensión de Einstein acerca de la luz se construyó sobre la obra del también Científico de la Lista Civil Michael Faraday. Ahora, Myron habría de construir sobre la obra de ambos científicos con su trabajo del Efecto Faraday Inverso, el cual coincidentemente se llevó a cabo en Zurich, donde trabajó con el grupo de investigación de Wagniere.

La Existencia y Movimiento de los Átomos.

El segundo trabajo durante el año milagroso de Einstein llevó por título ‘Una Nueva Determinación de las Dimensiones Moleculares’. En este documento Einstein utilizó los procesos de viscosidad y difusión para calcular el tamaño de moléculas y el valor del número de Avogadro.

Einstein muy pronto siguió a este documento con su tercer documento milagroso, el cual utilizó el movimiento browniano para demostrar que los átomos realmente existían.

Robert Brown (1773-1858) fue el botánico escocés en la Expedición de Matthew Flinders (1801-1803) a Nueva Holanda (ahora denominada Australia Occidental) a bordo de la nave *Investigator*, donde descubrió varios miles de nuevas especies de plantas. Resulta interesante que Brown también descubrió y bautizó al núcleo hallado en las células. En el año de 1828, Brown observó que pequeñas partículas, tales como los granos de polen en agua o partículas de polvo suspendidas en aire iluminado con un rayo de luz, muestran un movimiento errático aun cuando el aire o el agua parecen hallarse inmóviles. Este movimiento errático se denomina movimiento browniano. Las contribuciones de Robert Brown al campo de la botánica y biología celular, junto con su descubrimiento del movimiento browniano, condujo a que se le otorgase la distinción de incorporarlo a la Lista Civil.

Brown no fue capaz de explicar el movimiento browniano, pero en 1905 Einstein si lo logró. Einstein afirmó que el movimiento errático de pequeños granos de polen se debía a colisiones con partículas de agua, aún más pequeñas y en rápido movimiento. Einstein ya había deducido el número de Avogadro a partir de un experimento de difusión en su segundo gran documento de 1905, lo cual le permitió calcular el tamaño aproximado de átomos y moléculas, que resultó de suma importancia para demostrar su existencia y el cálculo del número de Avogadro. El tercer gran documento de Einstein de 1905 le permitió,

a través de su explicación del movimiento browniano, demostrar a los físicos que los átomos realmente existen. Un aspecto muy importante del documento de Einstein acerca del movimiento browniano fue que la demostración no sólo se basaba en matemáticas sino que también podía demostrarse experimentalmente mediante una sencilla observación de granos de polen a través de un microscopio y la medición de su movimiento. Esto constituyó un gran logro de la ciencia baconiana, que tristemente muestra su ausencia en mucha de la física teórica moderna, la cual se confía en demasía en las matemáticas abstractas a expensas de la experimentación.

Myron continuó con el trabajo de Einstein acerca del movimiento browniano durante su estancia en Aberystwyth y Oxford, lo cual condujo a la obtención de dos premios independientes, otorgados por la Royal Society of Chemistry, en un lapso de un año. Estos fueron el Harrison Memorial Prize y la Meldola Medal, los cuales fueron otorgados por una extensión de la teoría del movimiento browniano, denominada Teoría de Mori (véanse los primeros documentos elaborados por Evans en la sección de Omnia Opera del portal www.aias.us, y la monografía Molecular Dynamics, también disponible en el mismo portal). Myron trabajó en el tema del movimiento browniano con Gareth Evans, Bill Coffey y Paolo Grigolini. La descripción incluida en la reseña de la Omnia Opera de Myron también incluye detalles de este trabajo, y uno o dos de los '10 mejores' trabajos de Myron se refieren a este tema. Myron y sus colegas trabajaron sobre las ecuaciones de Smolouchowski, Fokker, Planck y Kramer, y también sobre la ecuación de Euler Langevin. La teoría de Mori extiende el coeficiente de fricción de la ecuación de Langevin a una función de memoria y una fracción continua. Myron y su equipo evaluaron esto con datos del infrarrojo lejano obtenidos en Aberystwyth. Posteriormente este trabajo se transformó en el Algoritmo de Pisa (véase la Omnia Opera). Myron utilizó una combinación de simulación, teoría y datos. La 'conexión de opiniones positivas' que de hecho pueden leerse actualmente en el portal ya mencionado demuestran que este trabajo tuvo un gran impacto; por ejemplo, la carta de Max Maglashan del University College de Londres, donde Myron obtuvo la designación como Ramsay Memorial Fellow (1974 a 1976) mientras estaba basado en Aberystwyth.

En 1905, en su segundo gran documento titulado 'Una Nueva Determinación de las Dimensiones Moleculares', Einstein utilizó los procesos de viscosidad y difusión para formular dos ecuaciones simultáneas con las cuales determinar las incógnitas representadas por el tamaño de la partícula y el número de partículas presentes. Alimentando los datos del caso de azúcar disuelto en agua y resolviendo las ecuaciones simultáneas, Einstein produjo el número de Avogadro y el tamaño de las moléculas involucradas. En su tercer gran documento de 1905, Einstein utilizó observaciones del movimiento browniano para demostrar que los granos de polen se mueven debido a la interacción con partículas mucho más pequeñas denominadas moléculas. Esto resulta similar a un enfoque mediante el empleo de la ecuación de Langevin.

Jean Perrin (1870-1942) había demostrado en 1895 que los rayos catódicos poseían una carga negativa, preparando el camino para el descubrimiento del electrón y calculando el número de Avogadro a través de varios métodos diferentes. Perrin también llevó a cabo el trabajo experimental para evaluar la predicción del movimiento browniano de Einstein sobre el movimiento de átomos, y al así hacerlo demostró a los físicos que la teoría atómica

desarrollada por John Dalton era correcta. También propuso, en 1909, que la constante debía de llevar el nombre de Avogadro, en honor a quien la había propuesto en 1811. Perrin recibió el premio Nobel de Física de 1926, principalmente por su trabajo sobre la constante de Avogadro. El trabajo de Perrin y Einstein vindicaron la creencia de Boltzmann acerca de la existencia de los átomos y demostró claramente que, aún a nivel atómico, la naturaleza es determinista y cumple con las leyes de la física, afirmación también descrita por Newton en su libro "Principia".

Paul Langevin (1872-1946) trabajó estrechamente con los esposos Curie y, al igual que Pierre y Marie, estudió en detalle el fenómeno de magnetismo, lo cual condujo a que Paul explicara este fenómeno en términos de electrones en átomos. También es célebre por su 'Ecuación de Langevin', que es una ecuación diferencial estocástica utilizada para describir el movimiento browniano. Einstein visitaba frecuentemente a Paul Langevin y a Marie Curie en París, y también se encontraba con ellos durante las conferencias Solvay, a partir de 1911. Langevin descubrió que el magnetismo se debe al movimiento de los electrones en los átomos. En química el espín de los electrones en los orbitales da origen al magnetismo. A medida que los orbitales se llenan con electrones se va acumulando el magnetismo. Sin embargo, una vez que los orbitales están semi-llenos, los electrones comienzan a agruparse en pares, con los electrones adicionales girando en dirección opuesta a los electrones reubicados en el orbital, lo cual provoca que el magnetismo observado se cancele. El hierro es un material fuertemente magnético (ferromagnético), porque cada átomo posee cinco electrones sin emparejar, con su espín alineado para producir un magnetismo extremadamente fuerte.

En años posteriores, Smolouchowski, Fokker, Planck y Kramer desarrollaron ecuaciones de difusión. En los años setenta hubo gran interés sobre este tema en el Instituto de Estudios Avanzados de Dublín (DIAS), donde claramente se seguía la guía de investigación de gente como Schrodinger y Synge. Myron evaluó estas ecuaciones, sumamente complicadas, en el infrarrojo lejano, utilizando los equipos Elliot 4130 y CDC 7600. Todo esto puede rastrearse a los primeros años del siglo XX, los cuales fueron tan importantes para la física.

Myron desarrolló la ecuación de Langevin para el infrarrojo lejano utilizando métodos de función de memoria en su tesis de doctorado (véanse documentos tempranos en la sección de Omnia Opera en el portal www.aias.us). Este trabajo fue posteriormente desarrollado en forma extensiva con Bill Coffey en el Trinity College de Dublín y con Paolo Grogolini en Pisa. La pérdida dieléctrica con forma de campana de Debye se produce a partir de la ecuación rotacional de Langevin, pero genera la meseta de Debye en la zona del infrarrojo lejano. Esto fue reconocido por primera vez y bautizado en el EDCL por el supervisor de doctorado de Myron, el Profesor Mansel Davies. El coeficiente de fricción de la ecuación de Langevin se desarrolló en una fracción continua de funciones de memoria. Gareth Evans, Colin Reid y Myron utilizaron ampliamente este método en el infrarrojo lejano, dando una primera explicación de los espectros en el infrarrojo lejano de los materiales. Myron agregó la simulación computacional a esta técnica en 1975, utilizando uno de los primeros métodos de simulación desarrollados por el grupo de Konrad Singer en el Royal Holloway College y el grupo de Oxford del profesor Sir John Rowlinson, donde Myron trabajó desde 1974 a 1976. Con el gran poder mejorado de los sistemas computacionales modernos, debiera de ser posible simular ahora millones de moléculas y permitir que se

describiera el infrarrojo lejano con mucho más refinamiento, utilizando los mismos métodos básicos desarrollados en la década de los setenta por el grupo de Myron del “Salón de la Fama” en el EDCL (véase el vínculo de la BBC del Gales Medio en www.aias.us).

Relatividad restringida.

El cuarto documento milagroso de Einstein cambió nuestra comprensión del espacio y del tiempo y se tituló, ‘Acerca de la Electrodinámica de los Cuerpos en Movimiento’. Esto fue la teoría de Einstein de la relatividad restringida. La relatividad restringida se originó como resultado de la medición y evaluación experimental de la velocidad de la luz.

En 1675, el astrónomo holandés Ole Roemer observó que el tiempo de duración de los eclipses de las lunas de Júpiter se veía afectado por la posición de la Tierra en su órbita alrededor del Sol en relación a Júpiter. Cuando Júpiter se encontraba en oposición, en su máxima aproximación a la Tierra, la posición de los satélites se hallaba adelantada respecto de los tiempos predichos. Esto demostró que el tiempo requerido por la luz para cruzar la órbita de la Tierra podía determinarse a través de las variaciones en los eclipses de las lunas de Júpiter, debido a la posición de la Tierra. La medición de estos tiempos produce los mejores resultados cuando se aplican a la luna Io, porque se trata de una de las lunas galileanas más pequeñas y, al ser la más cercana a Júpiter es la más veloz en emerger del eclipse. El tiempo y la distancia podían entonces utilizarse para calcular la velocidad de la luz. Utilizando el diámetro aceptado de la Tierra de aquella época, la velocidad de la luz se calculó como de 200,000 km/s.

En 1849 el físico francés Hippolyte Louis Fizeau utilizó un disco dentado que giraba a alta velocidad para reducir la necesidad de grandes distancias para experimentos de medición de la velocidad de la luz. La luz brillaba a través de los dientes del primer disco e iluminaba un segundo disco ubicado a cinco millas de distancia, y se reflejaba de regreso a lo largo de su mismo camino y hasta llegar a la misma apertura entre los dientes del disco inicial. Con los discos dentados girando a cientos de revoluciones por segundo, se volvía posible medir intervalos de tiempo de fracciones de segundo. Este método produjo un valor más adecuado de la velocidad de la luz, de 313,300 km/s. En 1926, el método mejorado de Leon Foucault, que utilizaba espejos en rotación, logró una cifra de 299,796 km/s para la velocidad de la luz.

Durante la segunda mitad del siglo XIX comenzó a apreciarse la verdadera importancia de la velocidad de la luz para la física, astronomía y cosmología. Las ecuaciones de Maxwell afirmaban que la velocidad de la luz no podía excederse y que la luz siempre habría de moverse alejándose de un observador a la velocidad de la luz, sin importar la velocidad a la cual se estuviera moviendo el observador. Los experimentos de Oliver Heaviside con electricidad también estaban produciendo resultados importantes.

En 1887, Albert Graham Michelson (1852-1931) y Edward Morley (1838-1923) llevaron a cabo el famoso experimento de Michelson y Morley. Un observador en la Tierra viaja a 30 km/s en la dirección de la órbita de la Tierra, y Michelson y Morley diseñaron un experimento para medir el efecto de esta velocidad sobre la velocidad de la luz. Esperaban descubrir que la luz viajaba más rápidamente cuando se veía apoyada por el movimiento de

la Tierra, y que viajaba más lentamente en dirección opuesta, pero quedaron perplejos al descubrir que las velocidades del observador y del aparato no tenían efecto alguno sobre la velocidad de la luz.

En 1892, George Fitzgerald (1851-1901) explicó, mientras trabajaba en el Trinity College, en Dublín, los resultados del experimento de Michelson y Morley sugiriendo que, a medida que los objetos se aproximaban a la velocidad de la luz, su dimensión en la dirección de movimiento se volvería progresivamente más corta, y esto podría explicar la constancia en la velocidad de la luz por un observador del movimiento. Las nuevas ecuaciones y experimentos de Heaviside ayudaron a Fitzgerald a llegar a esta conclusión. La hipótesis cualitativa de Fitzgerald fue adoptada casi de inmediato por Hendrik Lorentz (1853-1928), quien se dedicó a conferirle precisión matemática.

En 1904, Hendrik Lorentz produjo la transformación de Lorentz, la cual podía cuantificar la contracción de la longitud a altas velocidades. Jules Poincaré (1854-1912), el gran matemático y físico francés, fue capaz de ver la importancia de las transformaciones de Lorentz en lo referido a la sincronización del tiempo y la relatividad. Se había establecido el escenario para que Einstein formulase su teoría de la relatividad restringida, lo cual ocurrió en 1905.

Michael Faraday, el padre de la electrodinámica clásica, creía que todas las formas de luz estaban compuestas de ondas electromagnéticas que se movían a la velocidad de la luz. El Efecto Faraday proporcionó la primera evidencia experimental de que la luz y el magnetismo estaban relacionados, e inspiró a Faraday a manifestar sus ideas en público, lo cual llevó a cabo en 1846, con su conferencia 'Pensamientos Acerca de las Vibraciones de los Rayos'. Sin embargo, sus ideas acerca de la naturaleza de la luz no fueron aceptadas ampliamente. Sin embargo, James Clerk Maxwell (1831-79), el gran físico y matemático, aceptó las ideas de Faraday y se dedicó a demostrarlas.

El investigador alemán Wilhelm Weber también se interesó en el caso. En el año de 1858, Weber había medido la relación entre las fuerzas magnética y eléctrica, y cuando Maxwell alimentó el resultado de la relación de Weber a sus propias ecuaciones, surgió una velocidad igual a la velocidad de la luz.

En 1868, Maxwell logró reducir sus ideas matemáticas acerca de la luz a las cuatro ecuaciones de Maxwell, las cuales unificaron la electricidad y el magnetismo como una onda que viaja en el éter a la velocidad de la luz. Las ecuaciones de Maxwell del electromagnetismo confirmaron matemáticamente las ideas propuestas durante muchos años por Faraday acerca de la naturaleza de la luz, y cambiaron para siempre nuestros puntos de vista acerca de la naturaleza de la luz.

Además, en 1864, Maxwell pudo afirmar que la luz visible era tan sólo una forma de luz dentro de un espectro electromagnético que incluía formas invisibles de luz, con longitudes de onda más largas y más cortas. Durante los siguientes treinta años habrían de descubrirse las ondas de radio, los rayos X. y los rayos gamma, agregándose todos ellos al espectro electromagnético. Herschel ya había descubierto la luz infrarroja en el año de 1800, cuando observó que un termómetro colocado más allá del extremo rojo de la luz proveniente de un

prisma, indicó mediante sus lecturas que estaba siendo calentado por una forma previamente desconocida de luz.

Telescopios infrarrojos tales como el UKIRT (United Kingdom Infrared Telescope) observan objetos relativamente fríos, tales como nubes de polvo (nébulas) que contienen estrellas que se encuentran al principio de sus vidas. La luz infrarroja puede penetrar las nubes de polvo, porque posee longitudes de onda más largas que la luz visible. Esto resulta similar al hecho de que la luz roja puede penetrar la niebla más profundamente que la luz blanca. El mejor y más grande telescopio en el mundo que opera en el infrarrojo lejano se ubica en Hawái, y lleva el nombre de James Clerk Maxwell, en su honor, o JCMT para abreviar.

La gran habilidad matemática de Maxwell fue apreciada a partir de sus primeros años en Cambridge, y en el año de 1852 se le invitó a que se transformase en un apóstol. Los Apóstoles eran una sociedad secreta (fundada en 1820), compuesta por los doce estudiantes considerados como de mayor intelecto entre aquellos que asistían entonces a Cambridge. Al completar sus estudios, los apóstoles se transformaban en Ángeles, y se reunían en secreto cada pocos años en uno de los colegios de Cambridge. Muchos ángeles, tales como Bertrand Russell, se ubicaron laboralmente en los medios de comunicación, el gobierno y la iglesia. Maynard Keynes y el grupo de Bloomsbury eran bien conocidos antes de la Primera Guerra Mundial. Los apóstoles captaron una vez más la atención del público en 1951, cuando quedó expuesto el grupo de espías de Cambridge. Anthony Blunt (MI5) y Guy Burgess (MI6) eran ambos espías que pasaban información a los soviéticos.

Las ecuaciones de Maxwell predijeron que la luz siempre habría de alejarse de un observador a la velocidad de la luz, sin que importase la velocidad a la que se moviese el observador. Cuando Einstein era un estudiante le intrigaron las ecuaciones de Maxwell y sus implicaciones. Esto le sirvió de estímulo para formular su gran teoría de la relatividad restringida.

La teoría propuesta por Maxwell se desarrolló utilizando el álgebra de cuaterniones de William Hamilton. Los cuaterniones constituyen una extensión no conmutativa de los números complejos, que posteriormente fueron convertidos en vectores por Oliver Heaviside, para producir la teoría de Maxwell Heaviside (MH). Sir William Rowan Hamilton (1805-1865) fue un gran matemático y físico irlandés. Su obra adquirió relevancia posteriormente, en la física cuántica, donde el 'hamiltoniano' lleva su nombre.

Oliver Heaviside (1850-1925), proveniente de Camden Town, Londres, efectuó importantes contribuciones a la física y a las matemáticas. En 1885 presentó las ecuaciones de Maxwell en su forma actual, lo cual explica el motivo por el cual se denominan como las ecuaciones y la teoría de campo de Maxwell Heaviside. También desarrolló el cálculo operacional, la teoría de vectores, la función escalón de Heaviside, la ecuación de Heaviside de la telegrafía y (en 1889) una ecuación básica para el movimiento de una carga eléctrica en un campo magnético. Desarrolló el sistema de unidades **m.k.s.**, el uso de números complejos para la teoría de circuitos, y la teoría moderna de transformadas de Laplace a través de su poderoso método de cálculo operacional. Produjo la raíz del denominador $(1 - (v/c)^2)$ quince años antes que Einstein en sus estudios acerca de la velocidad de la luz en los circuitos.

En 1896, Oliver Heaviside recibió del Gobierno Británico la Pensión Civil Vitalicia por recomendación de Rayleigh, Kelvin, Fitzgerald y otros. Es uno de los grandes físicos y matemáticos en la historia y merece ser mejor conocido.

Heaviside también propuso que el potencial vectorial A en electrodinámica clásica fuese una entidad abstracta, y desde ese punto de vista sólo los campos E y B poseen sentido físico. Este último constituye el punto de vista opuesto a aquel de Faraday y Maxwell, que consideraban que el potencial (estado electrotónico de Faraday) tiene sentido físico. El punto de vista de Heaviside se transformó en el principio gauge durante el siglo XX, principalmente a través de las ideas de Weyl. Este principio establece que la acción es invariante bajo la transformación gauge de cualquier campo. Esto parecía resultar efectivo hasta que Myron propuso la existencia del campo de espín $B^{(3)}$ de la teoría ECE en la publicación científica *Physica B*, 182, 227 y 237 (1992). El campo $B^{(3)}$ implica una invariancia gauge $O^{(3)}$ para la electrodinámica, como también es el caso en la obra de Myron entre alrededor de 1992 y 2003 (véase su *Omnia Opera* en el portal www.aias.us).

En el documento 71 se introdujo un principio de invariancia con la intención de reemplazar el principio de gauge. En los documentos 71 y 72 se desarrollaron algunas aplicaciones del principio de invariancia. En el documento 73 se desarrollaron algunos detalles de sus ventajas respecto del principio de gauge. Myron propuso el principio de invariancia en el documento 71, porque se basa directamente en un invariante de la teoría ECE y de la geometría de Cartan - el postulado de la tetrada. Este último es invariante respecto del marco de referencia (la derivada covariante de la tetrada siempre desaparece en todos los marcos de referencia). Se demostró a partir de esta propiedad que el campo de la tetrada (es decir todos los campos) deben de incluir una fase α , la cual no puede depender de la distancia y del tiempo y es, por lo tanto, ‘ global’, según la terminología algo vaga pero heredada, la cual Myron utilizó por conveniencia – ‘ local’ y ‘ global’. La conexión local y global puede utilizarse para explicar efectos de enredo cuántico, demostrando que el principio de incertidumbre de Heisenberg está equivocado y que Einstein estaba en lo correcto al afirmar que la naturaleza es determinista y que ‘Dios no juega a los dados’.

En el año 2005, Myron W. Evans siguió los pasos de William Herschel, Robert Brown, John Couch Adams, Michael Faraday, Alfred Wallace y Oliver Heaviside al recibir del Gobierno Británico la Pensión Civil Vitalicia. En la actualidad, Myron Evans es el único científico en la Gran Bretaña y en la Mancomunidad Británica que posee esta distinción.

$$E= mc^2$$

El quinto documento milagroso de Einstein se desarrolló a partir de su cuarto documento y llevó por título ‘¿Acaso la Inercia de un Cuerpo Depende de su Contenido de Energía?’ Este documento introdujo al mundo la célebre ecuación de Einstein: $E= mc^2$.

Einstein quizás es mejor conocido por su ecuación $E= mc^2$, en la que se demuestra que una pequeña cantidad de masa puede transformarse en una enorme cantidad de energía, y donde E representa la energía, m es la masa y c representa la velocidad de la luz. La velocidad de la luz es la velocidad más rápida alcanzable, y la velocidad de la luz al cuadrado es un número muy grande. Por lo tanto, la ecuación demuestra que cuando una pequeña cantidad

de masa o materia se convierte en energía, se crea una enorme cantidad de energía, tal como se observa en el caso de la bomba atómica. Esta conversión de materia en grandes cantidades de energía a través de reacciones nucleares que transformaron un elemento en otro, es el poder de las estrellas y es la fuente de energía del Sol que permite que la vida prospere en la Tierra.

En el siglo XIX se produjeron dos revoluciones científicas, que lanzaron a la química y a la biología a un vertiginoso ritmo hacia adelante. En el campo de la química, Dalton, Davy y Faraday hicieron mucho para demostrar que los átomos existían, permitiendo que la química se desarrollase y expandiese a un ritmo cada vez mayor, y que contribuyó significativamente a acelerar la revolución industrial. En biología, fue la obra de Darwin, quien nació hace 200 años en Shrewsbury, junto con Alfred Wallace, proveniente de Usk en Monmouthshire, cuya teoría acerca de la 'supervivencia del más apto' condujo a una comprensión de la teoría de la evolución, la cual ya había sido considerada por los científicos durante cientos de años, incluyendo al abuelo de Darwin. Obviamente todo esto tuvo implicaciones para el poder de la Iglesia, y obviamente los individuos religiosos se habrían de oponer a la evolución y luchar por mantener el creacionismo como la única explicación para el ascenso del hombre. Lord Kelvin se opuso a la evolución sobre la base de que la evolución requeriría de miles de millones de años para que los cambios en la vida animal y vegetal se incorporasen, pero Kelvin también creía que el Sol no puede brillar durante más de unos pocos millones de años a través de una combustión química. Aquí es donde el trabajo del matrimonio Curie, junto con Frederick Soddy y Ernest Rutherford entrarían en juego. La célebre ecuación de Einstein, $E = mc^2$, se habría de utilizar entonces para demostrar que el Sol bien podría brillar durante los miles de millones de años necesarios para que los efectos de la supervivencia del más apto condujera a la evolución, tal como lo atestigua el registro de fósiles.

Marie y Pierre Curie, en París a fines del siglo XIX, llevaron a cabo la importante tarea de separar el uranio y el radio de la pechblenda, proveniente de minas existentes en Checoslovaquia. Los esposos Curie proveyeron entonces a Soddy y a Rutherford con materiales radiactivos para que trabajasen sobre ellos en la Universidad McGill, en Canadá. Aquí, el químico Soddy y el físico Rutherford pudieron observar la transmutación de elementos por primera vez, y descubrir que los isótopos radiactivos poseen una vida media que les es característica, y que constituye el tiempo que requiere la mitad de los átomos de un isótopo en particular para sufrir una descomposición radioactiva que lo transforma en otros elementos. En 1904, Rutherford fue a Londres para dar una conferencia en la Royal Institution, donde mostró que la edad de las rocas podía determinarse midiendo el grado de descomposición radiactiva que había ocurrido desde que las rocas se habían formado o cristalizado. El uranio posee una vida media de alrededor de mil millones de años, y a lo largo de este tiempo la mitad de los átomos se habrán descompuesto para formar plomo. Rutherford simplemente había medido la proporción de plomo a uranio y había relacionado esto con la conocida vida media del uranio, para determinar la edad de algunas muestras de rocas. Esto brindó cifras que se ubicaban más allá de los mil millones de años para las muestras de rocas más antiguas, y demostraba que la Tierra sin duda había existido lo suficiente como para que se produjera el fenómeno evolutivo. Más aún, la ecuación de Einstein de 1905, $E = mc^2$, logró explicar posteriormente que, a través de reacciones nucleares y transmutaciones de los elementos, se creó una cantidad tan grande de energía

que el Sol podía fácilmente brillar en forma estable durante el tiempo requerido para soportar la vida sobre la Tierra y para que esta evolución tuviera lugar.

Soddy regresó a la Gran Bretaña en 1903, para trabajar con Lord Ramsay en el University College en Londres, donde pudo demostrar que las partículas alfa son los núcleos de los átomos de helio emitidos durante la fisión nuclear, es decir la división en dos de isótopos nucleares inestables. Soddy también demostró posteriormente que los elementos podían existir en formas alternativas que él denominó isótopos. Soddy también demostró que la emisión de partículas alfa provoca que un elemento se desplace dos lugares hacia la izquierda en la tabla periódica de los elementos, y que la emisión de una partícula beta provoca que el elemento se desplace un lugar hacia la derecha en dicha tabla. Así, Soddy bien podría considerarse el primer alquimista exitoso en el mundo. En 1904, Soddy abandonó Londres para continuar su extraordinario trabajo en la Universidad de Glasgow. La obra de Soddy posee gran importancia en la química física y en la sociedad, tal como lo describió en Aberystwyth el Profesor Mansel Davies en su artículo de 1992, publicado en 'Annals of Science' y titulado 'Frederick Soddy: el Científico como Profeta'. Su obra influyó significativamente sobre H.G. Wells, particularmente en lo concerniente al empleo de la radioactividad para construir armas atómicas, concepto considerado en los libros de Wells. De igual manera, los escritos de H.G.Wells eran del gusto de Soddy. Resulta interesante el hecho de que Mansel Davies escribiese un libro acerca de la historia de la ciencia por solicitud de Wells. Soddy estudió química inicialmente en Aberystwyth, antes de continuar sus estudios en Oxford. Esta conexión se celebró en Aberystwyth, cuando el laboratorio de radiación establecido por el Dr. Cecil Monk en los Laboratorios Químicos Edward Davies (EDCL), fue denominado "El Laboratorio Soddy". Tristemente, el Dr. Monk, quien había vivido en Borth, en las afueras de Aberystwyth durante muchos años, falleció a principios del año 2000. La obra de Soddy, llevada a cabo con Ramsay, nuevamente fue celebrada en Aberystwyth, a través del premio, recibido por Myron, de una Beca Ramsay en el University College de Londres, que Myron utilizó para financiar sus investigaciones en Aberystwyth. H.G.Wells también era bien visto en Aberystwyth, y quien entonces fuera el director del departamento de química, el Profesor John Meurig Thomas, finalizó su libro acerca de la vida de Michael Faraday en la Royal Institution citando la obra de Wells.

La obra de Wells utilizó la ciencia para predecir un posible escenario futuro, y cómo la locura del hombre podría conducir a la anarquía. Éste es el argumento central de la gran película 'Things to Come' (Cosas por Venir), en donde luego del colapso de las civilizaciones, se volvió necesario refinar el petróleo a partir de carbón con el objeto de permitir nuevamente el vuelo de los aviones, colocando a las minas de carbón en el frente mismo de las nuevas luchas por el poder. La excavación que se muestra en la película de 1936, es la mina de Griffin Colliery, en Bliana, la cual fue clausurada debido a problemas de excesiva emanación de gas en sus galerías. Posteriormente, esta mina fue completamente cubierta con la tierra extraída de la cercana mina de Rose Heyworth, lo cual se llevó a cabo para alcanzar el carbón a extraerse de sus profundidades. En la actualidad, casi todas las minas en el Sur de Gales han desaparecido, pero la mina mostrada en la película de 1936 aún se encuentra allí, debajo de su tumba del lodo: una cápsula del tiempo que habrán de descubrir futuras generaciones.

Cuando Soddy el alquimista abandonó Londres en dirección a Glasgow, fue sustituido como asistente de Lord Ramsay en el University College, en Londres, en el año 1904, por Otto Hahn, el químico alemán. En 1905, Hahn se fue a trabajar con Rutherford a la Universidad McGill, en Canadá. Siguiendo los pasos de Soddy, Hahn habría de convertirse en una de las figuras principales en el campo de la química física nuclear, en la primera mitad del siglo XX, y en los inicios de la Segunda Guerra Mundial produjo un documento que describía cómo el átomo de uranio podía dividirse mediante un bombardeo con neutrones. Éste constituyó un experimento clave, tanto para la producción de energía nuclear como para la creación de la bomba atómica, a través del proceso de fisión, y le otorgó a Hahn el premio Nobel de química en 1944. A principios de la guerra, Niels Bohr se hallaba en Nueva York, y al leer el documento de Hahn escrito un Berlín, reconoció que la división del núcleo de uranio podría conducir a una reacción en cadena, la cual podría liberar el poder descrito por la ecuación $E = mc^2$, como un arma para ganar la guerra. Bohr advirtió al gobierno de los Estados Unidos acerca de esta situación, antes de regresar a Copenhague, donde habría de encontrarse eventualmente con su viejo amigo Heisenberg, cuando Dinamarca se encontraba bajo la ocupación nazi.

Hahn había escrito un libro de radioquímica durante su temporada en la Universidad Cornell, antes de regresar a Alemania. Por azares del destino, Hahn logró mantenerse fuera del proyecto de la bomba atómica de los nazis, pero sus conocimientos de radio química descritos en su libro fueron utilizados por los norteamericanos para lograr la separación de los isótopos de uranio durante el Proyecto Manhattan.

Después de la guerra, el conocimiento mundial acerca de la naturaleza del átomo había surgido a pasos agigantados, y se fundaron importantes laboratorios, tales como en Aldermaston en la Gran Bretaña y Los Álamos en los Estados Unidos, además de sus equivalentes en Francia y Rusia. Pronto se reconoció que la fusión de átomos de hidrógeno, tal como sucede en el Sol y las estrellas, podría liberar mil veces más energía en una bomba nuclear que la observada en la fisión del uranio y del plutonio. En el espacio de un década, tanto Rusia como los Estados Unidos habrían de dominar el proceso de fusión, el cual constituye el secreto tras la longevidad del Sol y es la fuente de energía para la vida en nuestro planeta.

Niels Bohr desarrolló buenas relaciones con los Aliados durante la Segunda Guerra Mundial. A principios de la guerra, había alertado a los norteamericanos acerca de la posibilidad de una reacción en cadena del uranio, que podría conducir a un arma atómica para los nazis. Para la época en que Heisenberg visitó a Bohr, en una Copenhague ocupada, en 1941, su célebre amistad especial estaba resquebrajándose. En octubre de 1943, Bohr escapó de la Dinamarca ocupada y fue transportado por aire desde Suecia a la Gran Bretaña en un bombardero Mosquito De Havilland, para colaborar a partir de entonces en los proyectos británico y norteamericano de la bomba atómica.

El Mosquito era un bombardero construido íntegramente de madera y diseñado por De Havilland, a principios de la guerra, y puesto en servicio en sólo 21 meses. Fue uno de los aviones íconos de la Segunda Guerra Mundial, capaz de desarrollar una velocidad veinte millas por hora más rápida que el avión caza denominado Spitfire, siendo así el avión más veloz del mundo cuando fue producido por primera vez. Su diseño, íntegramente de madera, significó que era fácil de construir y que no necesitaba de metal, el cual se hallaba

escaso durante esta época. Versiones posteriores del Mosquito incluyeron un cañón en su nariz o poderosas ametralladoras, que le transformaron en una verdadera amenaza para los submarinos enemigos y para los trenes que cruzaban los territorios ocupados. Un avión Mosquito atacó el tren que transportaba a Jean-Pierre Vigier para ser interrogado, salvando con ello su vida.

Jean-Pierre Vigier nació en la Sorbona, en París, y fue educado en Ginebra, donde alcanzó títulos de doctorado en física y matemáticas. Fue miembro de la oficialidad general de la Resistencia Francesa en las Montañas de Saboya. Habiendo sido capturado por la Gestapo de Vichy, era conducido a Lyon para ser interrogado por Klaus Barbie, el criminal de guerra conocido por su falta de gentileza, cuando el tren fue bombardeado por la Real Fuerza Aérea británica, permitiendo ello el escape de Vigier y su reintegración a la Resistencia. Se unió al Ejército Francés en 1944 y fue herido en la batalla por el puente de Remagen, el cual cruza el Río Rin, pero fue pronto repatriado por una división mecanizada de infantería del ejército de los Estados Unidos. Le fue otorgada la Medalla de la Resistencia y la Legión de Honor por el Gobierno Francés.

Vigier se unió al equipo de Joliot Curie después de la guerra, pero no quiso involucrarse en las actividades de desarrollo de la bomba atómica, y renunció en protesta por el desarrollo de la bomba nuclear francesa. Fue invitado a trabajar con Einstein en el Instituto de Estudios Avanzados de Princeton, pero el gobierno norteamericano rechazó darle una visa, alegando su pertenencia al Partido Comunista francés, durante la época de apogeo de la cacería de brujas en los Estados Unidos, liderada por Eugene McCarthy. Sin embargo, Vigier logró trabajar con el Príncipe Louis De Broglie en el Institut Henri Poincaré, en París, y juntos pudieron continuar la obra de Einstein en el campo de la física determinista durante la última parte del siglo XX.

Tanto Vigier como De Broglie lideraron la física determinista durante la última parte del siglo XX. Vigier se asoció con Myron para escribir la serie de libros “The Enigmatic Photon” (El Fotón Enigmático). Esta vinculación restableció para Myron nuevos contactos vitales con Einstein y De Broglie, lo cual le permitió obtener detalles acerca de la naturaleza interior de su trabajo, y ello habría de estimular el desarrollo de avances en el campo teórico y, en última instancia, conducir a la teoría del campo unificado de Einstein-Cartan-Evans en el año 2003.

Un detalle valioso fue la revelación de que Einstein era un ardiente creyente en la masa del fotón. En el modelo establecido, la masa del fotón se ha descartado a partir de la Conferencia Solvay de 1927, en la que los físicos teóricos se alejaron de la física determinista de Einstein, De Broglie y Newton, y se volcaron hacia una representación matemática obtusa del mundo atómico, la cual se alejó progresivamente de la ciencia baconiana, que se basa en la comparación entre teoría y experimento. Richard Feynman resumió elocuentemente las características del modelo establecido de la física en la última parte del siglo XX, al afirmar que ‘uno no debiera preocuparse si no comprende la electrodinámica cuántica (QED), ¡pues él mismo no la comprendía y tampoco lo hacían los demás!’ Los físicos teóricos consideran esta afirmación como un testamento a la grandeza de Feynman, en tanto que los científicos de AIAS consideran esto como una clara admisión de que el modelo establecido ha tejido una red de engaño matemático alrededor de sí mismo, la cual ha capturado a los seguidores de la escuela de Copenhague en una red en

estrella de la cual no logran escapar, no importa cuán elaborado sea el desarrollo de sus matemáticas. Los seguidores del modelo establecido nos informan que la teoría de la electrodinámica cuántica es la teoría más exacta jamás desarrollada, y sin embargo puede demostrarse que la constante de Planck que se utiliza en sus cálculos no se conoce siquiera aproximadamente con un nivel de exactitud requerida para producir sus asombrosos resultados exactos.

Heisenberg transformó la revolucionaria ecuación de Schroedinger en su mecánica de matrices matemáticas, la cual perdió su valiosa conexión con la ciencia real y determinista. Los matemáticos estaban encantados, porque la mecánica matricial de Heisenberg puede utilizarse como un esquema de creación de empleos para mantenerlos empleados, sin la necesidad de comprender la física real y determinista. El principio de incertidumbre de Heisenberg ciertamente no fue un principio de la física, sino un engaño para confundir al mundo de la ciencia y financiar así el desarrollo de una física sin bases sólidas. El principio de incertidumbre claramente estaba equivocado, porque Compton ya había demostrado que era posible observar a los rayos X en colisión con electrones, y sus trayectorias podían observarse tanto antes como después de la colisión. Compton recibió el premio Nobel de física por su trabajo, el cual demostró claramente que, en colisiones entre fotones electrones, el momento se conserva y que la luz, tal como lo había afirmado Einstein, posee masa. La conservación de momento también demostró que no había incertidumbre en el sistema a nivel atómico, tal como afirmaba Heisenberg. Los seguidores de la escuela de Copenhague y los partidarios del modelo establecido han olvidado, convenientemente, el seminal trabajo experimental de Compton y, convenientemente, han recibido financiamiento sustancial para perseguir sus caducas e idiosincráticas teorías, ¡a expensas del contribuyente y de los verdaderos físicos!

Pudo entonces verse claramente que los fotones sin duda poseen masa. Más aún, la masa puede convertirse en energía para producir cantidades verdaderamente enormes de energía, las cuales pueden calcularse mediante la célebre ecuación de Einstein $E = mc^2$. De la misma manera, la luz puede convertirse en masa.

La masa de un electrón que se transforma en energía según la ecuación $E = mc^2$, produce luz de una longitud de onda y frecuencia correspondiente a la región de los rayos X del espectro electromagnético.

En el modelo establecido de la física existe el conocido 'Problema de Medición'. Los físicos teóricos de la escuela de Copenhague creen, equivocadamente, que los fotones y los electrones existen en un estado de limbo hasta que se les observa, y entonces se transforma ya sea a un estado ondulatorio o a un estado de partícula, dependiendo de la forma en que se conduce dicha observación. Esta es la interpretación de la dualidad onda-partícula de la época de Bohr y Einstein. Einstein intentó convencer a Bohr de lo absurdo que resultaba esta interpretación al preguntarle, '¿Acaso ello significa que la Luna no está allí cuando no la estoy mirando?!'

En química y en la teoría ECE la dualidad onda-partícula significa que los electrones poseen simultáneamente una naturaleza de partícula y una naturaleza de onda, tal como fue reconocido inicialmente por el Príncipe Louis De Broglie. En microscopía electrónica de alta resolución, se establece la naturaleza ondulatoria de un electrón mediante el control de

la velocidad del electrón, acelerándolo a través del potencial deseado luego de que ha sido emitido por el emisor de electrones, ubicado éste en la parte superior del microscopio. A medida que los electrones se van moviendo cada vez más rápidamente, su longitud de onda se acorta de un modo controlable, y luego de que chocan contra la muestra los electrones se difractan, y su posición exacta puede observarse como un patrón sobre una pantalla fluorescente dentro de un microscopio. El patrón de difracción puede ‘manipularse’, al inclinar la muestra en dos direcciones en el rayo entrante de electrones hasta que el patrón de difracción, de pronto, se ilumina completamente. Cuando ello ocurre, los átomos en los cristales se encuentran alineados en columnas y la muestra recibe el rayo de frente. Ahora es posible conectar las lentes de electrones y puede obtenerse directamente la imagen de la estructura cristalina, ¡y la posición de los átomos en la celda unitaria del cristal puede observarse directamente! La resolución requerida para volver posible la obtención de imágenes de estructuras cristalinas es del orden de apenas un poco más de un Angstrom, y la longitud de onda del rayo de electrones se establece sencillamente al establecer el voltaje para la aceleración de los electrones en el orden de un centenar de kilovoltios. ¡No hay aquí incertidumbre alguna del tipo imaginado por Heisenberg! ¡La longitud de onda de los electrones queda definida y la posición de colisión en la muestra queda también definida hasta un nivel atómico!

El microscopio electrónico muestra que los electrones desarrollan características ondulatorias crecientes a medida que se aceleran a través del campo eléctrico, y a medida que se dirigen hacia la muestra luego de abandonar el disparador de electrones ubicado en la parte superior del microscopio. El Príncipe Louis De Broglie había predicho esto en la década de 1920, cuando sugirió en su tesis de doctorado en París que los electrones podían exhibir una dualidad onda-partícula, de la misma manera en que lo hace un fotón. De Broglie creía que un electrón en órbita alrededor de un núcleo de un átomo iba guiado por una onda piloto. El microscopio electrónico nos muestra que los electrones sin duda se vuelven ondulatorios cuando se los acelera a altas velocidades. Por lo tanto, resulta bastante obvio que un electrón que está siendo capturado por un ion, o que está viéndose atrapado por el uso del potencial eléctrico de un núcleo atómico, se acelerará a medida que se zambulle hacia el núcleo que posee carga positiva (en una zambullida que se asemeja a una zambullida hacia el Sol de un cometa proveniente de la nube Oort, cuando cambia su dirección hacia el Sol) y la onda piloto se desarrollará, adaptará y guiará al electrón hacia una órbita u orbital adecuados y permitidos alrededor del núcleo. Cuando se alcanza la órbita permitida, el electrón emite entonces un fotón de la longitud de onda correspondiente a fin de permitir que una adecuada cantidad, o cuanto, de energía se disipe, con el objeto de atrapar al electrón en esa órbita estable y permitida. El electrón es entonces guiado alrededor del núcleo por la onda piloto que ha emergido como resultado del encuentro del electrón con el átomo o ion. El electrón posee ahora un aspecto de partícula, que se ve guiada alrededor del núcleo con su aspecto de onda asociada. La onda y la partícula están íntimamente vinculadas para presentar simultáneamente una dualidad onda-partícula.

Esta dualidad onda-partícula constituye una propiedad inherente de un electrón en órbita alrededor de un átomo y no necesita observarse para que exista, ¡de la misma manera en que la Luna existe y mantiene su órbita sin que importe si la estamos mirando o no! Esta es la razón por la que Einstein produjo su experimento mental EPR, para demostrar que el ‘enredo cuántico’ es imposible. El modelo establecido está fallido debido a su apoyo al

problema de la medición, el cual afirma que los electrones en órbita alrededor de un átomo se encuentran en un estado de limbo (como se supone que están los fotones) hasta que se los observa y la medición provoca que el electrón adopte una naturaleza ya sea como partícula u onda. Esto resulta obviamente absurdo, y puede extraerse la ecuación de Einstein $E=mc^2$ para demostrar. ¡Si un electrón que existe como una partícula fuese a cambiarse a un movimiento puramente ondulatorio cuando se le observa, la energía resultante de la onda que corresponde a la masa de un electrón se hallaría en la región de los rayos X del espectro electromagnético! Esto significaría que cualquiera que observa un átomo, o de hecho cualquier material, correría el riesgo de verse sumergido en rayos X. Esto sencillamente no sucede, demostrando que el modelo establecido es tanto redundante como erróneo. Después de todo, el Príncipe Louis De Broglie y Einstein estaban en lo correcto. En la conferencia Solvay, Wolfgang Pauli le habría espetado a De Broglie que ‘cerrase su boca’. La historia registró entonces que De Broglie se alejó y sin duda cerró su boca.

Sin embargo, en el tren de regreso a París luego de la conferencia, Einstein le dijo a De Broglie que era decisión de éste último demostrar que la física determinista reinaba realmente. De Broglie cerró su boca durante muchos años, pero en la década de 1950 Vigier alentó a Louis a que una vez más enfrentase el desafío. De Broglie entregó a Vigier el trabajo de Einstein, y Vigier eventualmente escribió libros en colaboración con Myron, en la década de 1990, para continuar adelante con la causa de la física determinista. Este trabajo fue entonces llevado a su conclusión por el Instituto Alpha de Estudios Avanzados (AIAS). Especialmente a través del advenimiento del microscopio electrónico, la contribución especial de De Broglie a la física puede recordarse y es posible observar que su enfoque respecto de la dualidad onda-partícula del electrón es la acertada. Más aún, ¡la ecuación de Einstein $E=mc^2$ puede utilizarse para demostrar que los seguidores de la escuela de Copenhague estaban completamente equivocados y que el modelo establecido ha pasado a mejor vida!

Relatividad General

La relatividad restringida no incorporó los efectos de la aceleración y la gravitación sobre el espacio-tiempo, de manera que en 1906 Einstein volcó su atención hacia una teoría de la relatividad general para superar estas deficiencias. A través de uno de sus célebres experimentos mentales fue capaz de comprender que la aceleración y la gravitación son equivalentes y que el espacio es curvo. Sin embargo, no comprendió la importancia de la torsión en la curvatura hasta mucho más tarde, cuando intentó, sin éxito y en colaboración con el matemático francés Elie Cartan, ampliar su teoría a fin de incorporar a la luz en su teoría para crear así su esperada teoría del campo unificado.

La historia de la relatividad general comienza con Euclides y su geometría euclidiana, la cual se refiere a superficies planas, debido a que la relatividad general nos permite comprender la fuerza de la gravitación en términos de la geometría. Euclides nos brindó los medios para trazar líneas y ángulos y relacionarlos a través de teoremas, los cuales explicaron la forma en que interactuaban y dependían el uno del otro. Euclides nos brindó los medios para construir matemáticamente una caja, y Einstein pudo llevar a cabo su

desarrollo explosivo de la relatividad general al considerar cómo habría de percibir un observador ubicado dentro de una caja las acciones de la aceleración y la gravitación. Este experimento de pensamiento condujo a Einstein a formular su principio de equivalencia, en el cual dió un importante paso hacia adelante al comprender que la aceleración debida a la gravedad tiene algo que ver con la geometría - el principio de equivalencia. El desarrollo de la relatividad general a partir del principio de equivalencia, y hasta la célebre ecuación de campo de Einstein-Hilbert para la relatividad general, requirieron que Einstein se familiarizase con desarrollos en el campo de las matemáticas que describen el movimiento de objetos en el tiempo y en el espacio.

Los vectores comenzaron a utilizarse a finales del siglo XVIII, y su denominación se deriva del verbo latino de *acarreare*. El vector apunta en la dirección especificada, con su longitud dando la magnitud de la fuerza requerida para 'acarrear' en esa dirección. Los primeros en emplear vectores fueron los astrónomos, que utilizaron para describir cómo el 'radio vector', es decir una recta trazada desde un planeta hasta el foco de una elipse, 'acarrea' al planeta alrededor del centro. La palabra vector solía aparecer en la frase *radio vector*. El término en idioma francés fue *rayon vecteur*, tal como puede observarse en la obra de Laplace 'Mecánica Celeste', la cual fue traducida al idioma inglés por la científica perteneciente a la Lista Civil, astrónoma y matemática, Mary Fairfax-Somerville (1780-1872).

El significado moderno de los términos 'vector' y 'escalar' fueron introducidos por William Rowlan Hamilton (1805-1865) del Trinity College de Dublín, en su documento presentado a la Academia Real Irlandesa en 1844 titulado 'Acerca de Cuaterniones'. Los cuaterniones son una extensión no conmutativa de los números complejos, y que aún encuentran aplicación en rotaciones tridimensionales, pero que en gran medida se han visto reemplazados por los vectores. Hamilton también introdujo el término 'tensor' en 1846.

En 1906, cuando Einstein comenzó a pensar acerca de la relatividad general, se dirigió a su antiguo compañero de clase Marcel Grossmann, de sus épocas en la Universidad ETH de Zurich, en busca de consejo sobre cómo proceder. Grossmann era un genio matemático y fue capaz de familiarizar a Einstein con la obra de Riemann, Christoffel, Ricci y Levi-Civita respecto de una nueva clase de geometría, generalmente conocida como geometría de Riemann, en las cuales el espacio y el tiempo se unían en el espacio-tiempo, y en la cual la estructura o marco de referencia podía ser dinámico y curvo. El trabajo de Bianchi también habría de tener una importancia seminal en la búsqueda de Einstein de extender la relatividad restringida e incluir los efectos de la aceleración y la gravitación.

El Profesor Luigi Bianchi (1856-1928) era un gran matemático italiano, que trabajaba en Pisa con Grogorio Ricci-Curbastro (1853-1925), quien inventó el cálculo tensorial, y Tullio Levi-Civita (1873-1941) quien nació y trabajó desde Padua. Los tres matemáticos desarrollaron tratamientos matemáticos revolucionarios, los cuales serían necesarios para la ecuación de la relatividad general de Einstein-Hilbert basada en la geometría.

En 1900, 'Ricci' y Levi-Civita publicaron su teoría de los tensores, que Einstein estudió para que le ayudase a comprender la geometría esférica necesaria para la relatividad general. En 1915, Levi-Civita intercambió correspondencia con Einstein a fin de corregir algunos errores en sus operaciones de cálculo y también contribuyó con su trabajo a las

ecuaciones de Paul Dirac en 1933. Levi-Civita se transformó en un profesor en Roma en 1918, donde trabajó exitosamente hasta que fue expulsado por el gobierno fascista.

El descubrimiento exclusivo de Einstein de la relatividad general del espacio curvo comenzó en 1907, cuando se dio cuenta de que el efecto de la gravitación y la aceleración son equivalentes. Esto fue su principio de equivalencia. Ello puede demostrarse al considerar una caja que podría estar aislada en el espacio o un elevador suspendido por un cable en la gravedad de la tierra. Una persona ubicada dentro de la caja, que pudiera sentir el efecto de la gravedad, no sería capaz de descubrir si se encontraba estacionario en un elevador o si estaba siendo acelerado por un cohete en el espacio. Análogamente, si la persona sentía que no tenía peso, no sabría si estaba aislado en el espacio o si el elevador se encontraba en caída libre. Esto es el principio de equivalencia de Einstein.

En 1907, el antiguo tutor de matemáticas de Einstein en la Universidad ETH, Minkowski, colocó la teoría de Einstein de la relatividad restringida en una nueva estructura matemática, la cual reunía al espacio y el tiempo en un nuevo parámetro denominado espacio-tiempo. Ya se había comprendido que el espacio y el tiempo no eran independientes entre sí, sino que juntos formaban la textura del espacio. Sin embargo, Einstein pronto comprendió que el espacio y el tiempo eran curvos o curvados por objetos masivos. La relatividad restringida demostraba cómo se comportaban los objetos cuando se aproximaban a la velocidad de la luz, pero la gravedad y la aceleración no se incluyeron en este tratamiento. Einstein quería incorporar la gravitación y la aceleración a la relatividad restringida, a fin de transformarla en la relatividad general. Para ello desarrolló un asombroso experimento mental, que demostró que la gravitación y la aceleración eran equivalentes. Esto se denomina su principio de equivalencia y le condujo a darse cuenta de que el espacio era curvo. Si un rayo de luz entraba a una nave espacial por uno de sus lados, y si la nave aceleraba su velocidad verticlamnete hacia arriba, un observador dentro de la nave veía al rayo doblándose hacia abajo a medida que éste último atravesaba la cabina. Por el principio de equivalencia, la gravitación y la aceleración son equivalentes, de manera que objetos masivos provocarían que el espacio se doblase en virtud de su campo gravitacional.

Einstein consideró como habría de ver un rayo de luz un observador ubicado dentro de la caja, ya fuese que la caja estuviera en movimiento o estacionaria. Para el caso de la caja estacionaria, el rayo viajaría horizontalmente a través de la caja hasta la pared del lado contrario. Sin embargo, si la nave o caja estuviera acelerando su velocidad rápidamente hacia arriba, entonces la caja se movería hacia arriba a medida que el rayo de luz viajaba hacia la pared más lejana de la misma. El rayo de luz sería visto por el observador como curvándose hacia abajo. Einstein comprendió que la gravedad y la aceleración eran equivalentes, lo cual significaba que si la nave o la caja no sufría una aceleración sino que se hallaba en un poderoso campo gravitacional el rayo de luz nuevamente se observaría como inclinándose hacia abajo. Este experimento mental condujo a Einstein a la conclusión de que el espacio se dobla en un campo gravitacional, y que este doblado del espacio-tiempo producía el campo gravitacional.

Antes de la época de Galileo se suponía que los objetos pesados caían a la Tierra más rápidamente que los objetos ligeros. El experimento de la pluma y la moneda demostró que esto no es así. La aceleración debida a la gravitación es la misma para objetos ligeros y para objetos pesados. Consideremos astronautas que llegan y entran a una estación espacial que

orbita alrededor de la tierra. La densidad de la estación espacial aumenta cuando los astronautas están dentro de la misma, pero esto no afecta la velocidad orbital o el diámetro de la órbita que recorre la estación espacial.

La ondulación del espacio, tal como lo describe Einstein, suministra una explicación alternativa a la trayectoria elíptica de los planetas, provista por Newton luego de que Kepler redujera sus leyes de movimiento planetario a partir de datos obtenidos por observación. Tanto las explicaciones de Newton como de Einstein acerca del movimiento planetario pueden predecir con un buen grado de ajuste las órbitas de los planetas, aun cuando sus teorías son radicalmente diferentes entre sí.

La relatividad general nos dice que los cuerpos masivos provocan que el espacio y el tiempo se onduelen, y que esto es lo que provoca la fuerza de la gravitación de Newton. Los objetos que se mueven cerca de este espacio ondulado lo hacen siguiendo la mejor trayectoria recta que les es posible, la cual se curva cada vez más a medida que se aproxima a un cuerpo masivo, o cuando el cuerpo adquiere mayor masa. La trayectoria curva resultante es aquello que da origen al movimiento orbital. La masa, volumen o densidad del objeto en movimiento no afecta el diámetro de la órbita del objeto alrededor del cuerpo masivo. Sólo es la velocidad del objeto a través del espacio curvo que determina la órbita del objeto.

David Hilbert llegó con retraso al momento de las apuestas acerca de la 'relatividad general'. En el mes de junio de 1915, en la localidad de Gotingen, Einstein dictó conferencias acerca de cuál habría de ser su enfoque para llegar a las ecuaciones de la relatividad. Hilbert estuvo presente durante dichas conferencias y Einstein le transmitió una completa descripción de la forma en que habría de resolver finalmente el problema. Poco tiempo después, Einstein descubrió que había perdido varios años en su búsqueda debido a que no continuó su trabajo con Grossman acerca de los tensores de Riemann.

Mientras tanto, Hilbert se lanzó en busca de vencer a Einstein en la carrera tras las ecuaciones necesarias. Einstein se horrorizó cuando se enteró de que Hilbert se había unido a la carrera. Einstein se preocupó acerca de que Hilbert pudiese vencerlo en esta carrera, y trabajó furiosamente a fin de completar su 'ecuación de Einstein' llegando incluso al punto de poner en riesgo su salud. En el mes de noviembre de 1915 ambos físicos completaron sus tareas con una diferencia de unos pocos días entre sí. Sin embargo, Einstein se hallaba agotado por la carrera, y las imágenes tomadas de Einstein a principios de 1915 y a principios de 1916 muestran que el Einstein de joven aspecto se había transformado en la imagen de un Einstein envejecido, con la cual estamos todos familiarizados. Einstein estaba tan exhausto que debió dedicar los primeros meses de 1916 a ser cuidado por su pareja, Elsa Einstein, a fin de recobrar su salud. Esta gran contienda en el campo de la física matemática posee paralelos en la célebre 'Pelea del Estruendo en la Jungla' del boxeador Mohamed Alí, la cual agotó a tal nivel las energías, tanto de Alí como de su contrincante George Foreman, que podría incluso haber costado la vida de cualquiera de ambos púgiles. Sin embargo, Hilbert prosperó a raíz de la competencia y adoptó el punto de vista de que la Relatividad General constituía una teoría que pertenecía a Einstein en forma inherente y que él (Hilbert) sólo había trabajado en las etapas matemáticas finales de la misma.

Einstein requirió alrededor de 10 años para encontrar la ecuación de campo de Einstein, desde 1906 a 1915. Einstein realizó varios conocidos giros falsos, completamente comprensibles, porque no tenía en qué guiarse. Finalmente se dio cuenta que la segunda identidad de Bianchi es proporcional al Teorema de Noether. Esto se expresó íntegramente en términos de la geometría de Riemann y de la curvatura, pero ahora sabemos (documento 88) que todo puede expresarse en términos de torsión. Hilbert dedujo la misma cuestión utilizando un lagrangiano.

David Hilbert (1862-1943) infirió la ecuación de campo de EH en forma independiente en 1915, utilizando el método lagrangiano. Un lagrangiano es una función que resume la dinámica de un sistema y recibió su nombre en honor de Joseph-Louis Lagrange (1736-1813), quien nació en Turín y trabajó en Francia, Italia y Prusia. Lagrange fue uno de los principales matemáticos del siglo XVIII, y realizó contribuciones a la teoría de números así como la mecánica celeste. Lagrange siguió a Leonhard Paul Euler (1707-1783) como director de matemáticas en la Academia de Ciencias de Prusia, en Berlín, por recomendación de Jean le Rond d'Alembert (1717-1783). Sus alumnos incluyeron a Joseph Fourier y Simeon Poisson.

En su ruta hacia su célebre ecuación de campo, Einstein realizó dos importantes descubrimientos:

1. La segunda ecuación de Bianchi disponible entonces debía de utilizarse, y
2. Que la derivada covariante (que no es la derivada ordinaria de un espacio-tiempo plano) debía de utilizarse en el Teorema de Noether.

La teoría de Einstein se evaluó mediante mediciones de la luz y cómo la misma se desviaba alrededor del Sol durante un eclipse solar total en 1919. Cuando las mediciones fueron declaradas como correctas por la Royal Society, Einstein se transformó de la noche a la mañana en la primera superestrella científica mundial y fue nominado para el Premio Nobel de 1921. Sin embargo, luego de que la exactitud de las mediciones del eclipse solar fueron puestos en cuestión, Einstein recibió el premio Nobel en 1921, pero no por la relatividad sino por su explicación del efecto fotoeléctrico, la cual había conducido al descubrimiento de que la luz estaba compuesta de fotones y a la creación de la teoría cuántica. Niels Bohr recibió el Premio Nobel de 1922 por su aplicación de la teoría cuántica de Einstein para explicar el espectro de emisión del átomo de hidrógeno. Esta descripción mostraba que los electrones ocupan capas concéntricas en los átomos, donde las capas más cercanas al núcleo del átomo están más firmemente atraídas al mismo que las capas más alejadas del núcleo. El Príncipe Louis De Broglie descubrió entonces que los electrones son guiados alrededor del átomo mediante una onda piloto, de manera que los electrones exhibían simultáneamente una naturaleza ondulatoria y de partícula, conocida como la dualidad onda-partícula. La fresa en la cima del pastel llegó en 1925, cuando Erwin Schroedinger produjo su célebre ecuación de onda, la cual describe matemáticamente el movimiento del electrón alrededor del átomo. Todo debía de haber seguido claramente hacia adelante en el campo de la física, pero en la Conferencia Solvay de 1927 los matemáticos enturbiaron el agua, ¡y el avance de la física teórica se frenó bruscamente!

Evaluando la Relatividad General

Habiendo Einstein llegado a la célebre ecuación de Einstein-Hilbert de la relatividad general en 1915, el momento había arribado para que se demostrase la corrección acerca de que la teoría de Einstein afirmaba que el espacio se curvaba cerca de objetos masivos. Esta tarea fue asignada al astrónomo británico Arthur Eddington, quien lanzó dos expediciones a fin de confirmar si la luz de hecho se curvaba alrededor de objetos masivos, mediante la observación de la luz de estrellas que se curvaban alrededor del Sol durante el eclipse solar total de 1919. Los resultados fueron ambiguos, pero se les consideró suficientemente buenos como para demostrar que la teoría de la relatividad de Einstein proporcionaba una descripción más exacta de la gravitación que la gran teoría de Newton. La teoría de Einstein-Cartan-Evans traslada la previsión del curvado de la luz un paso más allá, al predecir que la luz también sufrirá un efecto de torsión.

La hija de Rutherford, Eileen, se casó con Ralph Fowler (1889-1944) en 1921. Fowler dictaba un curso en matemáticas desde 1920 en la Universidad de Cambridge, y escribió un importante libro acerca de espectros estelares, así como de sus temperaturas y presiones. Fowler trabajó con Paul Dirac en Cambridge, le introdujo a la teoría cuántica en 1923, y colaboró con él en el campo de la mecánica estadística de las estrellas conocidas como enanas blancas. Fowler también trabajó con el gran astrónomo inglés Arthur Eddington.

Arthur Stanley Eddington (1882-1944) sustituyó al hijo de Darwin como Profesor Plumiano de Astronomía en 1913 y se transformó en el Director del Observatorio de Cambridge en 1914. Eddington demostró que la materia estelar se ioniza debido a las altas temperaturas involucradas, y que la fuerza gravitacional sobre la materia se encuentra equilibrada por la presión del gas y la radiación. Eddington demostró que la presión del gas requerida para equilibrar la gravitación de las estrellas indica que la temperatura en el centro de las estrellas debe de ser de millones de grados. Luego, apoyó la idea de que la energía de las estrellas se produce por la fusión nuclear del hidrógeno en su transformación a helio.

La ecuación $E=mc^2$ demuestra que la luz posee masa y que como tal debiera desviarse por efectos del campo gravitacional. En 1911, Einstein calculó la desviación de la luz proveniente de una estrella y que era causada por su proximidad al Sol. Tomó en cuenta que el tiempo se retrasa debido a un fuerte campo gravitacional y que este efecto habría de incrementar la desviación.

En 1914 se organizó una expedición astronómica en Alemania con el objeto de observar el eclipse total del Sol en el territorio de Crimea. Sin embargo, se inició entonces la Primera Guerra Mundial y el equipo fue arrestado por las tropas rusas antes de que pudieran realizar su observación. Sin embargo, afortunadamente para el equipo, poco tiempo después fueron liberados en un intercambio de prisioneros. Si el equipo hubiera sido exitoso no hubieran demostrado la exactitud de la teoría de Einstein, porque él aún no había calculado correctamente la desviación esperada para el rayo de luz. Posteriormente se dio cuenta de que la gravitación también curva el espacio, a la vez que retrasa el tiempo, lo cual provoca que la trayectoria de la luz requiera más tiempo y duplique el ángulo de desviación utilizado en sus cálculos iniciales. El motivo por el cual Einstein decidió duplicar exactamente el ángulo de desviación no resulta claro, por lo que debe atribuirse a su gran

instinto científico o, de lo contrario, a una conjetura erudita, todo lo cual le permitió continuar sus cálculos y suministrar una cifra que podría evaluarse experimentalmente. De cualquier manera, Einstein estuvo en lo correcto en su suposición, tal como lo ha demostrado la sonda Cassini de la NASA, la cual ha sido capaz de demostrar experimentalmente y con gran precisión que, ciertamente, la desviación resulta igual al doble del valor newtoniano.

La relatividad general provino del principio de equivalencia, en el que la aceleración y la gravitación se consideran equivalentes, al considerar a un observador en una caja. El observador podía hallarse en un elevador o en una nave espacial. Si el observador sentía la atracción de la gravedad en la caja entonces ésta podría sencillamente ser la atracción de la gravedad en un elevador estacionario. Sin embargo, si se hallaba en una nave espacial podría en realidad estar sintiendo la aceleración de la nave a un grado correspondiente a la gravedad de la Tierra, 'g', porque el observador se estaría acelerando al mismo ritmo que la caja.

Einstein concibió la curvatura sufrida por la luz y el espacio por causa gravitacional a partir de su experimento mental. Si la luz entra a través de una ventana en la caja ubicada dentro del cohete, a medida que éste se acelera verticalmente hacia arriba, entonces la luz se movería hacia abajo a medida que la luz avanza hacia el otro lado de la caja, lo cual provocaría que el observador viese a la luz inclinándose hacia abajo a medida que atraviesa la caja. La curvatura de la luz, naturalmente, sería mayor a medida que la aceleración del cohete fuese mayor. El gran descubrimiento de Einstein fue comprender que el efecto sería equivalente al de un observador mantenido de un modo estacionario en un campo gravitacional dentro de un elevador. A mayor campo gravitacional mayor sería la desviación. Einstein había concebido la relatividad general como una extensión de la relatividad restringida para objetos que se mueven a grandes velocidades, cercanas a la velocidad de la luz, y que incluye a los efectos tanto de la gravitación como de cualquier aceleración. Einstein sólo necesitaba ahora colocar sus ideas en un lenguaje matemático para producir su célebre ecuación. Sin embargo, esto involucró el empleo de una matemática muy avanzada, y Einstein había sido un 'perro perezoso' en este aspecto durante su permanencia como estudiante en la Universidad ETH en Zurich, donde optó por los cursos más sencillos de matemática a pesar de ser capaz de tomar los cursos matemáticos más avanzados. Afortunadamente, el genio matemático Marcel Grossmann era compañero de clases de Einstein en la Universidad ETH, de manera que Einstein pudo consultarle acerca de la naturaleza de las matemáticas necesarias para describir un espacio curvo. Se le aconsejó estudiar las matemáticas de Riemann y Noether. Albert Einstein procedió entonces a deducir su ecuación de campo a partir de la segunda identidad de Bianchi sin torsión (geometría de Riemann) y el Teorema de Noether.

En 1915, Einstein introdujo al mundo la relatividad general. Las ideas eran fantásticas, de manera que requerían ganar apoyo a través de experimentos si en realidad se buscaba que esta nueva teoría de la gravitación recibiera la credibilidad necesaria. La evaluación fue la desviación de la luz por la gravitación del Sol cuando un rayo de luz pasaba cerca del mismo. En el mes de mayo de 1919, el astrónomo británico Arthur Eddington lideró una expedición a la Isla de Príncipe, cerca de la costa africana, para observar el eclipse total del Sol, mientras una segunda expedición británica se lanzó hacia la localidad de Sobral, en

Brasil. Se sacaron fotografías durante el eclipse total a fin de observar si las estrellas más brillantes cercanas al Sol habían modificado su posición. Al mismo tiempo, también se registraron mediciones del eclipse total por parte de la expedición en Sobral, Brasil. Al momento de la totalidad del eclipse, el Sol se hallaba en la constelación de Taurus, el toro. La cabeza del toro en la constelación de Taurus se marca mediante un conjunto de estrellas, razonablemente brillantes, con forma de 'V', con la estrella más cercana y brillante, Aldebarán, marcando el ojo del toro.

Algunos de los resultados para la desviación de la luz registrados en las placas fotográficas de Brasil mostraban mayor coincidencia con la teoría newtoniana, mientras que las mediciones de Eddington respaldaban la teoría de Einstein. Luego de consultar con el Astrónomo Real y con J.J. Thomson (Presidente de la Royal Society) se acordó descartar los resultados obtenidos en Brasil, de manera que en el mes de noviembre de 1919 Eddington pudo afirmar que la teoría de la relatividad de Einstein había aprobado su prueba de validez. Einstein se transformó entonces en una celebridad internacional. Hoy día, el experimento para el cálculo de la desviación de la luz que pasa cerca del Sol no necesita de un eclipse total. En el mes de octubre de cada año, dos fuentes con radiofrecuencia provenientes de un quásar pasan cerca del Sol en su rumbo la Tierra, y los aparentes cambios en el ángulo entre las mismas pueden observarse mediante radiotelescopio en plena luz del día.

La teoría de Einstein-Cartan-Evans (ECE) lleva la previsión de la desviación de la luz un paso más allá, al predecir que la luz también habrá de sufrir una torsión. Predice que la polarización de la luz se modificará al pasar cerca de objetos masivos tales como estrellas enanas blancas, las cuales poseen fuertes campos gravitacionales. Esto puede leerse en el libro de M.W.Evans, "Generally Covariant Unified Field Theory" (volumen tres, Abramis, 2006), donde se desarrolla la teoría dieléctrica, y en el trabajo "Teoría ECE de Cambios de Polarización Inducidos por la Gravitación" en el portal www.aias.us.

En la teoría ECE, el nuevo tema esencial es la corriente homogénea j , la cual agrega un término en el lado derecho de la ecuación que representa la ley de Faraday de inducción. Esto resultó en varios efectos ópticos, tales como cambios de polarización, observados en una estrella enana blanca tal como se describe en dicho documento.

La teoría ECE se reduce a la teoría de Einstein-Hilbert cuando la torsión de Cartan desaparece, y se produce entonces todo lo observado por Eddington. Freeman Dyson colaboró en la realización de los cálculos, y posteriormente se mudó al Instituto de Estudios Avanzados de Princeton. La exactitud en la desviación de la luz es ahora de 1:100,000 (NASA Cassini, 2003 en adelante), demostrando la teoría de EH. Los efectos adicionales de la teoría ECE provienen de la bien conocida torsión de Cartan, la cual no existe en la teoría de EH. La corriente homogénea j explica la forma en la cual la torsión afecta la teoría de EH.

En el año 2004, Kerry Pendegast obtuvo la Royal Society Partnership Grant (Concesión en Sociedad de la Royal Society) relacionada con un proyecto astronómico titulado 'Astronomía Diurna'. Como parte de la distinción, Kerry fue invitado a una sesión especial de observación durante la Exhibición de Verano de la Royal Society, donde se describen trabajos destacados en el campo de la educación y la industria. Resultó llamativo que

estuvieran allí presentes representantes del observatorio astronómico de Jodrell Bank, describiendo su descubrimiento, único en su tipo, de un doble púlsar en una órbita binaria, en donde periódicamente ambos rayos de los púlsares se eclipsan entre sí en sus órbitas, tal como se observan desde la Tierra. Esto dio pie a una oportunidad sin paralelo para el estudio de la desviación del espacio y el retraso en tiempo en campos gravitacionales gigantes, y se le apodó como 'la prueba base de la relatividad general'. Posteriormente, Kerry reflexionó que este doble púlsar era precisamente el boleto necesario para lanzar al Experimento de Eddington y a la relatividad general hacia el siglo XXI, ya que puede utilizarse para evaluar y estudiar la predicción formulada por la teoría ECE en cuanto a que el rayo de luz polarizada no sólo sufriría una desviación alrededor de un fuerte campo gravitacional, sino que también mostraría una inclinación.

En el año 2007, Kerry fue invitado a una conferencia sobre astronomía en el Observatorio de Jodrell Bank, y aprovechó la oportunidad para discutir este problema con dos profesores de dicha institución. Luego de la cena, el Profesor Ian Morrison invitó a los asistentes de la conferencia a un recorrido por las instalaciones y equipos de Jodrell Bank, la cual duró casi una hora. Esto abrió a Kerry la oportunidad de preguntarle a Ian, el Profesor Gesham, si sería factible la realización del experimento de inclinación de la luz en el sistema de doble púlsar a través del empleo de los radiotelescopios de Jodrell Bank. Ian no estaba seguro de que ello fuera posible, pero puso a Kerry en contacto con otro profesor que se encontraba más familiarizado con el sistema de doble púlsar. Este profesor pudo ver el potencial de semejante investigación y describió al experimento como 'lindo', aun cuando con cierta dificultad técnica para su realización. Es sólo una cuestión de tiempo para que los investigadores de Jodrell Bank o de algún otro sitio puedan llevar a cabo este experimento, el cual tendría la capacidad de demostrar la teoría ECE más allá de cualquier duda ¡y podría conducir a un premio Nobel para el primer equipo capaz de llevar a cabo esta empresa!

Jodrell Bank es un conjunto de casas ubicado a doce millas de la ciudad de Manchester, cuyo nombre proviene de un arquero oriundo de Cheshire, quien luchó con las huestes del Príncipe Negro. Un terreno en Jodrell Bank fue utilizado originalmente por botánicos de la Universidad de Manchester para evaluar cosechas modificadas genéticamente antes de la Segunda Guerra Mundial. Poco tiempo antes la Segunda Guerra Mundial, Bernard Lovell estaba estudiando rayos cósmicos en la Universidad, que son rayos de muy alta energía, los cuales probablemente se originan a partir de supernovas. Lovell fue llamado unos pocos días antes de que se desencadenase la Segunda Guerra Mundial para colaborar en el desarrollo del radar, y poco después descubrió que se producían ecos esporádicos en las pantallas de los radares, los cuales no parecían provenir de aviones y cuya fuente constituía un verdadero misterio. Lovell creía que la fuente de las señales esporádicas de radar eran rayos cósmicos, y luego de la guerra buscó de continuar su estudio mediante el empleo de equipos de radar ubicados fuera del Departamento de Física en Manchester. Sin embargo, los tranvías constituyeron una molesta fuente de interferencia, de manera que Lovell ubicó su equipo en los terrenos de la universidad ubicados en Jodrell Bank, donde pronto descubrió que las señales provenían de estrellas fugaces. Los experimentos de Lovell interesaron en la Universidad de Manchester lo suficiente como para que adquiriesen terrenos en Jodrell Bank, en la década de 1940, y construyesen allí edificios a fines de dicha década y a principios de la década de 1950, junto con aquello que habría de ser por mucho el radiotelescopio más grande del mundo, el cual tenía unos 73 metros de diámetro y estaba

construido con malla de alambre, sostenida por varas clavadas en la tierra; esta malla reflejaba ondas de radio a un mástil ubicado a 50 metros de altura sobre la superficie terrestre. A medida que la Tierra giraba, el radiotelescopio lograba captar señales en una banda que formaba un círculo completo alrededor de la Tierra, pero debido a que el mástil podía inclinarse, la banda de señales podía ampliarse y obtenerse así una ventana radial sobre una banda más ancha del cielo. En particular, este mapa radial del cielo era lo suficientemente ancho como para captar la Galaxia de Andrómeda, de manera que se constató que era posible recibir señales radiales provenientes de más allá de nuestra galaxia.

Lovell decidió que sería mucho mejor si el radiotelescopio más grande del mundo en Jodrell Bank fuese completamente movable, de manera que pudiese desarrollarse un mapa radial de todo el hemisferio norte. Asignó la tarea a Charles Husband, un ingeniero constructor de puentes, para que llevase a cabo su sueño, y así fue como nació el telescopio mark 1 Bernard Lovell.

Los primeros cuatro púlsares fueron descubiertos por Jocelyn Bell Burnell, quien era entonces una estudiante de posgrado de la Universidad de Cambridge, y condujo a que su supervisor, Anthony Hewish recibiera el premio Nobel de física en 1974. Fred Hoyle fue una gran inspiración para Jocelyn, y manifestó su molestia de que no se le otorgase a Jocelyn parte de ese premio junto a su supervisor. Pero el mismo Fred Hoyle había realizado importantes trabajos acerca de la evolución de los elementos en las estrellas, y había creado el apodo 'Big Bang', sólo para ver a otros recibir el Premio Nobel ¡por aquello que muchos afirmaban era en realidad la obra de Hoyle! Hewish era profesor de radioastronomía en el Laboratorio Cavendish entre 1971-89, y fue pionero en la observación de escintilaciones estelares, que condujeron al descubrimiento de los púlsares por parte de Jocelyn. Ella descubrió el primer púlsar en 1967, y los pulsos transmitidos a la Tierra llegaban con tal precisión que se consideró posible inicialmente que los mismos pertenecieran a una civilización extraterrestre que intentaba comunicarse con nosotros.

El pulso binario Hulse Taylor se descubrió a veintiún mil años luz de distancia de la Tierra, en la constelación de Hércules, utilizando la antena de Arecibo en 1974, lo cual otorgó a sus descubridores del Premio Nobel de física en 1993. El púlsar binario está en órbita con otra estrella, y con sus componentes poseyendo una masa igual a 1.4 veces la masa del Sol. La naturaleza binaria del púlsar se delata por las variaciones periódicas, cada 7.75 horas, en el tiempo de llegada de los pulsos de radio, que corresponden al tiempo requerido para que el sistema complete una órbita. Su descubridor, Russell Alan Hulse (1950-) nació en Nueva York y asistió al Bronx High School of Science, y se diplomó en Copper Union, el colegio privado en Manhattan donde había estudiado Thomas Edison, y donde Lincoln emitió su célebre Discurso de Copper Union en 1860, el cual le condujo a la presidencia de los Estados Unidos. Hulse continuó sus estudios en la Universidad de Massachusetts Amherst, donde obtuvo su doctorado en 1975.

La órbita del púlsar binario es elíptica (Excentricidad 0.61713) con un semieje mayor de 1,950,100 kilómetros y con distancias desde el centro de masa variando desde 1.1 (746,600 km) a 4.8 (3,153,600 km) radios solares, con velocidades orbitales correspondientes de 450 km/s y 110 km/s, respectivamente. El componente de estrella de neutrones rota diecisiete veces cada segundo y envía un pulso hacia la Tierra cada 59 milisegundos, con un avance del periastrón (avance del perihelio para una estrella) de 4.2 grados por año.

El doble púlsar fue descubierto en Jodrell Bank en el año 2003. Los tiempos de rotación son 2.8 segundos para uno y en la escala de los milisegundos para el otro, mientras que su órbita se vuelve 7 milímetros más pequeña cada día, tal como se predijo. El púlsar de 2.8 segundos posee una masa de 1.25, mientras que el púlsar de 23 milisegundos posee una masa de 1.34 masas solares. Orbitan entre sí cada 2.4 horas, con una órbita ligeramente más pequeña que el diámetro de nuestro Sol, y viajan a 0.01 veces la velocidad de la luz. Los 7 milímetros de disminución por revolución se debe, según la teoría ECE, a que la relación T/R no es completamente constante. De hecho, en la teoría ECE, la relación T/R sustituye a la constante universal G/c^2 para un dado valor de M. La 'Paradoja ECE' es que la ecuación de EH no obedece la identidad de Bianchi y, al igual que en todas las paradojas, esto está conduciendo a la obtención de información completamente novedosa - específicamente a que la gravitación no es completamente universal en el sentido de que G/c^2 no es completamente constante. Esto se observa en púlsares binarios y también en las anomalías de la sonda Pioneer que provocan perplejidad en la NASA. En el documento 106 se describe la órbita de un púlsar binario sin el empleo de radiación gravitacional, la cual de hecho nunca se ha observado en forma directa.

Albert Einstein infirió la ecuación de campo EH a partir de la segunda identidad de Bianchi sin torsión (geometría de Riemann) y el Teorema de Noether. Amalie Emmy Noether (1882-1935) fue el primer genio matemático de sexo femenino de fama internacional.

La teoría ECE reemplazó la geometría de Riemann con la geometría de Cartan, la cual es mucho más poderosa que la primera, y que permite no sólo la consideración de la curva del espacio-tiempo sino también del efecto de torsión de dicho espacio-tiempo. Esto permite describir en términos de geometría todas las fuerzas de la física. Cuando un rayo de luz roza el Sol, el retraso del tiempo provoca que el rayo de luz se desvíe. Adicionalmente, la curvatura provocada en el espacio por la gravedad del Sol provoca que el rayo de luz también se desvíe. Sin embargo, ni siquiera en la teoría ECE existe una explicación respecto de por qué el retraso del tiempo del rayo de luz en un campo gravitacional y la desviación del rayo de luz debieran ambos producir el mismo grado de desviación, de manera que el ángulo de desviación es igual al doble del ángulo calculado por Einstein para la teoría gravitacional newtoniana. Sin embargo, Myron ha propuesto que $R = \omega T$ sea otra forma de la condición de geodésica nula y cree que esto explicará el por qué la desviación de la luz es dos veces el valor newtoniano en todos aquellos casos en que la luz (radiación electromagnética) es desviada por la gravitación, es decir por la luz rozando un objeto de cualquier masa M.

No existe duda, a partir de la sonda Cassini de la NASA, que la desviación de la luz en un experimento tipo Eddington es igual al doble de la predicción de la teoría newtoniana, con una precisión de alrededor de 0.001%. Sin embargo, ahora se sabe (documentos 93 a 105 de la teoría ECE en el portal www.aias.us), que el empleo del símbolo de Christoffel resulta incompatible con la identidad de Bianchi de Cartan. La versión de la identidad de Bianchi utilizada por Einstein omite la torsión, lo cual constituye, desafortunadamente, una falla irrecuperable. Esto apareció en el dual de Hodge de la identidad de Bianchi, y resulta así que no podemos simplemente establecer $T = 0$ en la identidad de Bianchi. Por lo tanto, en los documentos 103 y siguientes se ha iniciado un esfuerzo para lograr que la gran teoría einsteiniana sea completamente compatible con la torsión de Cartan. Los documentos 105 y

siguientes pueden explicar la anomalía de la sonda Pioneer, mientras que la teoría de Einstein-Hilbert no puede hacerlo, porque no es capaz de ajustar el valor de M . El problema es que la así llamada 'métrica de Schwarzschild' utilizada rutinariamente en astronomía, no es aquella desarrollada en 1916 por el mismo Schwarzschild en dos ecuaciones exactas. Stephen Crothers ha demostrado esto en forma definitiva (véase en el portal www.aias.us).

La teoría ECE predice de un modo sencillo que la polarización de la luz sufre un cambio debido a la gravitación, junto con todas las propiedades ópticas y de la electrodinámica, en tanto que la teoría de Einstein Hilbert es una teoría puramente cinemática basada en la masa del fotón atraída por un objeto de masa M .

Nuevas Cosmologías

La relatividad general surgió debido a la gran intuición de Einstein, en cuanto a que la física posee un vínculo fundamental con la geometría. La relatividad general, basada en las matemáticas de Riemann, condujo a nuevas teorías cosmológicas durante el siglo XX, pero hoy día sabemos que se cometieron errores, por parte de Einstein y otros, en las matemáticas utilizadas para describir la geometría del espacio-tiempo. Como resultado, la relatividad general no podía combinarse con la teoría cuántica, lo cual constituía el principal objetivo de Einstein durante la segunda mitad de su vida, y éste es el motivo por el cual no logró concretar sus esfuerzos para formular su gran teoría del campo unificado. Más aún, las cosmologías basadas en sus matemáticas erróneas no pueden considerarse como construidas sobre bases sólidas, y necesitan revisitarse ahora, con el objeto de adaptarlas o incluso rechazarlas por completo.

La geometría incorrecta fue aceptada por etapas. La teoría se basa en la geometría de Riemann, pero omite considerar la torsión del espacio-tiempo. El primer paso hacia esta omisión habitual de la torsión parece haberse dado en un documento de 1900, elaborado por Ricci y Levi-Civita. Se sabe que Einstein consultaba frecuentemente este documento y que Levi-Civita y Einstein discutían temas de análisis tensorial. Levi-Civita fue pionero en el tema de tensores junto con Ricci. Es bien conocido el hecho de que, para la época en la que Einstein comenzó a desarrollar la teoría de la relatividad general, el uso de una conexión simétrica ya era habitual. Semejante conexión significa que la torsión se excluye deliberadamente de toda consideración. Esto no constituye simplemente una aproximación, sino una suposición injustificable. La ecuación de campo de Einstein de 1915 se logró luego de varios giros en falso, y dicha historia es bien conocida por los académicos. La ecuación de campo se obtuvo al hacer la 'segunda identidad de Bianchi', como todavía se la conoce, proporcional al teorema covariante de Noether. La ecuación de campo de 1915, por lo tanto, se basa en una suposición drástica, y no debe sorprender en retrospectiva que haya fracasado. No es seguro que el concepto de torsión se conociera antes de que Cartan introdujese su primera y segunda ecuaciones estructurales, a principios de la década de 1920. También dedujo la verdadera identidad de Bianchi, la cual por primera vez incluye correctamente la torsión. Ya para 1918 se habían producido críticas bastante severas respecto de la ecuación de campo de Einstein, en especial por Bauer y Schroedinger. Sin embargo, Eddington y otros afirmaban haber verificado la ecuación de campo a través de un experimento de desviación de un rayo de luz. Por alguna razón, esta afirmación logró

aceptación, aun cuando es falsa y basada en una precisión insuficiente. Se planeaba otorgar a Einstein el premio Nobel de física de 1921 por su ecuación de campo de la relatividad general, pero existían suficientes argumentos acerca de su invalidez que provocaron que Einstein no recibiese el premio ese año y, de hecho, el mismo no fuese otorgado. Einstein no se sentía muy feliz al respecto, porque había firmado un documento legal para otorgar a su primera esposa los fondos correspondientes a este premio como parte de su acuerdo de divorcio. Sin embargo, él sí recibió el premio Nobel de física de 1921 un año después, en 1922, por su explicación del efecto fotoeléctrico, el cual sirvió para dar origen a la teoría cuántica. Einstein recibió en secreto información de que, después de todo, habría de recibir el premio Nobel, pero decidió lanzarse a Japón, a llevar a cabo un ciclo de conferencias, de manera que no pudo asistir a la ceremonia en la debida fecha y debió de organizarse una ceremonia especial.

El experimento de Eddington de 1919, el cual afirmó demostrar que la ecuación de campo de Einstein era correcta, catapultó a Einstein hacia la fama ante el público en general como una superestrella científica, y no se estudiaron entonces las críticas a la ecuación de campo. Esto constituyó un desastre para la cosmología del siglo XX.

Einstein y Cartan intercambiaron abundante correspondencia acerca de la necesidad de la torsión en el desarrollo de una teoría del campo unificado basada en la geometría. En aquella etapa (principios de la década de 1920) Einstein fue hecho plenamente consciente de la torsión por parte de Cartan, pero Einstein adoptó el punto de vista de que la teoría sin torsión de 1915 había sido completamente justificada mediante el experimento de Eddington. Esta era una creencia falsa. Einstein y Cartan acordaron en el hecho de que la torsión era necesaria para una teoría del campo unificado del electromagnetismo así como para la gravitación, pero no resulta claro si alguno de ellos comprendió que la torsión es muy significativa para la geometría misma. Si se omite la torsión, la geometría misma es errónea. Esto se ha demostrado ahora en forma vívida, mediante el empleo de la identidad dual de Cartan Evans. No puede existir ninguna duda adicional acerca de que cualquier teoría sin torsión que utilice geometría de Riemann carece de consistencia interna. También se ha demostrado que una vez incluida la torsión en el análisis de Riemann la conexión se vuelve antisimétrica. Por lo tanto, la cosmología del siglo XX se vuelve obsoleta sin remedio. El empleo de álgebra computacional permite la ejecución rutinaria de muy complicados cálculos de relatividad general, y estos métodos con base computacional han demostrado que todas las métricas de la ecuación de campo de Einstein son, ya sea incorrectas, o no poseen significado alguno. Estas incluyen las métricas del Big Bang y de los agujeros negros de todas clases. Sin embargo, por encima de todo, el empleo de una conexión simétrica constituye un desastre mayor. Muchos errores secuenciales se han producido a partir de la suposición de una conexión simétrica. Una suposición que probablemente fue efectuada inicialmente por Ricci y Levi-Civita en 1900, en una época en la que la torsión era desconocida.

En el año 2003, Myron comenzó a explorar el empleo de la geometría de Cartan para desarrollar aquello que se ha transformado en la teoría de campo unificado más ampliamente estudiada a la fecha. En aquella época, Myron ya había estado trabajando durante alrededor de una década en una teoría gauge de la electrodinámica denominada electrodinámica $O^{(3)}$, que es homomórfica con la electrodinámica desarrollada por Barrett,

Harmuth y Lehnert. El desarrollo fue estimulado por el gran interés de Myron en el fenómeno de magnetización de la materia mediante radiación electromagnética con polarización circular – conocido como el Efecto Faraday Inverso. En 1992, Myron había demostrado que, con el objeto de describir esto con consistencia interna, era necesaria la existencia del bien conocido campo $B^{(3)}$ del electromagnetismo. Una forma de este campo $B^{(3)}$ también ha sido deducida en forma independiente por Lehnert. Estas ideas provocaron muchos seños fruncidos en aquella época, porque se creía que la teoría de Maxwell Heaviside (MH) resultaba suficiente. Esto está muy lejos de ser la verdad, tal como lo demuestran los artículos críticos de Myron incluidos en su Omnia Opera en el portal www.aias.us. Myron ha demostrado que la teoría de MH está plagada de errores, tal como también sucede con la teoría de Einstein Hilbert (EH). De hecho eran tan inadecuadas que Myron tuvo que construir una teoría del campo unificado a partir de material nuevo. Como químico, Myron encontró esta situación muy sorprendente, ¡porque pensó que los físicos sabían lo que estaban haciendo! El empleo de la geometría de Cartan desde un principio aseguró que la torsión recibiría una consideración adecuada. Desde el inicio, Myron utilizó su método de verificación, comprobación cruzada y nueva verificación, para asegurarse de que había comprendido completamente las matemáticas, y para asegurarse de que la geometría de Cartan poseía consistencia interna. Hasta la fecha, este método ha demostrado que su teoría es completa y rigurosamente consistente en forma diferencial, tensorial y vectorial. Utilizando este método, se ha vuelto gradualmente cada vez más claro, durante los últimos seis años, que resulta completamente imposible el sencillamente desechar la torsión. ¡Ello resulta en un desastre! Se ha vuelto necesario construir nuevas ecuaciones de campo, las cuales han sido resumidas, por ejemplo, por Horst Eckardt y Douglas Lindstrom en un formato vectorial, el formato más familiar para ingenieros y químicos.

Gradualmente, a partir de la primavera de 2003 hasta el presente, Myron ha ido descartando todos los conceptos de la relatividad general einsteiniana. Esto fue un proceso gradual, ¡que implicó algunos años de intenso esfuerzo! Entre las etapas técnicas más importantes, se hallaban demostraciones de los fundamentos de la geometría de Cartan en términos de formas diferenciales y tensores: en especial las dos ecuaciones estructurales y la identidad de Bianchi. Al analizar estos fundamentos, se vuelve claro cómo opera la torsión misma dentro de todos los aspectos de la geometría, y que no puede omitirse. Estas demostraciones se brindan con gran detalle en los documentos fuente de la teoría ECE y en la monografía ‘Generally Covariant Unified Field Theory’ (Teoría de Campo Unificado Covariante Generalizada). De manera que tras años de trabajo, en forma creciente a través de la colaboración con otros académicos, Myron y los investigadores de AIAS fueron viendo de un modo cada vez más claro que ¡la totalidad de la cosmología del siglo XX fue y es errónea! Las bases de una nueva cosmología ya se han desarrollado, en especial por Myron y Horst Eckardt. La matemática es difícil, pero al alcance de aquellos físicos teóricos que deseen unirse a los investigadores de AIAS para que avance la cosmología.

Al basar las demostraciones directamente en álgebra tensorial, el álgebra menos abstracta, las demostraciones se fortalecen. Aun cuando hay varios tipos de geometrías poderosas disponibles hoy día, su nivel de abstracción tiende a tornarlas poco prácticas. Cuanto menos abstractas, mejor. Una de las demostraciones más importantes es aquella del conmutador de las derivadas covariantes que actúan sobre un vector. Éste conmutador es el objeto que da la torsión, clara y poderosamente, al mismo tiempo que la curvatura. Uno puede intentar

eliminar la torsión mediante una conexión simétrica, tal como lo hicieron durante el siglo XX, pero ello conduce a una violación de la identidad dual de Cartan Evans, tal como lo demuestra el álgebra computacional. En retrospectiva, esto es fácil de observar porque la identidad de Cartan Bianchi y la identidad dual de Cartan Evans involucran directamente la torsión. Habiendo eliminado toda la capa de herrumbre proveniente de la cosmología del siglo XX, el camino a seguir es claro. De hecho, la nueva teoría del campo unificado de Einstein, Cartan y Evans (ECE) ya ha penetrado su fase industrial. En retrospectiva, esta necesaria reforma debía producirse fuera del sistema académico, porque éste último, como de costumbre, es el último dispuesto a reformarse.

Otros académicos también han criticado fuertemente la ecuación de campo de Einstein, en especial Crothers y Dunning-Davies. Estas críticas se han combinado en un documento tal como el 120, que demuestran que la teoría de los agujeros negros es errónea. En el documento 118 se demuestra que la teoría del Big Bang también es errónea. Estas críticas se llevaron a cabo fuera del ambiente académico convencional, el cual se ha vuelto dogmático y osificado, incapaz de tolerar críticas a la ecuación de campo de Einstein e incapaz de progresar. Esta situación de ninguna manera sucede por primera vez en la historia. De hecho, siempre se produce cada vez que un cambio mayor se introduce desde el exterior. La academia se asemeja a un partido político; se espera de aquéllos dentro del partido que halen la cuerda. En vista de esta actitud dogmática rígida, fue necesario desarrollar un nuevo método de publicación de información científica, con el objeto de hacer llegar la teoría ECE a sus interesados lectores. A esta altura ya se ha vuelto la teoría del campo unificado más leída. AIAS descubrió que el sistema de publicaciones académicas se había vuelto tan corrupto que el trabajar a través del mismo resultaba imposible, de manera que se reemplazó por un sistema colegial de publicación empleando portales de Internet. Utilizando este sistema, los documentos son verificados cuidadosamente, y revisados en forma cruzada en busca de la máxima corrección técnica, antes de publicarse en los portales, para luego ser leídos según su mérito respectivo. También se descubrió que uno o dos académicos marginales cayeron en actividades criminales, tales como fraude, asedio y acecho cibernético. Myron ha descubierto que el trabajar en forma independiente y fuera del sistema académico ofrece mucha mayor libertad.

Durante el siglo XX, el tema comenzó a descomponerse cuando se descartó el propio consejo de Einstein, como en el caso de la teoría de agujeros negros. Este término fue introducido por Wheeler, quien se desempeñaba como asistente de Einstein. Los académicos aún intentan propagar esta teoría completamente absurda, de manera que brindan un mal servicio a la ciencia. Myron intercambió cierta correspondencia con Wheeler acerca del campo $B^{(3)}$. Myron no está seguro si Vigier aceptó alguna vez la teoría de los agujeros negros, o si lo hizo Sternglass, otro asistente de Einstein. Sin embargo, todos ellos aceptaron la teoría $B^{(3)}$. El otro gran problema que surgió durante el siglo XX emergió a partir de la bien conocida controversia entre Hoyle y Hawking acerca del Big Bang. Ahora se sabe, a través de la teoría ECE, que ni Hoyle ni Hawking podían haber estado en lo correcto, porque ambos desprecian la torsión. Es éste desprecio de la torsión que condujo a la idea del Big Bang. Al preparar el documento 118 Myron se sorprendió del grado de absurdo que posee la teoría del Big Bang, con su plétora de suposiciones salidas

quien sabe de dónde. La ciencia es el estudio de la naturaleza y la comparación de la teoría con los datos experimentales. ¡Cuanto más sencilla sea la teoría, mejor será!

La Gran Teoría del Campo Unificado

El camino hacia la unificación de las fuerzas de la física fue iniciado por Michael Faraday, quien era un físico-químico que trabajaba en la Royal Institution, en Londres. Sus habilidades prácticas e intuiciones científicas le condujeron al descubrimiento de la inducción electromagnética y a la comprensión de que la electricidad y el magnetismo estaban interrelacionados. Propuso que la luz era radiación electromagnética, pero sus habilidades matemáticas no eran lo suficientemente buenas como para demostrarlo. Sin embargo, James Clerk Maxwell creyó en él y lo demostró matemáticamente. Einstein se inspiró en las ecuaciones de Maxwell y se dedicó a formular sus teorías de la relatividad restringida y de la relatividad general.

Posteriormente, Einstein intentó unificar el electromagnetismo (la luz) con la gravitación. Elie Cartan, el matemático francés, consideraba que la luz era espacio-tiempo que giraba, y podían escribirlo utilizando sus matemáticas de Cartan. Einstein y Cartan colaboraron, en la década de 1920, intentando combinar sus dos teorías, pero sin éxito. Resultó que las matemáticas no podían realizar esto por sí solas, porque había una parte del rompecabezas que faltaba, y que se relacionaba con la naturaleza del fotón.

La parte faltante del rompecabezas nos retrotrae nuevamente a Michael Faraday y a la Royal Institution. En 1845, Faraday experimentó con el efecto de los campos magnéticos sobre la luz. Descubrió que si se hacía pasar luz polarizada a través de un vidrio colocado contra los polos de un electro imán, entonces el campo electromagnético provocaba la rotación de la luz polarizada. Este efecto magneto-óptico se denominó como la rotación de Faraday, o más comúnmente como el Efecto Faraday. Existe también un Efecto Faraday Inverso, el cual consiste en la magnetización de la materia por medio de un campo electromagnético a cualquier frecuencia. El campo debe estar polarizado ya sea en forma circular o elíptica para producir la magnetización de la materia.

El Efecto Faraday Inverso fue inferido por Piekara y Kielich, a mediados de la década de 1950, utilizando fenomenología en óptica no lineal, e inferido nuevamente por Pershan en Harvard, a principios de la década de 1960. Sin embargo, el Efecto Faraday Inverso no se observó experimentalmente en líquidos, sólidos y vidrios paramagnéticos en Harvard hasta mediados de dicha década.

En 1991, Myron tomó un año de licencia del Cornell University Theory Center (Centro Teórico de la Universidad de Cornell), que fue fundado por el Premio Nobel de física de 1992 Ken Wilson), para irse a trabajar con el grupo de George Wagniere en la Universidad de Zurich.

Mientras trabajaba en el nuevo campus Irchel de la Universidad de Zurich, Myron (documento 347) utilizó su técnica de simulación computacional aplicada a campos

(desarrollada en Aberystwyth en 1983) para simular el Efecto Faraday Inverso, o sea la magnetización de cualquier tipo de materia mediante un campo electromagnético con polarización circular de cualquier frecuencia. Para el año de 1992 (The Elementary Static Magnetic Field of the Photon, por Myron Evans, Physica B, 182, 227, 237 (1992)), Myron logró ver que el Efecto Faraday Inverso señala el hecho de que existe un campo de espín fundamental conectado con la radiación electromagnética de cualquier frecuencia. Esto confirmó que el campo electromagnético era sin lugar a dudas la torsión de Cartan, y que la luz era 'espacio-tiempo en rotación' tal como lo habían afirmado Cartan y Einstein. El campo de espín era la parte faltante del rompecabezas, y la búsqueda de unificación de la gravitación con el electromagnetismo podía ahora proceder a sus etapas finales. El descubrimiento del campo de espín en el mes de noviembre de 1991 conduciría durante la siguiente década a la formulación de la teoría ECE en febrero del año 2003.

El descubrimiento mayúsculo de Myron en Zurich acerca de la naturaleza de la luz y del fotón se constituyó en un eco del célebre trabajo teórico de Einstein en Zurich un siglo antes. Los estudios de Einstein en Zurich produjeron en su tiempo avances espectaculares en la física y la química, pero Einstein no pudo completar su 'teoría del todo', que intentó llevar a cabo hasta su muerte en el hospital de Princeton en 1955.

La visita de Myron al Alma Mater de Einstein había facilitado el descubrimiento que habría de permitir a Myron mover la obra de Albert hacia adelante, y que no sólo habría de revolucionar eventualmente la obra de Myron, sino que también habría de conducir a Myron a lo largo del mismo sendero seguido por Einstein setenta años antes ¡cuando perseguía la célebre 'teoría de todo' a través de la geometrización de la física!

El Camino hacia la Unificación

Entre los años de 1989 y 1992, Myron fue profesor invitado en la Universidad de Cornell, con el año central de dicho período utilizado para trabajar como profesor visitante en la Universidad de Zurich. Durante este período, Myron llevó a cabo parte de su trabajo más productivo y sus investigaciones relacionadas con el Efecto Faraday Inverso habrían de conducir eventualmente a completar la gran obra de Einstein. Durante su estancia en Cornell, Myron conoció a Harold Scheraga, quien había sido nombrado por Debye, y también a Ronald Hoffman, autor de las reglas de Woodward Hoffman, quien había recibido el premio Nobel de química en 1981.

Se había completado la construcción del Cornell Theory Center, y el personal se había mudado a ese nuevo y llamativo edificio curvo construido sobre uno de los barrancos de Ithaca. La Biblioteca Clark resulta particularmente atractiva y vincula el área de química con el de física. De hecho, el campo B⁽³⁾ fue inferido en la casa ubicada en el número 77 de Lois Lane Common, con vista a la nieve que cubría la cañada de 9 km de largo, durante el mes de noviembre de 1991, sólo semanas después de que Myron hubiera regresado de Zurich. Esta era una bonita comunidad en las afueras del pueblo de Ithaca, en el camino a Binghamton, y Myron vivía muy feliz allí con su primera esposa, siendo aquella la primera vez en que pudo comprar una casa. La empresa IBM poseía una unidad en el Cornell

Theory Center, que utilizaba procesamiento en paralelo alrededor de la máquina IBM 3090-6S.

Mientras trabajó en Zurich, entre 1990 y 1991, Myron aplicó su técnica de simulación computacional al Efecto Faraday Inverso, y a su regreso al Theory Center de Cornell Myron pronto comprendió que los resultados que había obtenido en Zurich demostraban que el Efecto Faraday Inverso mostraba la existencia de un campo de espín fundamental conectado con la radiación electromagnética de cualquier frecuencia. Esta situación confirmó que el campo electromagnético sin duda era la torsión de Cartan y que la luz era, tal como lo habían imaginado Cartan y Einstein, 'espacio-tiempo en rotación'. El campo de espín era la parte faltante del rompecabezas, y la búsqueda de unificación de la gravitación con el electromagnetismo podía ahora proceder a sus etapas finales. El trabajo de Myron demostró que la luz con polarización circular posee un componente magnético en la dirección de propagación, que ahora se denomina el campo $B^{(3)}$, y que produce la magnetización de todos los materiales. Con el objeto de aplicar este nuevo conocimiento a la obra de Einstein, Myron debió zambullirse en los misterios de la geometría esférica, tal como Einstein y Cartan habían hecho antes que él. Las matemáticas son difíciles de comprender, tal como lo descubrió Einstein cuando inició su búsqueda de la teoría general de la relatividad, pero permite describir mediante geometría a las fuerzas de la naturaleza.

Einstein había logrado desarrollar su teoría de la relatividad restringida utilizando sus experimentos mentales, pero para extender esto a fin de que incluyera la aceleración y la gravitación debió dedicar diez años de aprendizaje de matemáticas las cuales nunca pensó que habría de requerir en su trabajo, y al completar su gran obra necesitó meses de descanso y cuidados médicos a fin de recuperar su salud. Análogamente, Myron tendría que trabajar durante diez años en el problema, y tendría que colaborar con un número de excelentes físicos matemáticos antes de que la teoría ECE pudiera emerger y la gran obra de Einstein pudiera completarse!

El campo de espín $B^{(3)}$ fue un desarrollo en el campo de la química física. La ecuación que describe dicho campo $B^{(3)}$ fue desarrollada en la Universidad de Cornell y en la Universidad de Carolina del Norte, donde se transformó en el Teorema Cíclico B:

$$B^{(1)} \times B^{(2)} = iB^{(0)}B^{(3)*}$$

en permutación cíclica. Este es el MISMO marco de referencia de Lorentz y covariante generalizado, en la base circular compleja (véase por ejemplo, Brian Silver, 'Irreducible Tensorial Methods', publicado en 1975 en Cambridge). De manera que el $B^{(3)}$ es el marco de referencia MISMO con el agregado de un factor $A^{(0)}$. Aquí $cA^{(0)}$ posee unidades de voltios y es de naturaleza primordial. En otras palabras, el campo es el marco mismo, al igual que sucede con la gravitación.

Myron desarrolló posteriormente el campo de espín en una forma de electrodinámica, la cual podía incorporar el campo de espín de una manera consistente, la electrodinámica $O^{(3)}$.

En 1982, Myron fue invitado como editor a una doble edición especial de la publicación *Advances in Chemical Physics* (volúmenes 62 y 63), por Prigogine y Rice, editores de la serie. Ilya Prigogine (1917-2003) nació en Moscú y estudió química en Bruselas, donde llegó a ser director del International Solvay Institute antes de ser nombrado Profesor de Física e Ingeniería Química en la Universidad de Texas. Prigogine recibió el premio Nobel de química de 1977 por sus contribuciones en el campo de la termodinámica de sistemas fuera de equilibrio. Stuart Rice nació en Nueva York en 1932 y es Profesor Emérito en la Universidad de Chicago. Ha recibido tanto la Medalla Nacional de la Ciencia y la Medalla de Honor del Congreso por Bill Clinton.

Myron fue nuevamente invitado como editor de *Advances in Chemical Physics* para el Volumen 119 en el año 2001, el cual describió el avance logrado por la teoría del campo unificado a la fecha. Todas las recopilaciones de Myron del *Advances in Chemical Physics* se encuentran disponibles en la sección de Omnia Opera del portal www.aias.us. 'Modern Non-Linear Optics' consiste de los seis volúmenes, *Advances in Chemical Physics* 85(1), 85(2), 85(3), 119(1), 119(2) y 119(3).

El Instituto Kielich de la Universidad Adam Mickiewicz en Poznan recibió su nombre en honor a Stanislaw Kielich, quien co-infirió el Efecto Faraday Inverso junto con Arkadeusz Piekara y desarrolló sistemáticamente la óptica no lineal en muchas direcciones. Mansel Davies, un Miembro del Comité Faraday, introdujo la obra de Kielich a la Royal Society of Chemistry. La División Faraday de la misma fue anteriormente conocida como la Faraday Society.

El volumen 119(3) de *Advances in Chemical Physics* fue respaldado por la Academia Real de Suecia, como reconocimiento de la Omnia Opera de Vigier, cuya lista se incluye en dicho volumen y con un retrato de Vigier como frontispicio. Vigier recibió un título honorífico de la Universidad de York, en Toronto, durante la primera conferencia Vigier, y hubiese recibido muchos otros títulos honoríficos de no haber sido por su adhesión intelectual a la causalidad de Einstein/De Broglie, en lugar de a la indeterminación de Copenhague, la cual dominó la física a fines del siglo XX. Ahora el péndulo se inclina nuevamente hacia la causalidad, con la filosofía rigurosamente objetiva apuntalando la teoría ECE.

Bo Lehnert, de la Universidad KTH en Estocolmo colaboró con Vigier durante muchos años, y resumió el impacto del descubrimiento de Myron del campo de espín y sus implicaciones al afirmar, 'Como resultado de la teoría de Evans, un componente del campo magnético axial $B^{(3)}$ existirá en la dirección de propagación de un fotón individual. Considerando a dicho fotón como un paquete ondulatorio axi-simétrico de sección transversal limitada, resulta inevitable que el paquete debiera de poseer un patrón de campo magnético tridimensional, teniendo una componente del campo axial $B^{(3)}$ y un momento angular asociado (espín). La contribución fundamental de Evans conduce a una mejor comprensión del enigma del fotón, en comparación con lo ofrecido por la teoría convencional. En consecuencia, los resultados obtenidos por Evans han inspirado a un número de científicos y grupos de investigación a ejecutar nuevas investigaciones siguiendo este enfoque. En consecuencia, la investigación de Evans es de gran importancia para la comunidad científica y para el desarrollo ulterior de la física y química modernas'.

Einstein había desarrollado la relatividad general utilizando matemáticas alemanas e italianas de superficies curvas, las cuales le fueron aconsejadas por Marcel Grossmann, quien fuera compañero suyo de clases durante su época en la Universidad ETH. En 1911, a su regreso de su trabajo en la Universidad Charles en Praga, Einstein era ahora Profesor en la Universidad de Zurich, mientras que Grossmann era Profesor de Matemáticas en la cercana ETH, en Zurich. Esta situación le permitió a Einstein tener acceso al genio matemático de Grossmann para compensar su propia incapacidad de capitalizar las oportunidades de aprendizaje que le fueron ofrecidas en ETH, en su época de estudiante.

A principios de la década de 1920, Elie Cartan había sugerido a Einstein que la radiación electromagnética se debía a la torsión o enroscamiento del espacio-tiempo. Intercambiaron abundante correspondencia sobre el tema, pero no pudieron construir la requerida teoría del campo unificado. Einstein había demostrado que el espacio se curva por la presencia de objetos masivos, tal como lo describía la ecuación de la relatividad general de Einstein Hilbert de 1915. Mientras tanto, Cartan había desarrollado su geometría diferencial para describir la luz como la torsión o rotación del espacio-tiempo. Luego del descubrimiento de Myron del campo de espín de la radiación electromagnética en 1991, y la formación del Instituto Alpha de Estudios Avanzados (AIAS) en 1998, se comprendió que era necesario desarrollar una matemática que permitiera unir el espacio curvo de Einstein con la torsión del enroscamiento del espacio-tiempo de Cartan.

Myron halló, en el año 2003, que la geometría diferencial francesa de Cartan podría adaptarse para este fin. En la primavera del año 2003 las ecuaciones de campo de la gravitación y del electromagnetismo se unieron en la teoría de campo de Einstein, Cartan y Evans (ECE), la cual se basa directamente en geometría de Cartan (también conocida como geometría diferencial). El documento revolucionario fue el 599 de Myron: M.W.Evans, 'A Generally Covariant Wave Equation for Grand Unified Field Theory', (Una ecuación de onda covariante generalizada para la gran teoría del campo unificado) en la publicación Foundations of Physics Letters, 16,513 (2003). Este documento, elaborado en Craigcefnparc, en el Sur de Gales (el centro neurálgico de AIAS) registró el descubrimiento de la ecuación de onda que unifica la mecánica ondulatoria (o cuántica) y la relatividad general de una manera objetiva. Esto constituyó un objetivo fundamental tanto para Albert Einstein como para Elie Cartan durante muchos años. La búsqueda de Einstein de unificar la gravitación con la luz finalmente se había logrado, ¡y se había hecho historia a través de Evans y su teoría de Einstein, Cartan y Evans, 'ECE'!

Poco tiempo después también se unificaron las ecuaciones de los campos débil y fuerte con aquellos de la gravitación y el electromagnetismo, y la ecuación de Dirac deducida a partir del ecuación de onda ECE. Las ecuaciones de la mecánica cuántica y la relatividad general se unificaron ese mismo año (2003), a través del empleo del postulado de la tetrada de la geometría de Cartan, que condujo al Lemma de ECE y a la ecuación de onda.

La ecuación de Dirac permitió que la teoría cuántica se unificara con la relatividad restringida el siglo pasado, cuando la nueva área temática de la electrodinámica cuántica (QED) hizo su aparición. En 1927, la teoría cuántica de Einstein fue secuestrada por la escuela de científicos de Copenhague, tales como Heisenberg, quienes la consideraban completa y gobernada sólo por la probabilidad. Afirmaban que a un nivel subatómico gobernaba la incertidumbre, y que las partículas se vinculaban mediante una 'acción

fantasmal a distancia'. Sin embargo, Einstein creía que la teoría cuántica estaba incompleta y que el papel de la probabilidad disminuiría a medida que se afirmase la teoría. Sin embargo, la escuela de Copenhague llegó a dominar la física a medida que progresaba el siglo XX y, finalmente, se la consideró como la única válida. Este punto de vista unilateral abrió las puertas a nuevas y más ideas extravagantes, las cuales condujeron finalmente a la teoría de cuerdas y otras teorías que no podían evaluarse experimentalmente, y que contenían ecuaciones que podían 'cocinarse' para producir resultados que diesen la impresión de que eran las mejores teorías a desarrollar.

La ecuación de Schroedinger fue descubierta por Schroedinger y Debye en la Universidad de Zurich, mientras luchaban por comprender el dualismo onda-partícula de De Broglie y se inspiraron en su investigación para visualizar los mecanismos internos del átomo. Heisenberg, por otro lado, utilizó sus excelentes habilidades matemáticas para formular la ecuación de Heisenberg como una ecuación capaz de emular la gran ecuación de Schroedinger. Sin embargo, la ecuación copiada por Heisenberg no se desarrolló a partir de la percepción interior de los mecanismos de la naturaleza sino que se obtuvo a partir de un juego de matemáticas abstractas alrededor de datos experimentales. A esta altura, Heisenberg se separó de los principios científicos baconianos con su declaración de independencia matemática respecto de los experimentos, utilizando la 'incertidumbre' como su grito de batalla. Bohr fue el primero en convertirse a la independencia matemática, y la incertidumbre de Bohr-Heisenberg fue impuesta en el mundo de la física en la Conferencia Solvay de 1927.

Heisenberg era muy capaz, un contrincante formidable, y fue nombrado profesor titular a la edad de 26 años. Peter Atkins señala en su libro 'Molecular Quantum Mechanics' (Oxford University Press, 1983) que la incertidumbre de Heisenberg debiera en realidad denominarse indeterminación. Una indeterminación significa que las cosas ya dejan de ser causales; esto inmediatamente introduce considerable confusión respecto de qué es la física, o filosofía natural. La indeterminación realmente significa que algunas cosas son intrínsecamente no cognoscibles, y no inciertas estadísticamente, sino absolutamente incognoscibles. Los deterministas causales Einstein, De Broglie y Schroedinger (y muchos otros) rechazaron estas afirmaciones de plano, como es bien sabido. Boltzmann había dedicado la mayor parte de su vida intentando convencer a científicos menores acerca de la existencia de los átomos. Planck había introducido el fotón meramente como una necesidad matemática para resolver un problema. Mientras tanto, Einstein utilizó su visión de una realidad subyacente para demostrar que los átomos existían y estableció al fotón como real. El indeterminismo de Heisenberg pateó al fotón fuera de la cancha y regresó nuevamente al dominio de las matemáticas abstractas. ¡Con razón Boltzmann pasó tantos años de su vida en un sanatorio!

La ecuación de 1928 de Paul Dirac, fue reintroducida para describir el movimiento de un electrón en un átomo, para el caso especial de un electrón único. En consecuencia, la trayectoria de un electrón no se ajustaba a una descripción matemática. Dirac comprendió esto porque los electrones se movían a una velocidad extrema, y cuando se está cerca de la velocidad de la luz en un átomo se requiere de una corrección relativista. Dirac logró esta corrección al unificar la mecánica cuántica con la relatividad restringida para crear la

electrodinámica cuántica (QED), la cual luego necesitaba extenderse al caso de átomos con muchos electrones, más allá del caso del hidrógeno.

Con el tiempo, la claridad que trajo la ecuación de Dirac al campo de la QED se perdió en las matemáticas abstractas, cuando una generación de físicos matemáticos siguió la conducción de Heisenberg en el desarrollo de ecuaciones exóticas, libres del rigor derivado de la verificación experimental. Eventualmente, Richard Feynman se coló a la fiesta con sus diagramas de Feynman, que describían nuevamente la QED en términos de una realidad subyacente. Feynman puso durante un tiempo a la ‘Convención de Copenhague’ de cabeza. Sin embargo, los matemáticos abstractos fueron autorizados una vez más a colocar sus cabezas bajo la arena, con el pensamiento de que la realidad subyacente indicada por los diagramas de Feynman podían considerarse meramente como una conveniencia matemática para lograr poner las cosas nuevamente en movimiento. De manera que, durante los siguientes cincuenta años la indulgencia matemática fue la orden del día, y se permitió que la física sea alejase desde sus amarres experimentales hacia temas tales como la teoría de cuerdas, la materia oscura, la energía oscura y otros inventos condenados a ser callejones sin salida.

Eventualmente, Myron intentó mejorar la situación ajustando la ecuación de Heisenberg, al introducir la relatividad general, en especial la densidad del cuanto de acción, h barra/ V . esta intervención se describe en el nuevo libro de Lar Felker, ‘Las Ecuaciones de Evans de la Teoría del Campo Unificado’ (versión castellana en la Sección en Español del portal www.aias.us). La nueva teoría ECE fue utilizada por Evans para unificar las ecuaciones de electrodinámica cuántica con la relatividad general, simplificando así la electrodinámica cuántica (QED) y negando la necesidad de teorías exóticas, tales como la teoría de cuerdas. Además, debido a que la teoría ECE unifica la electrodinámica cuántica con una más poderosa relatividad general, antes que con la más débil relatividad restringida, se han abierto nuevas oportunidades para dar una fresca mirada a viejos problemas de la ciencia, para ver qué nueva información puede detectarse.

El campo de espín $B^{(3)}$ no fue inferido sino hasta 1992, y el Efecto Faraday Inverso mismo se desconocía antes de mediados de la década de 1950. La completa estructura de la teoría de Maxwell Heaviside debió de desarrollarse desde 1992 hasta el presente (en base a la teoría ECE y sus precursoras) para unificar al electromagnetismo con la gravitación.

‘The Spinning and Curving of Spacetime: The Electromagnetic and Gravitational Fields in the Evans Unified Field Theory’ (‘Los giros y curvas del espacio-tiempo: Los campos electromagnético y gravitacional en la Teoría del Campo Unificado de Evans’), publicado en Foundations of Physics Letters, 18, 431 (2005), que fue el documento 66 de Myron desde Craige f n p a r c, registra el desarrollo de las ecuaciones de campo de la electrodinámica dentro del marco de la teoría ECE, un gran avance a partir del modelo establecido en el cual el campo electromagnético aún es la entidad decimonónica de Maxwell, Heaviside, Lorentz y Poincaré. En la teoría ECE el campo electromagnético es un campo de relatividad general, unificado con todos los otros campos a través de la geometría.

La diferencia esencial entre la relatividad restringida y la relatividad general aplicada a la electrodinámica clásica es que en la primera (Maxwell y Heaviside) el campo constituye

una entidad (introducida por Faraday) superpuesta sobre un marco de referencia fijo. En tanto que, cuando la relatividad general reemplazó la relatividad especial, el campo electromagnético pasa a ser el marco mismo y el marco mismo es dinámico, requiriendo de la conexión de espín. La conexión de espín representa toda la diferencia, introduciendo muchos nuevos efectos no presentes en la teoría de Maxwell-Heaviside, y explica muchos fenómenos no explicables a través de MH. La conexión de espín vuelve a la teoría de la electrodinámica clásica filosóficamente consistente con la teoría de la gravitación.

Los debates entre la teoría ECE y el modelo establecido giran alrededor de este enfoque revolucionario del tema. Para resolver estos debates, el portal www.aias.us incluye una tabla de las muchas ventajas experimentales de la teoría ECE sobre el modelo establecido. El modelo establecido ha perdido el debate ampliamente, de acuerdo con la filosofía de Bacon. En otras palabras, ¡estamos realizando avances realmente significativos en física relativista por primera vez en los últimos noventa años!

Durante más de cien años, una visión unificada de los mecanismos de la naturaleza ha sido perseguida por los líderes intelectuales en áreas de la ciencia tipificadas por la astronomía, cosmología, física de campos y de partículas, mecánica cuántica y química. Se acepta en general que una teoría unificada de la naturaleza emergió en el año 2003 con el desarrollo de un nuevo tipo de teoría de la relatividad. El nuevo tipo de relatividad posee una asombrosa similitud con el pensamiento de filósofos tales como Leonardo da Vinci y Renato Descartes, donde el universo se pensaba en términos de torbellinos o vórtices en movimiento. A menudo Leonardo esquematizó estos conceptos en sus notas, las cuales constituyen obras maestras en el campo del arte y de la ciencia. En el pensamiento de nuestro siglo XXI estos torbellinos o vórtices devienen vórtices del espacio-tiempo, un concepto que emergió a fines del siglo XIX, y que formó la base de la gran teoría de la relatividad. El vórtice del espacio-tiempo se conoce hoy día como la torsión del espacio-tiempo, y la torsión cumple con las reglas de la geometría. Los pensadores de la antigüedad pensaban de la geometría como belleza, en tanto que ahora la belleza se vuelve naturaleza, los dos términos se entrelazan. La filosofía de la naturaleza (o física en lenguaje moderno) se basa por lo tanto en la geometría. Esta fue la idea tras el desarrollo inicial de la teoría de la relatividad, la cual se ha traído ahora a un nivel más alto y por ende fortalecido mediante el empleo de un tipo de geometría más completo. Cuando esto se lleva a cabo, se vuelve posible unificar la relatividad general y la mecánica cuántica, y dispensarnos de ideas obsoletas del siglo XX que tendían a sobre-complicar la filosofía de la naturaleza.