

Capítulo 4

EINSTEIN, EL PROFESOR HART Y LA XAVIER UNIVERSITY.

Con el cambio del siglo XIX al siglo XX, cuando se estaba graduando Albert Einstein, el gran centro de investigación experimental en el campo de la física nuclear era la Universidad de Cambridge. Las dos universidades de Zurich también estaban bien equipadas para la realización de trabajos experimentales, y también tenían muy buena reputación como centro de estudios de matemáticas aplicadas a la física teórica. En Francia, el París del matrimonio de los Curies era uno de los principales centros de experimentación en el campo de la radiactividad, y también albergaba a grandes físicomatemáticos como Paul Langevin y Elie Cartan. Mientras tanto, en Alemania, la Universidad de Gottingen había logrado la reputación como el centro europeo para las matemáticas. A medida que progresó el siglo XX, se produjeron importantes hallazgos científicos en estos centros, y los matemáticos y físicos se movían entre ellos para obtener enfoques que les permitieran avanzar en sus campos. Berlín también estaba surgiendo como un centro para grandes físicos y químicos, y en 1913 Max Planck logró que Einstein se mudara allí, al conseguir para él un cargo de profesor titular con unas pocas tareas a realizar.

En sus primeros años en Berlín, Einstein visitaba frecuentemente la ciudad de Gottingen, para explicar a los matemáticos allí ubicados sus progresos en el desarrollo de la matemática de Riemann para producir ecuaciones de campo para la relatividad general. El gran matemático de Gottingen David Hilbert decidió también trabajar en los problemas matemáticos generados por la relatividad general, y en una carrera en el campo de las matemáticas que concluyó con un final de fotografía, la ecuación de campo de Einstein-Hilbert para la relatividad general surgió a finales de 1915. En estas fechas, Max Born abandonó Gottingen para trabajar en Berlín, y allí se transformó en un amigo para toda la vida de Einstein.

Norteamérica no era muy conocida por su investigación en física teórica o nuclear en aquella época, pero Robert Oppenheimer había obtenido títulos tanto en química como en física, antes de trabajar en Cambridge y en Gottingen. Luego de regresar a los Estados Unidos, Oppenheimer trabajó en Caltech y en Berkeley, donde científicos locales y emigrados de Europa ahora se estaban estableciendo. En 1930, el establecimiento del Instituto de Estudios Avanzados de Princeton (PIAS) le dio a los Estados Unidos un centro

de excelencia donde grandes científicos norteamericanos y europeos podían visitar y trabajar. En 1932, Einstein, sabiamente, abandonó Alemania y se ubicó en Princeton en 1933. También en 1933, los físicos y matemáticos judíos radicados en Gotingen fueron expulsados por los nazis, y muchos de ellos se reubicaron en los Estados Unidos y en Princeton. Con el inicio de la Segunda Guerra Mundial, científicos británicos se unieron a los científicos norteamericanos y a los "refugiados judíos" para trabajar en el Proyecto Manhattan.

Después de la Segunda Guerra, Robert Oppenheimer, David Bohm y Eugene Wigner trabajaron con Einstein en Princeton. Para estas fechas, Einstein ya estaba trabajando en su teoría para todo, con el objeto de unificar el electromagnetismo con la gravedad. Elie Cartan, el matemático francés, había estado trabajando en este tema durante la década de 1920 en París, y Einstein, que visitaba París desde Berlín en aquella época, frecuentemente discutía el problema con él, además de intercambiar correspondencia con asiduidad. Sin embargo, no pudieron encontrar la forma de unir sus dos teorías, de manera que Einstein se vio condenado a dedicar la segunda mitad de su vida a llevar a cabo intentos infructuosos en este campo. En los años posteriores de Einstein en Princeton, la cacería de brujas de McCarthy le trajo problemas, y Bohm subsecuentemente abandonó Norteamérica, mientras que Oppenheimer, quien fuera la cabeza del proyecto de la bomba atómica, también era considerado como un riesgo de seguridad. Einstein falleció en 1955, sin poder completar su teoría de todo, pero otros científicos como Paul Dirac, Schroedinger y Bohm continuaron buscando una solución. En 1962, se llevó a cabo una gran conferencia en Xavier University, para evaluar el progreso logrado tanto por el trabajo de Einstein como por la física determinista. En la Conferencia estuvieron los primeros dos asistentes de Einstein en Princeton, Podolsky y Rosen, junto con Wigner, Aharanov y Dirac. La conferencia fue organizada por el profesor de física de Xavier John Hart, quien obtuvo grandes comentarios respecto de la naturaleza de la obra de Einstein a partir de estos científicos. Finalmente se unió con Myron Evans en la década de los noventa, para formar el Alpha Institute for Advanced Studies (AIAS), un instituto formado con el expreso propósito de completar la obra de Einstein. El profesor Hart proclamaba la obra de Evans como la física para los próximos 200 años, y orgullosamente desplegó el emblema de AIAS en el muro exterior de su casa ubicada en el campus de Xavier.

EINSTEIN Y LA NUEVA FISICA

A finales del siglo XIX, mucha gente consideraba que la física estaba ya más o menos completa, y restaban pocos, si es que algunos, nuevos descubrimientos por realizarse. Sin embargo, Einstein pronto habría de transformar la física, a partir de la obra de otros científicos, de la manera más profunda y asombrosa en su "año milagroso" de 1905.



El hogar de John Hart en el campus de la Universidad Xavier, luciendo el cartel color azul con el logotipo de AIAS.

En el siglo XIX, científicos y matemáticos en varios países comenzaron a considerar los efectos de la relatividad sobre objetos y observadores que viajaran a altas velocidades. A medida que avanzó el siglo, la importancia de esta extraña área de la física fue tornándose más clara. James Clerk Maxwell produjo ecuaciones que mostraban que la luz siempre se alejaba a la velocidad de la luz, cualquiera fuese la velocidad de un observador, y en 1887 Michelson y Morley demostraron experimentalmente que así sucedía. George Fitzgerald sugirió que a altas velocidades, cercanas a la velocidad de la luz, la distancia se contraía y esto explicaba los hallazgos de Maxwell, Michelson y Morley. Los experimentos de Oliver Heaviside en el campo de la electricidad confirmaban lo anterior, y Lorentz produjo una fórmula que podía utilizarse para calcular el grado de semejante contracción.

Con el cambio al siglo XX, y construyendo sobre la obra de estos científicos y matemáticos del siglo XIX, Einstein pudo formular su gran teoría de la relatividad restringida. Einstein posteriormente amplió la relatividad restringida (la cual describe la forma en que los objetos se comportan a velocidades cercanas a la velocidad de la luz), a la

relatividad general, la cual incluye los efectos de la gravedad sobre el movimiento de los objetos. La relatividad restringida sumada a la relatividad general ha sido descrita por algunos como el mayor logro de la física del siglo XIX.

También, al inicio del siglo XX, Einstein comenzó, junto con Planck, la revolución de la teoría cuántica. La teoría cuántica describía la luz en términos de una dualidad onda-partícula y Bohr, a partir de los trabajos de Thomson, Einstein y Rutherford, pudo describir la forma en que los electrones se comportaban dentro de los átomos. La teoría cuántica pasó a ser considerada por muchos como la teoría más importante del siglo XX. Sin embargo, Einstein comenzó a tener sus reservas acerca de la teoría cuántica, porque sus ideas fueron mal interpretadas por un influyente grupo de físicos matemáticos, quienes obstaculizaron el desarrollo de la teoría cuántica durante la mayor parte del siglo XX. Einstein no creía que la teoría cuántica que había surgido de su mente estuviera equivocada, sino simplemente incompleta.

Einstein recibió el premio Nobel en 1921, no por la relatividad sino por su explicación del efecto fotoeléctrico, lo cual condujo al descubrimiento de que la luz estaba compuesta por fotones, y que a su vez condujo a la teoría cuántica. Niels Bohr recibió el Premio Nobel en 1922, por su empleo de la teoría cuántica de Einstein para explicar el espectro de emisión del átomo de hidrógeno. Esta descripción mostró que los electrones ocupan capas concéntricas en los átomos, en donde las capas más internas se encuentran más firmemente vinculadas que las capas exteriores, y esta descripción resultó consistente con aquella de Charles Bury para la tabla periódica. En 1924, Louis de Broglie descubrió que los electrones se encuentran guiados en su recorrido alrededor del átomo por una onda piloto, de manera que los electrones exhiben simultáneamente una naturaleza ondulatoria y de partícula, conocida como la dualidad onda-partícula. La fresa sobre el pastel llegó en 1925, cuando Erwin Schroedinger produjo su célebre ecuación de onda, la cual describía matemáticamente el movimiento del electrón alrededor del átomo ¡de una manera consistente con los conceptos de Louis de Broglie acerca de la naturaleza del átomo!

A partir de entonces, todo debió de haber sido un camino recto y hacia adelante en el campo de la física, pero en la Conferencia Solvay de 1927 los matemáticos enturbiaron el agua, ¡y el progreso de la física teórica se detuvo bruscamente! Arthur Compton ya había demostrado que en las colisiones entre fotones y electrones se conservaba el momento, demostrando que el universo determinista de Newton y Einstein se cumplía hasta el nivel atómico y más allá. Compton recibió el Premio Nobel por su trabajo. Su obra ya había demostrado que la teoría de Bohr de “complementaridad” contenía errores fatales, pero Heisenberg ignoró pulcramente toda la evidencia experimental y transformó a la ecuación de onda de Schroedinger en abstracta mecánica de matrices. La mecánica de matrices resultaba útil para efectuar cálculos, pero no se basaba en física atómica determinista como lo hacía la ecuación de Schroedinger, de manera que no podía evolucionar y desarrollarse

en la forma en que los químicos habrían de utilizar y desarrollar la ecuación de Schroedinger para sus respectivos propósitos.

De manera que fue así como los químicos seguirían el sendero determinista elaborado para ellos por Schroedinger, mientras que los matemáticos y físicos teóricos habrían de seguir el útil pero limitado evangelio según Heisenberg. La división entre la física nuclear y la química nuclear se dió cuando los físicos descuidadamente dieron por válido el Principio de Incertidumbre de Heisenberg, aun cuando no podía demostrarse experimentalmente y, de hecho, contradecía los resultados experimentales. La química nuclear continuó su utilización del método científico baconiano, la cual se había encontrado en ascenso durante 400 años; la ciencia de Copérnico, Kepler, Galileo, Newton, Herschel, Dalton, Faraday y Einstein. Sin embargo, la física teórica habría de seguir a Heisenberg y la ciencia fallida de la interpretación de Copenhague, la cual rápidamente retornó a la física a la ciencia de Aristóteles, en la que las ideas científicas se discutían hasta que pudiera vislumbrarse una conclusión. Sin embargo, en el método científico aristotélico no hay una prueba de la teoría y conclusiones mediante experimentación.

Einstein abandonó la universidad ETH en Zurich en 1914, para asumir la posición de profesor titular de física en Berlín. Su puesto en Zurich fue ocupado por Peter Debye, quien desarrolló aspectos del trabajo de Einstein. En Zurich y luego en Berlín, Einstein trabajó sobre su revolucionaria teoría de la relatividad general. Einstein propuso un experimento en el cual predecía que la luz habría de desviarse alrededor del Sol, porque el espacio es curvo y porque la luz posee masa. La expedición alemana a Crimea para observar este fenómeno durante un eclipse total solar se vio truncada, con el estallido de la Primera Guerra Mundial y cuando los miembros de la expedición, con telescopios y cámaras, fueron arrestados como espías por los rusos.

Los puntos de vista y declaraciones pacifistas de Einstein durante la Primera Guerra Mundial no fueron vistos con agrado por muchos de sus colegas y por ciertas facciones en el seno de Alemania. Después de la Primera Guerra, Einstein se transformó en una superestrella científica global cuando la expedición de Arthur Eddington para observar el eclipse solar de 1919 confirmó la teoría de Einstein de la relatividad general a satisfacción de la Royal Society y la Royal Astronomical Society. Sin embargo, a principios de la década de 1920, Einstein comenzó a darse cuenta de que sus comentarios respecto de asuntos políticos le habían ganado enemigos, de manera que aprovechó cada oportunidad que se le abrió para viajar fuera de Alemania a conferencias científicas donde consultar con científicos extranjeros. Mientras visitaba a Paul Langevin, a mediados de la década de 1920, Einstein hizo contacto con un tal Príncipe Louis de Broglie, cuyo genio científico habría de revolucionar la comprensión de Einstein respecto de la naturaleza del átomo.

Desde principios del siglo XX hasta el inicio de la Segunda Guerra Mundial, Ernest Rutherford y sus grupos de investigación en McGill, Manchester y Cambridge lideraron al

mundo hacia la era nuclear, mediante sus brillantes experimentos y excelentes intuiciones sobre la naturaleza del átomo. Le dio nombre al protón, descubrió el núcleo atómico y al neutrón, y transmutó elementos. El grupo de Rutherford descubrió el núcleo mediante el bombardeo con partículas alfa sobre películas de oro. Muy ocasionalmente, una partícula alfa rebotaría hacia su dirección original, en lugar de atravesar la película. Rutherford comprendió que el átomo poseía un núcleo pequeño y masivo cargado positivamente, al que denominó el núcleo, y luego postuló que los electrones orbitaban alrededor del núcleo, como un pequeño sistema solar. El modelo atómico de Rutherford similar al sistema solar de 1911 se vio incrementado por el documento de Einstein de 1909, el cual manifestó al mundo que la luz consiste de partículas que poseen un momento bien definido, y que luego fueron conocidas como fotones. El equipo de Rutherford, que incluía a Niels Bohr, pasó a demostrar que las "órbitas planetarias" de los electrones sólo podían adoptar ciertos valores de energías o niveles de energía, y que los cambios en órbitas ocurrían casi instantáneamente cuando un fotón de la energía correcta se emitía o absorbía. Sin embargo, siguió siendo un rompecabezas el motivo por el cual sólo se permitían ciertas órbitas con niveles de energía específicos. Aquí es donde el gran príncipe Louis de Broglie entra en la historia.

Maurice de Broglie (1875-1960), el hermano mayor de Louis, abandonó la armada francesa en 1904 para transformarse en físico. Su supervisor de doctorado fue Paul Langevin, que fue el primero en explicar el magnetismo en términos de electrones girando, que además trabajaba estrechamente con el matrimonio Curie en París, y quien también estaba en contacto frecuente con Albert Einstein. La física experimental estaba en su apogeo en París a inicios del siglo XX, con grandes físicos como Becquerel, Pierre y Marie Curie, Paul Langevin y Jean Perrin formando la base de investigación en París, que rivalizaba e incrementaba el gran trabajo que se llevaba a cabo en el Laboratorio Cavendish en Inglaterra.

En 1895, Perrin había demostrado que los rayos catódicos poseen carga negativa, preparando el camino para que J.J.Thomson descubriera el electrón en el Laboratorio Cavendish. Perrin también estaba interesado en determinar el tamaño de los átomos y demostrar que existen. Éste también fue un gran tema de interés para Paul Langevin, que produjo la ecuación de Langevin que describe cómo interactúan las partículas cuando presentan movimiento browniano. La primera tesis de Maurice de Broglie fue, entonces, no es de sorprender, sobre movimiento browniano.

Einstein también estaba interesado en la determinación del tamaño de los átomos y la demostración de que existen, y publicó dos célebres documentos sobre el tema en 1905. En particular, Einstein explicó la razón tras el movimiento browniano, y al así hacerlo demostró a los físicos que los átomos en realidad existen. Perrin entonces efectuó, meticulosamente, el trabajo experimental para demostrar que el trabajo de Einstein sobre

movimiento browniano era válido y determinaba el número de Avogadro mediante varios métodos. Por sus esfuerzos, Perrin recibió el Premio Nobel de física de 1926.

Maurice estaba muy interesado en los rayos X, y utilizó dichos rayos para estudiar la ionización de gases mientras trabajaba con Paul Langevin. En 1908, luego de obtener su doctorado, Maurice construyó un gran laboratorio en su mansión, cerca de los Campos Elíseos, con el objeto de ampliar sus estudios con rayos X, y se transformó en el primer científico francés en trabajar sobre la difracción de rayos X. Su trabajo de pionero con rayos X le condujo a inventar la espectroscopía con rayos X, mediante la rotación muy lenta de un cristal, mientras era iluminado con un haz de rayos X, y reportó sus resultados en una publicación en 1913. Poco después, Henry Moseley, que formaba parte del equipo de Rutherford, estaba repitiendo y ampliando el trabajo que Maurice había traído a la atención de los físicos y químicos de todo el mundo, y desarrolló la ley de Moseley. Esta ley permitía la clasificación de los elementos de la tabla periódica directamente en términos de su número atómico, y tuvo amplias consecuencias para nuestra comprensión de cómo los electrones orbitan alrededor de los núcleos atómicos en los átomos.

En 1911, la primera Conferencia Solvay se llevó a cabo con la asistencia de 24 de los principales físicos mundiales. Éstos incluían a Rutherford, Marie Curie, Paul Langevin, Jean Perrin, Albert Einstein y un tal Príncipe Maurice de Broglie. Langevin, Perrin, Einstein y de Broglie, que ya habían trabajado sobre movimiento browniano, y Langevin que había trabajado en el Laboratorio Cavendish con J.J.Thomson. Marie Curie había enviado nucleidos radiactivos a Cambridge y su trabajo inspiró a Rutherford a estudiar la radiactividad en el Laboratorio Cavendish, en la Universidad McGill y en Manchester. Resulta sorprendente descubrir que estos eminentes científicos estaban en contacto entre sí ¡y que las direcciones de sus investigaciones se vieran tan determinadas por dicho contacto!

Maurice era un gran experimentalista y trabajaba en radiocomunicación, la difracción de rayos X y espectroscopía. Maurice instaló el primer sistema de radio a utilizarse en un navío de guerra francés, y su hermano Louis se interesó en la física luego de convertirse en operador de radio trabajando desde la torre Eiffel, durante la Primera Guerra Mundial. Louis había tenido intenciones de seguir una carrera en las humanidades, pero su trabajo con la radio durante la Primera Guerra Mundial le dio motivos para discutir la naturaleza de las ondas electromagnéticas y de radio con Maurice, lo cual trajo como resultado en Louis el desarrollo creciente de su interés en la física de esa época.

Después de la Gran Guerra, Maurice lideró un grupo de jóvenes físicos en su laboratorio, trabajando sobre difracción de rayos X y espectroscopía de rayos X, y Louis se transformó en un valioso miembro de este equipo de investigación. En 1920, Louis publicó un documento sobre espectroscopía de absorción de rayos X, a lo cual le siguió en 1921 un documento sobre espectroscopía de rayos X. Este trabajo, que había sido iniciado por Maurice antes de la guerra, resultó clave para la comprensión de la estructura electrónica

del átomo y la naturaleza de las órbitas electrónicas y niveles de energía. Sin embargo, la razón por la que sólo ciertas órbitas electrónicas son permitidas en un átomo seguía siendo un misterio. Para 1923, Louis había reconocido que el movimiento de los electrones en los átomos exhibía una naturaleza ondulatoria, de un modo similar al movimiento de los fotones de luz descritos por Einstein en 1905. Para 1924, Louis había resuelto el enigma de las órbitas de los electrones, al combinar las ideas de Einstein sobre dualidad onda-partícula con su propio conocimiento de las ondas radiales. Louis dio el gran salto conceptual al comprender que, al igual que los fotones de luz, los electrones también podían exhibir una dualidad onda-partícula. Louis explicó el movimiento de electrones en los átomos al describirlos como una partícula controlada por una onda piloto asociada. Einstein se maravilló frente a esta revelación ¡y los dos científicos se transformaron en amigos para toda la vida y aliados científicos!

Peter Debye asumió la cátedra que Einstein dejó vacante en la Universidad de Zurich en 1911, cuando Einstein fue a trabajar a la Universidad Charles en Praga. Luego de un año en Praga, Einstein recibió la oferta de una cátedra nuevamente en Zurich, pero esta vez en la ETH, su vieja universidad de sus días como estudiante. Un año después, Einstein recibió la oferta de una posición en Berlín, donde se le ofreció como incentivo el hecho de que no se le requeriría dar clases. Posteriormente, Debye siguió los pasos de Einstein al transformarse en profesor en la ETH, entre 1920 y 1927, luego de haber pasado seis años trabajando con algunos de los mejores matemáticos del mundo en Gottingen. En ETH, conoció y trabajó con el gran Erwin Schroedinger, y ambos se interesaron mucho en los conceptos desarrollados por Louis de Broglie en 1924, acerca de la naturaleza del átomo. Tanto Schroedinger como Debye realizaron importantes contribuciones en el campo de la física nuclear y ambos asistieron a la Conferencia Solvay de 1924. En 1913, Debye había ampliado el trabajo de Bohr, al proponer que las órbitas de los electrones podían ser elípticas, y en 1923 desarrolló explicaciones relacionadas con el trabajo de Compton. Ahora en Zurich en 1925, Debye y Schroedinger se dedicaron a analizar y desarrollar la descripción de onda de Louis de Broglie aplicada a la forma en que los electrones orbitan en los átomos.

Debye finalizó un curso dado por Schroedinger diciendo que la descripción del átomo de de Broglie sería un buen tema para el próximo curso de Schroedinger. Éste último dictó subsecuentemente su siguiente conferencia sobre el tema, señalando el surgimiento de valores enteros cuando se describía el sendero de un electrón en un orbital atómico. Sin embargo, Debye no se sintió satisfecho con esto y consideró que el tratamiento había sido muy ligero y cualitativo para alguien con la capacidad de Schroedinger, quien necesitaba describir la energía y movimiento ondulatorio de los electrones de una forma más completa, ligando esto de una forma más estrecha con los datos experimentales revelados a través de espectroscopía de emisión atómica. De manera que Schroedinger debió, una vez más, aplicar su mente analítica y matemática al problema de cómo describir la forma en que los

electrones se mueven en un átomo con un movimiento ondulatorio, y la forma en que este movimiento se relacionaba con la energía del sistema. El resultado fue que, cuando llegó la siguiente conferencia, Schroedinger había agregado muchos detalles a la teoría de de Broglie del electrón ondulatorio, al formular su célebre ecuación de onda de Schroedinger. Esta revolucionaria ecuación era exactamente aquello que hacía falta para mover hacia adelante a la química y física nucleares. Con discusiones y apoyo de Debye, Schroedinger había, en un tiempo relativamente corto, producido uno de los documentos fundamentales del siglo XX, la descripción matemática del trabajo de de Broglie, bajo la forma de la revolucionaria ecuación de Schroedinger, la cual se transformó en el fundamento de la química cuántica atómica y molecular.

El trabajo de Debye también fue importante. Su descripción de la forma en que los orbitales electrónicos podían compartirse en forma desigual en las uniones entre átomos y moléculas mostró que las uniones podían polarizarse eléctricamente con cargas parciales positivas y negativas, dando así origen a una mayor reactividad química con reactivos nucleofílicos o electrofílicos adecuados. También, un rayo de microondas o del infrarrojo lejano podría provocar polarización en las uniones, de manera que la interacción del rayo con la unión podía provocar que la unión y la molécula girasen, explicando así aquello que se observa en la espectroscopía de microondas y del infrarrojo lejano.

En 1924, la percepción de de Broglie, en cuanto a que el electrón exhibía una dualidad onda-partícula, amplió la revelación de Einstein respecto de que el fotón mostraba dualidad onda-partícula. Consecuentemente, las discusiones de Debye con Schroedinger acerca de la teoría de la onda piloto de de Broglie condujeron a que Schroedinger formulase su gran ecuación de onda del átomo en 1925, la cual fue abrazada de inmediato por los químicos alrededor del mundo. Heisenberg hubiese adorado haber sido quien desarrollase la ecuación de Schroedinger, y fue así que se sintió motivado a producir su mecánica de matrices como rival, la cual redefinía la ecuación de Schroedinger de una manera que resultaba útil para los cálculos, pero que no dependía de representaciones visuales de los átomos. Muy pronto, Schroedinger produjo un documento demostrando que la mecánica de matrices de Heisenberg era equivalente a la ecuación de Schroedinger, lo cual no fue del agrado de Heisenberg. Como resultado, Heisenberg invadió la sala de conferencias donde Schroedinger estaba disertando en Munich para vocalizar sus protestas, pero sus argumentos no fueron bien recibidos por el auditorio. Esto colocó a Heisenberg en un camino que utilizaba las matemáticas abstractas para describir al átomo, en una forma que no se basaba en la naturaleza. Esto conduciría al Principio de Incertidumbre de Heisenberg y a una fractura en la física, la cual duraría hasta la actualidad.

En 1926, Heisenberg había estado sufriendo de un ataque de fiebre de heno, por lo que se tomó una breve vacación en la isla báltica de Helgoland. Allí escaló un acantilado una tarde, hasta su punto más alto, y allí tuvo una revelación acerca de la naturaleza del átomo. Su visión fue la de un átomo no vinculado intrínsecamente al mundo natural, sino

gobernado sólo por las matemáticas. Más aún, su revelación le dijo que los átomos no podían observarse bajo ninguna circunstancia y podrían quizás ni existir. La visión de Heisenberg dio un gran empujón a los físicos matemáticos, porque podían ahora transformarse en los máximos sacerdotes de la física teórica sin la necesidad de conocer acerca del mundo físico.

En otro relámpago de inspiración "divina", durante su estancia en Helgoland, Heisenberg esencialmente formuló un tipo completamente nuevo de otra matemática, a la que denominó mecánica matricial, y sorprendió al mundo de la física con su gran habilidad matemática. Esta revelación de Helgoland condujo a una fisión en la física entre los físicos teóricos reales y sus "ciegos" seguidores matemáticos. Con el tiempo, la verdadera física teórica habría de fundar la industria de la energía nuclear y mantendría un bajo perfil, con el objeto de evitar la proliferación de sus conocimientos. Esta secrecía dejaría el campo abierto para los charlatanes científicos y la venta de sus chucherías teóricas, ¡y conduciría al bien publicitado pero erróneo modelo establecido de la física que se propaga a los estudiantes de física hasta el día de hoy! En realidad, Heisenberg no desarrolló la mecánica matricial en Helgoland en una noche. Simplemente se adelantó en la publicación del trabajo de su mentor Max Born, quien había estado desarrollando la mecánica matricial durante los últimos 10 años.

En la Conferencia Solvay de 1927, Bohr, Heisenberg y Pauli estaban convencidos de que una indeterminación acausal dominaba a nivel atómico, y que el Principio de Incertidumbre de Heisenberg estaba siendo aceptado como el camino a seguir en la física, al que denominaron la Convención de Copenhague. Sin embargo, Einstein no aceptó esto y trabajó hasta 1955 intentando combinar el electromagnetismo con la relatividad y demostrar que, después de todo, la naturaleza era determinista. Subsecuentemente, Einstein pasó a la historia como habiendo desperdiciado los últimos 30 años de su vida en una aventura sin sentido, ¡y eso fue todo! ¿O acaso no lo fue?

Resultó que Einstein no trabajaba aislado de los demás, como se cree habitualmente, si no que recibía el soporte en varias formas de un equipo excepcional de científicos. A través de ellos, la obra de Einstein continuó alejada del público, y con el tiempo sus teorías han resurgido. También se ha demostrado, en forma experimental, como falsa la subjetiva y acausal indeterminación de Bohr y Heisenberg, y estos conceptos también resultan extrínsecos a la relatividad objetiva y causal - el gran debate de la física del siglo XX: determinista causal (Planck, Einstein, de Broglie, Schroedinger, Bohm, Vigier y sus seguidores) contra Copenhague (Bohr, Heisenberg, Pauli y seguidores). La teoría ECE demuestra que la escuela causal determinista estaba en lo correcto.

En 1927, en Bruselas, Bélgica, se inició una "Guerra de los Mundos" en la física teórica, cuando los más grandes físicos de la época se reunieron para discutir diferencias de opinión en la teoría cuántica durante la Conferencia Solvay. Desde la época de Newton, se

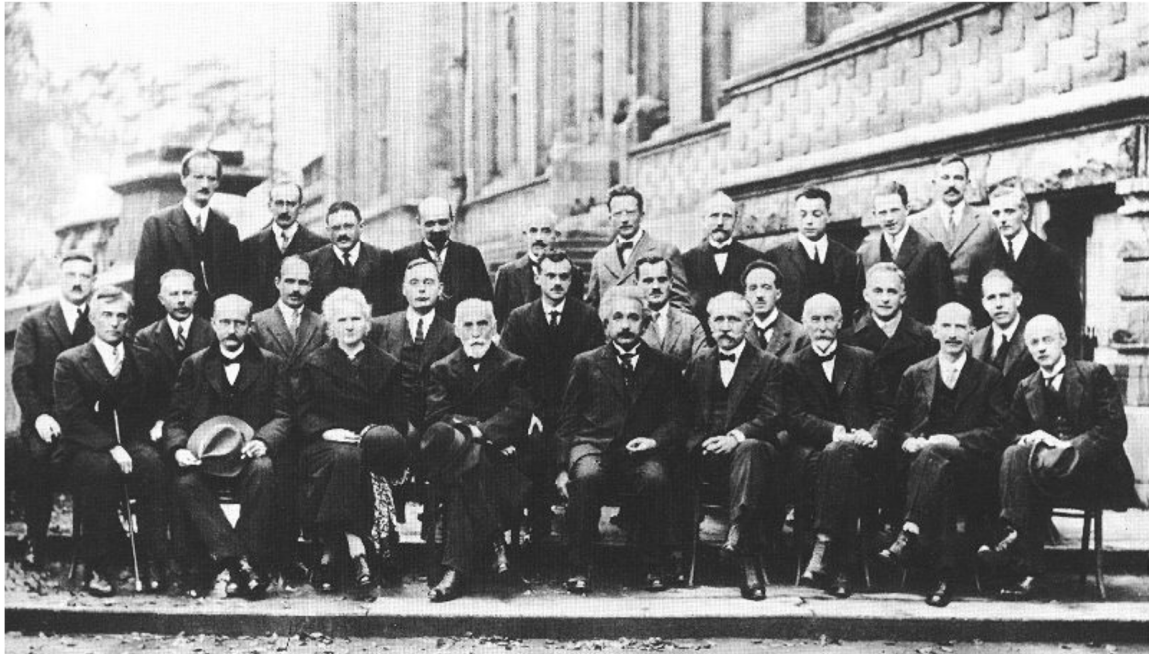
creía que el mundo funcionaba como el mecanismo de un reloj, y el movimiento de las partículas podría determinarse por cálculo (el punto de vista determinista). Sin embargo, un grupo de físicos más jóvenes se había convencido de que, a escala atómica, los movimientos se volvían turbios e inciertos, y los movimientos de pequeñas partículas sólo podían describirse mediante ecuaciones que diesen probabilidades. Einstein nunca creyó en las nuevas implicaciones de la física cuántica y en muchas ocasiones proclamó "no puedo creer que Dios juegue a los dados". Las cosas subieron de tono entre Schroedinger y Heisenberg durante la conferencia, en lo concerniente a conceptos sobre complementariedad, incertidumbre y probabilidad, ¡y se ha vuelto célebre la anécdota en la cual Wolfgang Pauli le gritó a de Broglie que se callase!

Luego del éxito en la Conferencia Solvay de 1927, los partidarios de Copenhague se vieron liberados de la ciencia baconiana que había regido desde el tiempo de Isaac Newton y la formación de la Royal Society. Liberados de tener que hacer predicciones y tener que evaluarlas experimentalmente, los partidarios de Copenhague pronto comenzaron a producir teorías abstractas y sobre-elaboradas, y en consecuencia la física teórica perdió su rumbo. Con esta pérdida de foco, ideas absurdas comenzaron a aceptarse en forma incuestionada por generación tras generación de sumisos fisicomatemáticos. No resultó sorprendente entonces, que la física teórica fuese incapaz de avanzar a la velocidad lograda por el grupo de física nuclear aplicada de Rutherford, con lo cual los partidarios de Copenhague cayeron en una trampa con forma de abismo matemático por el resto del siglo XX, incapaces de acordar respecto de la verdadera naturaleza del átomo. Sin embargo, la situación en química teórica era completamente diferente, ya que la realidad del átomo nunca se cuestionó, y el trabajo de de Broglie, Einstein y Schroedinger fue aceptado completamente e incorporado a la química nuclear.

La Conferencia Solvay de 1927 en Bélgica se constituyó en el lugar para "El Choque entre Titanes" en el mundo de la física.

Los químicos pronto utilizaron la ecuación de Schroedinger para calcular el camino de los electrones en los átomos, algunos de los cuales viajaban a una velocidad que constituía una fracción no despreciable de la velocidad de la luz, donde las correcciones relativistas debían de tomarse en cuenta. Los cálculos resultantes permitieron a los químicos visualizar al veloz electrón como una mancha, tal como sucede cuando se fotografía un objeto moviéndose velozmente mediante una cámara con un obturador muy lento. Luego de efectuar los cálculos, la compleja matemática podía reemplazarse visualizando a los átomos como teniendo electrones en varias órbitas o capas a diversas distancias del núcleo, dictadas por sus posiciones en la tabla periódica de los elementos, y con cada capa poseyendo una subestructura de orbitales de diferentes formas. Los orbitales con forma de esfera o con forma de pesa podían luego verse como representando las nubes electrónicas debidas a los varios electrones en los átomos, y comprenderse la reactividad química y naturaleza de diversos átomos mediante la elaboración de diagramas con las

posiciones de los electrones, para demostrar la forma en que se comparten electrones para unir átomos y formar moléculas.



A. PICCARD E. HENRIOT P. EHRENFEST Ed. HERZEN Th. DE DONDER E. SCHRÖDINGER E. VERSCHAFFELT W. PAULI W. HEISENBERG R.H. FOWLER L. BRILLOUIN
 P. DEBYE M. KNUDSEN W.L. BRAGG H.A. KRAMERS P.A.M. DIRAC A.H. COMPTON L. de BROGLIE M. BORN N. BOHR
 I. LANGMUIR M. PLANCK Mme CURIE H.A. LORENTZ A. EINSTEIN P. LANGEVIN Ch. E. GUYE C.T.R. WILSON O.W. RICHARDSON

Fotografía de asistentes a la Conferencia Solvay de 1927.

Fila posterior (izq. a der.).

A. Piccard, E. Henriot, P. Ehrenfest, Ed. Herzen, Th. De. Donder, Erwin Schroedinger, E. Verschaffelt, Wolfgang Pauli, Werner Heisenberg, R.H.Fowler, L. Brillouin.

Fila intermedia

Peter Debye, M. Knuosen, W.L. Bragg, H.A. Kramers, Paul Dirac, Arthur Compton, Louis de Broglie, Max Born, Neils Bohr.

Fila frontal

I.Langmuir, Max Planck, Madame Curie, Hendrik A. Lorenz (Pres.), Albert Einstein, P.Langevin, Ch. E. Guye, C.T.R. Wilson, O.>W. Richardson.

En un nivel más básico, la posición de electrones podía sencillamente indicarse por su configuración electrónica, de manera tal que el calcio, con 20 electrones, podía representarse como 2, 8, 8, 2, donde los primeros dos electrones ocupan la primera capa,

ocho electrones ocupan la segunda y tercera capa y los últimos dos ocupan la capa externa incompleta. La capa externa de un átomo contiene los electrones menos unidos al átomo y que pueden perderse o ganarse a partir de un átomo vecino, explicando así la unión química y la reactividad, y la razón por la cual los metales son conductores y otros elementos son aislantes.

La capa de electrones representa la probabilidad de encontrar un electrón en cualquier parte del átomo en tiempo real. Debido a que los electrones se mueven muy rápidamente, la atracción y repulsión entre electrones y protones en los átomos provoca una vibración más lenta, pero observable, hacia átomos unidos en moléculas, los cuales pueden excitarse si se les ilumina con luz infrarroja. Aquí es donde la química abandona la física teórica, la cual queda muy atrás. En química, la luz es la herramienta utilizada para jugar y analizar átomos en moléculas, mientras que en física teórica se considera al átomo como un ente abstracto, el cual puede incluso no existir. La pérdida de foco en física teórica se debe a la obra de Heisenberg y su célebre, aunque erróneo, Principio de Incertidumbre. No hay lugar para el Principio de Incertidumbre de Heisenberg en la química, ¡porque no explica ningún aspecto del mundo químico y real que nos rodea! En química, el electrón se ve guiado alrededor del átomo por una onda piloto, cuya frecuencia depende de la velocidad del electrón debido a su posición en el átomo. Obviamente, ¡el electrón se está comportando simultáneamente tanto como onda y como partícula! Comenzando con Heisenberg y los protagonistas de la Interpretación de Copenhague, los físicos no comprendieron la naturaleza de la dualidad onda-partícula del electrón y llegaron a creer que, hasta que se efectúa una observación, el electrón o fotón existe en un estado de limbo, y cuando se efectúa la observación se transforma en una onda o una partícula. Esto se conoce en física como el problema de la medición. Generaciones de físicos teóricos se han confundido y engañado por el problema de la medición, sin darse cuenta de que sólo se trata de un artefacto de una interpretación errónea de los hechos por parte de los partidarios de Copenhague. Einstein resumió su incapacidad para creer que físicos capaces pudiesen llegar a ser tan estúpidos al afirmar, "¿significa eso que la Luna no está allí si no la estoy mirando?"

La extraordinaria percepción de Louis de Broglie le permitió comprender que, en el átomo, el movimiento de los electrones se ve gobernada por una onda piloto, y esto le otorgó una merecida invitación a la Conferencia Solvay de 1927. Sin embargo, allí los partidarios de Copenhague le complicaron la existencia, porque su trabajo no requería de incertidumbre o complementariedad, y demostraba que, a nivel atómico, la naturaleza ciertamente no estaba peleada con la intuición. Louis recibió un trato inmerecido, y fue ordenado por Wolfgang Pauli, de un modo indubitable, que "se callase". Los registros históricos indican que los partidarios de Copenhague ganaron el día en la Conferencia Solvay, abriendo el camino para que los matemáticos asumieran un rol preponderante en la física teórica y vendiesen sus absurdas e infundadas teorías a un público ingenuo, así como

a gobiernos y estudiantes. Sin embargo, la obra de de Broglie ya se estaba demostrando como correcta en esta época y le otorgó el premio Nobel de física en 1929. Tanto en Escocia como Norteamérica se estaban llevando a cabo experimentos que habrían de demostrar, fuera de toda duda, que la descripción de la naturaleza del átomo según Louis era la correcta. Con el tiempo, estos experimentos habrían de recibir el reconocimiento de un Premio Nobel de física. Los motivos por los cuales Heisenberg y sus discípulos matemáticos sobrevivieron a su falta de evidencia experimental, la cual demostraba que su trabajo estaba equivocado, constituyen un misterio incomprensible. Sin duda, al fin y al cabo, el mundo de la física habrá de ordenar sus ideas y aceptar, finalmente, que el camino seguido durante el siglo XX estuvo equivocado, de manera que los verdaderos físicos puedan ahora recibir fondos de investigación en forma justa.

La revelación de Louis, en cuanto a que el movimiento de los electrones en los átomos se veía gobernada por una onda piloto, no sólo atrajo el interés de Schroedinger, Debye y Einstein, sino que también atrajo el profundo interés de los experimentadores a ambos lados del Atlántico. En los laboratorios de Bell Telephone, Davisson y Germer, y en Escocia George Paget Thomson, hijo de J.J.Thomson, se sintieron impulsados a evaluar experimentalmente la hipótesis de de Broglie. Ya se sabía que los átomos podían difractar los rayos X en cristales, y el ángulo de difracción podía calcularse a partir de la longitud de onda de los rayos X a través del empleo de la Ley de Bragg. Sólo era necesario irradiar cristales con electrones de una energía conocida y comprobar si se había producido la difracción, tal como lo predecían las ideas de Louis, en cuanto a que los electrones poseían longitudes de onda dictadas por sus velocidades y energías.

Planck había demostrado que la energía de una partícula es igual a su longitud de onda multiplicada por una constante, conocida como la constante de Planck. La relación de de Broglie establecía que el momento de una partícula es igual a la constante de Planck dividida por su longitud de onda. En 1927, en los laboratorios Bell, Clinton Davisson y Lester Germer bombardearon un objetivo de níquel con un rayo de electrones de una energía conocida. El mismo experimento se llevó a cabo en forma independiente por George Thomson en la Universidad de Aberdeen, en Escocia. La dependencia angular del rayo de electrones difractado resultó idéntica al patrón predicho por Bragg para los rayos X, demostrando así las ideas de Louis y otorgando a Davisson y a Thomson el premio Nobel de Física de 1937. La difracción de electrones demostró que de Broglie estaba en lo correcto y que Heisenberg estaba equivocado, y que a nivel atómico la naturaleza no era anti intuitiva y podía visualizarse. Luego de unos pocos años, comenzaron a construirse los primeros microscopios electrónicos y, finalmente en la década de 1970 en Aberystwyth, se obtenían en forma rutinaria imágenes de átomos y de redes cristalinas. Más aún, se está reportando actualmente que se están obteniendo imágenes de los orbitales atómicos de los átomos por primera vez, y los mismos poseen absoluta semejanza con los diagramas ilustrados en forma rutinaria por los estudiantes de química ¡durante la mayor parte de un

siglo! Esto constituye una prueba definitiva de que la convención de Copenhague y el modelo establecido de la física están equivocados y deben de abandonarse. Resulta ahora evidentemente claro que de Broglie ¡no mereció el trato recibido durante la Conferencia Solvay de 1927!

Para 1927, las tonterías propuestas como la Convención de Copenhague ya habían sido demostradas como equivocadas a través de la experimentación. Compton había demostrado el error de la complementariedad, y se observó que el átomo no era anti intuitivo a través de los experimentos de difracción electrónica. Ya se podía ver que la mecánica matricial de Heisenberg constituía, tan sólo, una nueva presentación de la ecuación de Schroedinger, pero sin bases experimentales de observación de la naturaleza. Sin embargo, el trabajo de Max Born fue importante porque describió los orbitales atómicos como la función de probabilidad en la ecuación de Schroedinger. Einstein dedicó su vida entre 1927 y 1935 al intento de explicar estos errores a los matemáticos, pero en 1935 abandonó su intento y procedió a dedicar sus esfuerzos a la formulación de una gran teoría de campo unificada de la física a través de la geometría.

EL EXODO DESDE ALEMANIA DE LOS FÍSICOS Y MATEMÁTICOS.

Hermann Einstein, el padre de Albert, era dueño de una empresa que fabricaba en Munich luminarias urbanas basadas en corriente directa, la cual se vio inmersa en problemas financieros que provocaron que Hermann abandonase Alemania hacia Italia, poco antes de que Albert completase su educación escolar. Albert permaneció en Alemania para completar su educación, pero le disgustaba la forma en la que los maestros se comportaban en la escuela, como si fueran oficiales del ejército. Albert temía que, como ciudadano alemán, pronto sería reclutado a las filas del ejército, lo cual no se ajustaba a sus ideas pacifistas. Sin embargo, Albert fue suficientemente astuto como para abandonar Alemania y reunirse con su familia sin completar su educación, y renunciando a su ciudadanía alemana. Sin embargo, en 1914, Albert regresó a Alemania como profesor titular en Berlín, justo a tiempo para el inicio de la Primera Guerra Mundial. Otros científicos alemanes firmaron complacidos una petición en favor de la guerra, pero Albert no lo hizo, e incluso llegó a proponer una petición en contra de la guerra. Estas acciones no fueron del agrado de algunos de sus colegas y de miembros del gobierno.

En Rusia, en febrero de 1917, persistentes derrotas en su guerra contra Alemania condujeron a la abdicación del Zar. Un año después, se firmó en el mes de marzo un tratado de paz para finalizar la guerra entre Rusia y Alemania. Esto significó que el estancamiento que existía en el frente occidental pronto habría de terminar, pues experimentadas tropas alemanas se vieron liberadas del frente oriental para arreciar a las tropas británicas y francesas en el occidente. El liderazgo alemán buscó ahora una rápida victoria en la guerra,

antes de que los soldados norteamericanos, que comenzaban a inundar Francia, pudiesen completar su entrenamiento y enfrentarlos. Inicialmente, el ejército alemán fue exitoso y rápidamente empujó a las huestes francesas y británicas, de manera que el ejército y el pueblo alemán comenzaron a saborear anticipadamente la victoria. Sin embargo la naturaleza de la guerra comenzó a cambiar y muy pronto los comandantes británicos estuvieron en posición de utilizar sus ventajas en nuevos tanques, mejores aviones y nuevas tácticas.

Las tropas británicas y francesas retrocedieron una y otra vez a medida que avanzaban las tropas alemanas, pero eventualmente dicho avance se detuvo y comenzó la contraofensiva. La artillería británica se adelantó y nuevos desarrollos en municiones y fabricación de cañones volvió a dicha artillería mucho más letal que anteriormente. Nuevos aviones proveyeron datos de reconocimiento, y años de guerra habían enseñado a los británicos a comunicarse y tomar consejo de los comandantes ubicados en el frente. Se permitió ahora a los oficiales de las tropas que avanzaban a que actuasen según su propia iniciativa, evitando así muertes innecesarias, y aprovechando ventajas de debilidades observadas en el enemigo. Sin embargo el mayor cambio fue la forma en que las tropas recibieron el apoyo del fuego coordinado de la artillería. La cortina de fuego gradual constituyó un hallazgo táctico. En lugar de que las tropas avanzasen una vez concluida la barrera de fuego, la gradual elevación de los cañones permitió que los obuses cayeran 100 o 200 m más adelante cada minuto o dos. Las tropas seguían tras la cortina de fuego de un modo tan cercano como fuera posible, y las trincheras enemigas eran invadidas mientras que el apoyo de la cortina de fuego persistía. Además, lentos tanques fuertemente armados daban soporte al avance, mientras que los tanques más veloces y ligeros avanzaban más rápidamente, con el objeto de provocar confusión tras las líneas enemigas. Con el apoyo de los norteamericanos a partir de otoño de 1918, y la falta de reservas humanas por parte de los alemanes, la guerra terminó de pronto en el mes de noviembre. Antes de que pasara mucho tiempo, las experimentadas tropas alemanas estaban regresando a una Alemania que se encontraba en crisis económica, con un débil liderazgo y profundas divisiones entre su población. Muchos soldados se sintieron abandonados, y con el tiempo, Adolfo Hitler habría de explotar estas divisiones para acabar con la democracia en dicho país y conducir a Alemania en el camino de la Segunda Guerra Mundial. Parte de su estrategia para alcanzar el poder fue la de culpar a los judíos por la debilidad de Alemania luego de la Gran Guerra, lo cual provocó eventualmente que los científicos y matemáticos judíos se vieran expulsados de sus empleos y obligados a abandonar el país.

En 1932, Einstein consideró prudente la idea de abandonar Alemania para siempre, de manera que, en forma subrepticia, reunió sus posesiones de un modo tal que no llamase la atención, para luego no retornar de un viaje al exterior vinculado a alguna conferencia. Una vez que se supo que Einstein había abandonado el país, los nazis rodearon en forma ritual su casa, simulando un intento de capturarlo.

En 1933, Albert llegó a los Estados Unidos, y mientras se encontraba en California aceptó recibir en el Instituto para Estudios Avanzados, el cual se había establecido en 1930 en Princeton, Nueva Jersey. Allí, continuó con su intento de convencer a los físicos teóricos de que la naturaleza no era probabilística y acausal, sino que obedecía causa y efecto, tal como lo había descrito Newton en su obra magna Principia. Para entonces, los partidarios de Copenhague estaban en ascenso, y se dice históricamente que Einstein no fue capaz de llegar a un acuerdo con la nueva física, y trabajó en su mayor parte sólo durante el resto de su vida, aislado de otros científicos y obsesionado con la tarea de combinar la relatividad general con la teoría cuántica, a fin de demostrar el error de los partidarios de Copenhague.

En realidad, Einstein estaba en contacto constante con los físicos que realmente le importaban, algunos de los cuales le visitaron periódicamente en Princeton para trabajar con él. Entre ellos se incluye a Schroedinger, Weyl y Bohm. Más aún, tuvo una serie de asistentes en Princeton que le ayudaban en el desarrollo de su obra. Sus primeros asistentes fueron Podolsky y Rosen, quienes en conjunto formularon el último gran experimento imaginario a fin de demostrar que Heisenberg y sus borregos estaban equivocados. Este experimento se conoce como el experimento mental de Einstein-Podolsky-Rosen, o en forma abreviada el experimento EPR. Esencialmente, este experimento muestra que las ideas y los partidarios de Copenhague son absurdos, porque una comunicación entre las partículas subatómicas a una velocidad superior a la de la luz simplemente no es posible. Rosen trabajó con Einstein entre 1933 y 1950, mudándose al nuevo estado de Israel tras su fundación. Einstein recibió la oferta de ocupar la presidencia de Israel, pero prefirió permanecer en el Instituto de Estudios Avanzados de Princeton (PIAS). Sin embargo, luego de su muerte, muchos de sus documentos y sus posesiones fueron donadas a la Universidad hebrea en Israel para su administración.

Einstein dejó Alemania en 1932, cuando su estilo de física recibía el mote de física judía, y se consideraba que el centro de esta física judía era la Universidad de Gottingen, cerca de Hanover. Gottingen era el centro más prestigioso para el estudio de las matemáticas a nivel mundial en esa época, y los mejores matemáticos de Europa deseaban trabajar allí desde hacía siglos. Hasta esta época, los Estados Unidos no tenían gran reputación por haber producido físicos teóricos. El gran bastión para el desarrollo de la física nuclear era el equipo de Rutherford, ya fuera en Canadá, Manchester o Cambridge. Cuando Rutherford se estableció finalmente en el Laboratorio Cavendish en Cambridge, este sitio se transformó en el máximo centro de física nuclear en todo el mundo. Cambridge también era un gran centro para el desarrollo de las matemáticas requeridas para comprender la mecánica utilizada por la naturaleza y por el átomo, pero Gottingen contaba con los grandes matemáticos que podían desarrollar el trabajo de Rutherford en formas complementarias. El trabajo realizado por A. Einstein en Zurich resultó crítico para este desarrollo, y Einstein y Debye, junto con otros grandes científicos y matemáticos, fertilizaron estos desarrollos a través de visitas y estancias en Zurich y Gottingen. Es bien

sabido que Einstein quedó muy impresionado con el gran matemático David Hilbert cuando llevó a cabo sus visitas a Gotingen, y ambos compitieron en la formulación de la ecuación de Einstein-Hilbert para la relatividad general en 1915. Sin embargo, otro gran matemático, de gran influencia que trabajaba en Gotingen, se transformó en un amigo de Einstein para toda la vida, y también fue mentor de muchos de los físicos que, después de 1933, fueron a trabajar al Proyecto Manhattan, y habrían de trasplantar el tema de la física teórica al nuevo mundo. Este gran matemático fue Max Born, y su influencia sobre la físicoquímica moderna no ha recibido todo el crédito que merece.

La Universidad de Gotingen se fundó en 1734, por el rey Jorge II de Inglaterra, quien fue Elector de Hanover. Pronto se transformó en un centro de excelencia en el campo de las matemáticas, atrayendo a los mejores matemáticos europeos. Las matemáticas de Riemann se desarrollaron en el siglo XIX en Gotingen, las cuales habrían de ser cruciales para Einstein, Hilbert y sus contemporáneos en sus esfuerzos para utilizar la geometría del espacio curvo, requerida por la relatividad general. Hilbert fue una de las voces más sonoras en Gotingen a principios del siglo XX, y Max Born pronto se transformó en su asistente. Los buenos vínculos entre Zurich, Berlín y Gotingen fueron utilizados por Einstein, Schroedinger y Peter Debye, y Einstein desarrolló importantes amistades con Hilbert y con Max Born. Éste último se mudó a Berlín y se transformó en un colega de Einstein, donde forjaron una amistad para toda la vida.

En 1932, Einstein abandonó Alemania luego de descubrir que Adolfo Hitler pronto habría de transformarse en Canciller. Había comprendido lo que esto significaba para las personas de origen judío, y su intuición demostró ser correcta, cuando en 1933 se eligió a su modelo de física judía para recibir un tratamiento especial, en el que los matemáticos y físicos teóricos judíos se vieron excluidos de sus trabajos en Gotingen.

Amalie Emmy Noether (1882-1935) fue el primer genio matemático femenino de renombre mundial, quien trabajó en Gotingen entre 1915 y 1933. El trabajo de Emmy Noether en Gotingen había resultado de importancia crucial para Einstein, en su formulación de la ecuación de campo para la relatividad general en 1915. Einstein infirió la ecuación de campo de Einstein-Hilbert a partir de la segunda identidad de Bianchi sin torsión (geometría de Riemann) y el Teorema de Noether.

Einstein efectuó dos descubrimientos fundamentales en su camino hacia la célebre ecuación de campo:

1. que debía utilizarse la segunda ecuación de Bianchi disponible entonces, y
2. que la derivada covariante (la cual no debe confundirse con la derivada ordinaria del espacio-tiempo plano) debía de utilizarse en el Teorema de Noether.

En los primeros meses de 1933, Amalie Emmy Noether fue despedida de su puesto como catedrática en la Universidad de Gotingen por ser de origen judío. Para finales de

dicho año, Emmy se había mudado a los Estados Unidos, para trabajar en el Bryn Mawr College, donde la actriz Katherine Hepburn se había graduado unos pocos años antes. El Bryn Mawr College es una elegante universidad femenina, a 15 km de Filadelfia, en Pennsylvania. Noether fue subsecuentemente invitada como conferencista en el Instituto de Estudios Avanzados de Princeton en 1934, donde Einstein y Hermann Weyl residían, pero no se sintió muy impresionada por el ambiente que allí observó. Tristemente, Noether falleció inesperadamente en 1935, luego de someterse a una cirugía.

Max Born (1882-1970) también fue despedido de su trabajo cuando los nazis purgaron Gotingen de sus catedráticos judíos. Max Born había trabajado como asistente de David Hilbert en Gotingen a principios de siglo, y también en esta época tuvo amistad con Minkowski, quien había dado clases previamente en la ETH de Zurich, y quien había dado a Einstein el célebre apodo de "perro perezoso", debido a que Albert había optado por el curso más sencillo de matemáticas, en lugar de los cursos más complejos que Minkowski sabía que Einstein era capaz de tomar. Minkowski quedó maravillado cuando Albert lanzó su teoría de la relatividad restringida en 1905, y transformó la teoría de Albert a su forma matemática de un espacio-tiempo de cuatro dimensiones. En 1908, Born dedicó un año a investigaciones en el campo de la física en la Universidad de Cambridge, donde tuvo como consejero a J.J. Thomson, descubridor del electrón a finales del siglo XIX. De manera que Born no sólo era un excelente matemático sino también un físico muy capaz.

En 1915, Born abandonó Gotingen para transformarse en profesor de física teórica en Berlín y asistente de Max Planck. Planck había sido la fuerza impulsora para traer a Einstein a trabajar a Berlín el año previo. Junto con Fritz Haber formuló el célebre ciclo de Born-Haber, el cual se enseña a todos los estudiantes de química y permite el cálculo de cambios de energía para reacciones difíciles de llevar a cabo, y que también puede utilizarse para determinar energías de redes cristalinas. Haber fue uno de los más grandes químicos en el mundo, y se reconoce por el ciclo de Haber, el cual se emplea para fabricar amoníaco utilizando nitrógeno atmosférico, y el amoníaco luego utilizado como material de arranque para muchos procesos industriales de gran utilidad. Haber recibió el premio Nobel de química en 1918 como reconocimiento de la importancia de su célebre proceso Haber. El mismo Haber había aprendido mucho a partir de su supervisor de doctorado, Robert Bunsen, célebre por su mechero Bunsen utilizado en los laboratorios de química de todo el mundo. Haber llevó a cabo trabajo clave en temas de guerra química durante la Primera Guerra Mundial, pero como judío se vio forzado a abandonar Alemania en 1933.

Born se transformó en uno de los grandes amigos de Einstein durante su estancia en Berlín, y con frecuencia tocaba el piano mientras que Einstein le acompañaba con el violín. Born estaba muy interesado en la relatividad y la había estudiado ávidamente, algunos años antes de desarrollar su amistad con Albert. En 1921, Born regresó a Gotingen como profesor de física teórica, para sustituir a Peter Debye, quien había regresado a Zurich para trabajar como profesor en la Universidad ETH junto con Erwin Schroedinger. Los trabajos

de Born en funciones de probabilidad resultaron invaluable para Debye y Schroedinger, los cuales fueron incorporados en la célebre ecuación de ondas de Schroedinger. De regreso en Gottingen, Born construyó la capacidad científica de la Universidad como su director de física teórica hasta 1933, cuando se vio forzado a abandonar su puesto y emigrar de Alemania.

Las importantes contribuciones de Born a la teoría cuántica eran bien conocidas por Einstein, quien en 1928 nominó a Born y a Heisenberg para el premio Nobel. Born hubiese sido un merecido ganador del premio, pero en 1932 el imparable crecimiento de los nazis hacia el poder había transformado a Alemania en un lugar peligroso para aquellos alemanes de extracción judía. El Premio Nobel de 1932, frente a este trasfondo, no se anunció sino hasta fines de 1933, y le fue otorgado a Heisenberg por sus contribuciones a la mecánica cuántica. Habiendo sido excluidos los matemáticos y físicos judíos de sus puestos en Gottingen en este marco de tiempo, hubiera resultado explosivo para Born haber recibido el premio en esos tiempos, y hubiera vuelto más difícil para los científicos judíos abandonar el país.

Luego de verse forzado a dejar su puesto en Gottingen en 1933, Born se dirigió muy pronto a Inglaterra, donde trabajó como catedrático en Cambridge, y luego como profesor de filosofía natural en la Universidad de Edimburgo en 1936. En 1954, Born abandonó Edimburgo para regresar a Alemania y disfrutar su retiro, y en el mismo año fue merecidamente el receptor del premio Nobel. Falleció en su querida Gottingen en 1970 y allí está enterrado, junto a muchos célebres matemáticos, tales como el gran David Hilbert, de quien había sido asistente a principios del siglo XX y quien había deducido la célebre ecuación de campo de Einstein-Hilbert para la relatividad general, en paralelo con Einstein en 1915.

La mayoría de los matemáticos judíos expulsados de Gottingen en 1933, abandonaron sensatamente el país para encontrar refugio tanto en la Gran Bretaña como en Norteamérica, y esto habría de tener profundas consecuencias para los nazis que los expulsaron. Otto Hahn había trabajado para la Royal Institution en Londres, y con Rutherford en Canadá. En la Universidad de Cornell había escrito el primer libro sobre radioquímica. Al inicio de la Segunda Guerra, Hahn publicó un documento describiendo la forma en que el uranio podía dividirse mediante bombardeo con neutrones. Wigner y otros ex alumnos de Max Born en Gottingen comprendieron que esto significaba que ahora se volvía posible la construcción de una bomba atómica basada en uranio. Esto condujo a Wigner a visitar a Einstein, para que éste último escribiera al presidente Roosevelt sobre estos peligros. Niels Bohr también estaba visitando los Estados Unidos cuando se publicó el documento de Otto Hahn, y también comprendió la importancia de advertir al Presidente acerca de los peligros de una bomba atómica.

Eugene Paul Wigner (1902-1995) fue un gran físico y matemático húngaro que había conocido a Einstein años antes en Berlín. En 1921, mientras estudiaba ingeniería química en la Universidad técnica de Berlín, Wigner había asistido a coloquios de la Sociedad Física Alemana, donde entró en contacto con Planck, Pauli, Heisenberg y Einstein. También hizo amistad con Leo Szilard (1898-1964), el físico húngaro que descubrió, en 1933, que una reacción nuclear en cadena era posible y descubrió la multiplicación de neutrones en el uranio junto con Enrico Fermi en 1939. Este descubrimiento condujo a los tres científicos húngaros, Wigner, Szilard y Teller, que visitaban a Einstein, a urgirlo a que firmase la célebre carta a Roosevelt, la cual condujo al Proyecto Manhattan. Roosevelt contestó la carta el 19 octubre 1939.

La célebre carta de Einstein a Roosevelt se considera, históricamente, como una llamada de atención al Presidente, en cuanto a que los Estados Unidos habían quedado rezagados en tecnología nuclear y que ahora debían recuperar lo perdido. Sin embargo, el hecho de que los aliados pudieran construir una bomba atómica en tan sólo seis años luego de la carta de Einstein, ¡a partir de una infraestructura nula, resulta algo milagroso para una hazaña semejante! En realidad, los trabajadores clave en los Estados Unidos habían estado en contacto con expertos nucleares en el Laboratorio Cavendish, en París y en Gottingen desde finales de la década de 1920 y principios de la década de 1930, y el desarrollo norteamericano en investigación nuclear comenzó a construirse a medida que se dispuso de fondos luego de que los Estados Unidos comenzara a recuperarse de los efectos de la caída de Wall Street, y posicionó a su economía en condiciones para responder a una posible guerra europea.

Luego de graduarse en Harvard, Robert Oppenheimer (1904-1967) estudió en el Laboratorio Cavendish de Rutherford bajo la tutela de J.J.Thomson, y se mudó a Gottingen en 1925, donde obtuvo su doctorado bajo la dirección de Max Born sobre problemas planteados por la teoría cuántica, cuando cumplía sólo 22 años. Luego de regresar a Harvard, Oppenheimer fue nombrado en forma conjunta como profesor en Caltech y en la Universidad de Berkeley en 1928. Oppenheimer se desempeñaría cada semestre de primavera en Caltech, pero su trabajo más famoso fue realizado en Berkeley, con Ernest Lawrence, quien también recibió un cargo de profesor en 1928. Juntos, Lawrence y Oppenheimer lograron llevar la física teórica y nuclear norteamericana a los niveles europeos. Earnest Orland Lawrence (1901-1958) fue un físico norteamericano nativo que estudió en varias universidades, incluyendo la de Chicago, antes de recibir su doctorado en Yale en 1925.

John Van Vleck, de la Universidad de Harvard, también llevó a cabo trabajos importantes durante la actualización en física de los Estados Unidos, con su trabajo en teoría cuántica y magnetismo. Para 1930, Vleck era un físico de renombre internacional y asistió a la Conferencia Solvay de 1930 sobre magnetismo, en compañía de Paul Langevin (Presidente), Paul Dirac, Peter Debye, Enrico Fermi, Einstein y Marie Curie.

La Universidad de Chicago, Harvard y la Universidad de Berkeley constituían la vanguardia y universidades norteamericanas que avanzaban rápidamente en el campo de la física fuera de Europa. Aquí, los físicos podían aprender acerca de los hallazgos efectuados en el Laboratorio Cavendish de Inglaterra, y al desencadenarse la Segunda Guerra Mundial pudieron ocupar una posición de liderazgo para el desarrollo de tecnología nuclear para la producción de armamento. Después de la guerra, trabajos llevados a cabo en Berkeley y en Los Alamos conducirían al descubrimiento, manufactura y caracterización de muchos nuevos elementos: los elementos transuránicos, es decir aquellos más allá del uranio en la tabla periódica.

La séptima Conferencia Solvay, en octubre de 1933, probablemente haya sido la conferencia con mayores consecuencias para la ciencia y tecnología mundial. En ella, trabajadores del Laboratorio Cavendish, Paris y Gottingen se encontraron para discutir la estructura y propiedades del núcleo atómico. Aquí, Niels Bohr, Marie Curie, Paul Langevin (Presidente), Lord Rutherford, Maurice y Louis de Broglie, Lise Meitner, James Chadwick, Enrico Fermi, Ernest Walton, Paul Dirac, Peter Debye y John Cockroft conocieron a Ernest Lawrence de Berkeley. Estos trabajadores habían llevado a cabo grandes trabajos descubriendo los secretos del átomo y del núcleo atómico, y su contacto con Lawrence le dio a éste un vínculo estrecho con algunos de los mayores físicos de la historia, además de grandes conceptos referidos al núcleo atómico, y le proveyó de valiosos contactos a desarrollar durante la década de 1930 y la Segunda Guerra Mundial. El trabajo de Lawrence con ciclotrones le transformó en un físico de reconocimiento mundial y le hizo acreedor al premio Nobel de Física de 1939. Los Estados Unidos ya habían recibido el Premio Nobel de Física de 1927, por el trabajo de Arthur Compton acerca de colisiones entre electrones y rayos X. Oppenheimer también había conocido a muchos de estos físicos clave en la década de 1920, cuando estudiaba y trabajaba en Gottingen y en el Laboratorio Cavendish, y juntos, Oppenheimer y Lawrence estaban adquiriendo el conocimiento y los contactos con personal clave que condujo al éxito al Proyecto Manhattan en tan poco tiempo.

Leo Szilard había ofrecido patentes a la Oficina de Guerra británica a mediados de la década de 1930, con el objeto de que fueran protegidas por seguridad nacional, pero la oferta no fue aceptada. Sin embargo, en 1937, el Almirantazgo Británico aceptó la generosa oferta. El Comité MAUD británico, apoyado por Winston Churchill a principios de la guerra, aceptó que una bomba era posible y alertó a los norteamericanos, con vistas a una cooperación en la construcción de una bomba atómica. En julio, agosto y septiembre de 1942, Oppenheimer dirigió el curso de verano brindado por un grupo de ocho científicos teóricos de Berkeley para completar los requerimientos de una bomba atómica, antes de que el escalamiento se llevase a cabo, y donde grandes sumas de dinero habrían de invertirse, nuevas instalaciones habrían de construirse y se capacitaría al personal involucrado en la producción de la bomba. John Van Vleck efectuó importantes trabajos en esta época en este

comité de Berkeley, el cual condujo al establecimiento de las instalaciones de Los Alamos a principios del año siguiente, con Vleck y el General Leslie Groves actuando en el Comité de Revisión, asegurándose de que Oppenheimer pudiese proceder en forma efectiva con el proyecto de la bomba atómica.

ALEACIONES PARA TUBOS, GOTTINGEN Y LA FUSION DE LA FISICA TEÓRICA CON LA FISICA NUCLEAR APLICADA.

En la Gran Bretaña, Rutherford, quien trabajaba en el Laboratorio Cavendish, era considerado el padre indiscutible de la física nuclear. Su equipo había estado pesando átomos en forma rutinaria desde 1920, utilizando el primer espectrómetro de masas construido en el mundo. Este equipo fue diseñado por J.J. Thomson, el cual fue una adaptación a partir del aparato utilizado para medir la masa del electrón. El equipo de Rutherford había partido el átomo, dado nombre al protón, descubierto el neutrón y desarrollado la estructura básica del átomo.

En París, el Príncipe Louis de Broglie había comprendido que los electrones eran guiados alrededor del núcleo atómico por una onda piloto. Más aún, las discusiones entre Peter Debye y Schroedinger en Zurich del "átomo onda" de de Broglie habían facilitado a Schroedinger su formulación de la gran ecuación de onda de Schroedinger, la cual constituye la base de la química nuclear. Al mismo tiempo, el trabajo de Max Born durante los siguientes diez años en el campo de la mecánica matricial comenzaba a dar frutos. El trabajo de Max Born se utilizó para suministrar la función de probabilidad para la ecuación de onda de Schroedinger de 1925. Born entonces procedió a redefinir la ecuación de Schroedinger en una forma equivalente pero útil, la cual utilizaba probabilidad y mecánica matricial para describir las transiciones que efectúan los electrones entre los orbitales atómicos. Sin embargo, los matemáticos llegaron a creer que la mecánica matricial mostraba que, a nivel atómico, la probabilidad podría utilizarse para describir al átomo, sin la necesidad de su visualización. Fue en esta época cuando el amigo de Born de toda la vida, Albert Einstein, le escribió a Born para informarle que, "¡Dios no juega a los dados!" De hecho, Albert escribió, "¡El Viejo no juega a los dados!", queriendo significar que la naturaleza es determinista, no probabilística. En química, no se observa aquí un conflicto. Se comprende que a una escala macroscópica, la probabilidad de transiciones en la estructura electrónica de las moléculas da lugar a una velocidad de reacción química, la cual es fácil de medir, y el mecanismo de reacción se comprende en términos de transiciones electrónicas. Sin embargo, a nivel microscópico, se entiende claramente que las transiciones ¡siguen siendo deterministas! Mientras tanto, Heisenberg creyó haber descubierto una nueva física, la cual se había liberado de la necesidad de visualizar los átomos y que se asoció con el trabajo de los seguidores de la escuela de Copenhague, Niels Bohr y Wolfgang Pauli.

En 1933, la gran purga de la física teórica y de las matemáticas en Gottingen acabó con su dominancia como el centro indiscutido de física teórica a nivel mundial. Con el tiempo, los físicos olvidaron la importancia de Gottingen para el desarrollo de la física teórica y la leyenda seleccionó al Instituto Niels Bohr como el centro que efectuó la labor de descubrimiento. Heisenberg se transformó en el gran triunfador en el engaño y la confusión, transformándose en el profesor titular más joven de Alemania en Leipzig.

En 1933, mientras trabajaba como parte del grupo de élite de Rutherford de físicos experimentales, Chadwick finalmente descubrió el neutrón, abriendo el camino para que Otto Hahn, el anterior experto en química de Rutherford, demostrase en diciembre de 1938 en Berlín la forma en la que los neutrones podían utilizarse para partir el núcleo de uranio. En Inglaterra, a principios de la Segunda Guerra, se estaban realizando progresos importantes hacia el desarrollo de una bomba nuclear, en el proyecto que recibió el nombre codificado de “Aleaciones de Tubos”. En Alemania, los militares habían visto que el trabajo de Hahn tenía potencial para producir una bomba atómica y comenzaron a reunir a un equipo liderado por Heisenberg.

Eugene Wigner y otros refugiados judíos de Gottingen también podía vislumbrar que la amenaza de una bomba atómica nazi era real y pronto estuvieron golpeando a las puertas de Einstein en los Estados Unidos, urgiéndolo a que firmase la célebre carta a Roosevelt. Albert se vio inicialmente escéptico, creyendo que una bomba atómica resultaría imposible a partir del conocimiento técnico de esa época. Sin embargo, después de un par de reuniones se convenció finalmente y la célebre carta se firmó y se envió.

Mientras tanto, los científicos y políticos británicos decidieron que su proyecto de bomba atómica “Aleaciones de Tubos” tenía mejores oportunidades de completarse si se continuaba en los Estados Unidos. Enrico Fermi, otro ex estudiante de Max Born, también decidió que no quería trabajar para Mussolini y decidió desertar, y fue así que construyó el primer reactor nuclear en una abandonada cancha de squash en la Universidad de Chicago. La construcción de una bomba nuclear requería de habilidades prácticas, conocimiento químico y la capacidad para resolver matemáticamente los requerimientos de ingeniería para la manufactura de un dispositivo nuclear. Estos requerimientos fueron provistos por el equipo de Rutherford y los antiguos estudiantes y colegas de Max Born, quienes se reunieron en el Proyecto Manhattan basado en Los Alamos, Nuevo Mexico, y en Oak Ridge. La cabeza científica del proyecto de bomba atómica Manhattan era incluso otro de los estudiantes de Max Born, Robert Oppenheimer, quien también había trabajado en Cambridge y quien había llevado a cabo mucho trabajo para la fundación de la física teórica en los Estados Unidos, en Caltech y en la Universidad de Berkeley. En Caltech, el estudiante de Oppenheimer David Bohm estaba realizando importantes trabajos en dispersión atómica, la cual resultaba relevante para la producción de la bomba atómica.

David Bohm (1917-1992) ya investigaba en Caltech antes de trabajar con Robert Oppenheimer en Berkeley. Los cálculos de Bohm en Berkeley referidos a la dispersión de protones y deuterones en 1943 eran de importancia para el Proyecto Manhattan, y se clasificaron, antes de que pudiera usarlos para obtener su doctorado. Por lo tanto, Oppenheimer se vio obligado a enviar una carta a las autoridades de la Universidad para certificar que había cumplido con el requisito para su título de investigación. Después de la guerra, Bohm trabajó en Princeton y colaboró con Einstein, antes de ser suspendido debido a sus contactos con comunistas. En 1950, Bohm se vio afectado por el macartismo a través del Comité de Actividades Antinorteamericanas, el cual lo arrestó por rehusarse a testificar, pero fue liberado en 1951. En este punto, Bohm abandona los Estados Unidos y desarrolla la teoría de de Broglie-Bohm, la cual afirma que las partículas subatómicas están acompañadas por una onda conocida como la onda piloto, la cual la guía a través del espacio de acuerdo con la ecuación de Schroedinger, lo cual transmite una evolución determinista a través del espacio tiempo. Schroedinger había estado presente y se había sentado junto a Einstein durante la Conferencia Solvay de 1927. También trabajó posteriormente en Princeton, antes de regresar a Austria y entonces, a partir de 1940, trabajó en paralelo con Einstein desde su base en Dublín, Irlanda.

SCHROEDINGER, DUBLÍN Y EL TRINITY COLLEGE

Schroedinger nació y estudió en Viena y publicó, durante su estancia en Zurich en 1926, su serie de importantes trabajos científicos, uno de los cuales incluía la célebre ecuación de Schroedinger. Poco tiempo después de ocupar un puesto en el Magdalen College, en Oxford, Schroedinger compartió el premio Nobel de Física de 1933 con Paul Dirac. Sin embargo, no le fue muy bien en Oxford, porque efectivamente tenía dos esposas, lo cual no era bien visto. De manera que en 1934 se encontró dando conferencias en Princeton y colaborando con Einstein antes de mudarse de regreso a Austria en 1936. Schroedinger no era muy adepto a los nazis, para decirlo en la mejor forma posible, y les había molestado previamente con sus críticas. De manera que no estaba seguro en Austria una vez que los nazis cruzaron sus fronteras y consecuentemente, en 1940, se mudó a Irlanda, donde colaboró en el establecimiento del Instituto de Estudios Avanzados del Dublín. En Dublín, trabajó en paralelo con Einstein, en su búsqueda por desarrollar la mítica "teoría del campo unificado de la física". Luego de trabajar en Irlanda durante 17 años y ser padre de dos niños de diferentes mujeres irlandesas, Schroedinger regresó a Viena en 1956, para su bien merecido retiro junto con su célebre gato.

El Trinity College tiene una excelente tradición académica y ocupa un puesto fundamental en el desarrollo de la relatividad y de la teoría del campo unificado. Fue fundado en tiempos de la dinastía Tudor, por la reina Isabel I de Inglaterra, y alberga el célebre manuscrito medieval de hace 1400 años denominado "El Libro de Kells" en su

biblioteca. San Patricio vivió en los años en los que los romanos necesitaron abandonar la Bretaña, con el objeto de reforzar su dominio en la Europa continental, mientras él vivía alrededor de la parte superior del Canal de Bristol, cerca de donde hoy día se encuentran los Puentes de Severn, Patricio fue hecho prisionero por piratas irlandeses y se transformó en un esclavo en Irlanda. Para cuando regresó a Bretaña, la ley y el orden se habían descompuesto y el cristianismo romano estaba muriendo. Prontamente, Patricio regresó a Irlanda y, milagrosamente, logró convertir al cristianismo a los paganos irlandeses. El cristianismo trajo la escritura, la educación y la industria a Irlanda, centrada en los monasterios. Eventualmente, la Iglesia celta irlandesa llevó el cristianismo a Escocia, al establecer un monasterio en la isla de Iona, en su costa occidental, y subsecuentemente al norte de Inglaterra, al establecer un monasterio en Lindisfarne. Se cree que el manuscrito medieval "El Libro de Kells" fue escrito en el monasterio de Iona, antes de ser conservado en el monasterio de Kells, a 60 km al norte de Dublín, durante muchos siglos. En un tiempo fue robado y la cubierta de oro enjorada le fue arrancada, antes de que fuera relocalizado. Afortunadamente logró recuperarse finalmente, y ahora se le conserva para la apreciación de generaciones futuras y el asombro de los visitantes del Trinity College.

William Hamilton (1805-1865) trabajó en el Trinity College en su matemática vectorial y de cuaterniones para geometría esférica. Su trabajo fue continuado por George Fitzgerald (1851-1901), quien habría de sugerir que a velocidades cercanas a la velocidad de la luz las longitudes se contraen. Esto condujo a que Lorentz formulase el grado de contracción con la "Ecuación de Lorentz", y que Einstein se diera cuenta de que no sólo se contraían las distancias a velocidades cercanas a la velocidad de la luz, sino que el tiempo mismo también se alteraría y frenaría. Esto condujo a que Einstein apreciase que el tiempo, la velocidad y las distancias son relativos para un observador y sus marcos de referencia. Así, Einstein formuló en 1905 su teoría de la relatividad restringida.

No es bien sabido que los irlandeses fueron los primeros en dividir el átomo, como resultado del trabajo en colaboración de Dungarvan b. Walton con Rutherford en Cambridge. Ernest Thomas Sinton Walton (1903-1995) adquirió celebridad al obtener el único Premio Nobel de Irlanda en temas científicos. Walton, junto con John Cockroft (1897-1967) obtuvieron el Premio Nobel de Física de 1951 por haber sido el primer equipo que dividió al átomo utilizando partículas aceleradas, en el Laboratorio Cavendish, allá en 1932. Walton tuvo la gran idea de sustituir el martillo y cincel utilizados tradicionalmente en los intentos de romper átomos, con un rifle de protones. Los protones se aceleraban y utilizaban para bombardear los núcleos. En 1932, Walton y Cockroft pudieron partir el núcleo del litio en núcleos de helio, mediante el bombardeo con protones de alta energía producidos por su generadora con multiplicación de voltaje Cockroft-Walton. Su generador utilizaba diodos y capacitores para establecer los voltajes para su acelerador de partículas, facilitando así la división de núcleos por medios artificiales.

Walton se educó y llevó a cabo investigación en el Trinity College, en Dublín, hasta 1927, cuando se mudó al Trinity College, en Cambridge, para investigar bajo la supervisión de Rutherford. Walton y Cockroft asistieron a la Conferencia Solvay en 1933, junto con sus colegas Rutherford y Chadwick, donde conocieron a Louis de Broglie así como a su hermano Maurice, además de a Peter Debye y Erwin Schroedinger. Sin embargo, Einstein estuvo ausente de la conferencia, porque ya se había relocalizado a Princeton. Walton regresó a Trinity College, en Dublín, en 1934 y eventualmente se transformó en profesor hasta su retiro en 1974. Walton aún podía ser visto en persona en el Trinity College después de haberse retirado, y como busto sobre la chimenea en el salón de reuniones principal. Myron conoció a Walton cuando visitó por primera vez el Trinity College de Dublín, en 1976, para ver a Bill Coffey, quien le presentó al gran Ernest Walton en persona, en el salón de reuniones principal. Walton ya contaba con más de 80 años en esa época, y no desplegaba señal alguna de arrogancia o vanidad, como suele ser el caso con científicos que poseen un verdadero talento. Myron se entretuvo mucho con el relato de Walton acerca del grupo de Rutherford, del cual formó parte. Le contó a Myron que partes de bicicletas solían desaparecer misteriosamente de las calles y de los estacionamientos del College cada vez que Rutherford tenía una idea, de hecho ello sucedía hasta con bicicletas completas. Estas partes se transformaron en aparatos para siete u ocho laureados con el Premio Nobel, incluyendo a Walton.

Bill Coffey había estado colaborando con Myron sobre nuevos desarrollos y refinamientos relacionados con el movimiento browniano, posibilitados a través de nuevo trabajo teórico y mediante el empleo de técnicas de simulación computacional, para la determinación de la evolución temporal del movimiento de átomos y moléculas y la posibilidad de describirlos a través de una función de memoria. Einstein había producido sus grandes documentos en 1905, uno de los cuales demostraba la existencia de los átomos por examen estadístico del movimiento browniano. Así, el trabajo en colaboración que llevaban a cabo Coffey y Myron era una continuación de la gran obra de Einstein.

El primer contacto de Myron con el Trinity College de Dublín se originó cuando Bill Coffey le llamó por teléfono para señalarle que, la teoría de tres variables de Mori que Myron había aplicado al infrarrojo lejano era matemáticamente equivalente a una teoría de oscilador itinerante bidimensional, la cual había desarrollado Coffey junto con Calderwood. Pronto, Myron tuvo la oportunidad de conocer a sus contrapartes en Irlanda, cuando el profesor Mansel Davies, del EDCL, le solicitó a Myron que le representase en una conferencia en el Instituto de Estudios Avanzados de Dublín (DIAS). Durante la conferencia, Myron conoció a Bill Coffey, y caminaron de regreso para almorzar en el Trinity College, en el salón comunal principal. El Trinity College de Dublín (TCD) posee un extenso muro exterior, el cual se abre en cuadrados y una amplia área verde. Es muy similar a un gran colegio de Cambridge u Oxford, con el muro exterior actuando como barrera frente al ruido del tráfico de Dublín. El TCD fue fundado por Isabel I Tudor, y fue

la universidad de Hamilton. Fitzgerald, Walton y otros científicos muy capaces. Tan pronto regresó a Aberystwyth, Myron evaluó las teorías producidas por Coffey y sus colegas, mediante una seleccionada combinación de datos del infrarrojo lejano y de microondas. Ello condujo a una alianza celta de larga duración entre estos científicos, y los documentos de la época reflejan este trabajo en colaboración. Coffey es actualmente profesor y miembro de la cátedra del TCD. El trabajo con Coffey se transformó en la primera monografía de Myron, "Dinámica Molecular", que lleva el número 108 en la Omnia Opera, y el grupo del TCD también contribuyó como pudo al Proyecto Delta del EMLG.

Por el lado literario, el premio Nobel Samuel Beckett también asistía al TCD, al igual que el poeta Anthony Cronin. Oscar Wilde nació en el número 18, ocupado por el Departamento, antes de que se mudase al edificio de la imprenta. James Joyce era estudiante del University College en Dublín.

Einstein falleció en abril de 1955, habiendo fracasado en completar su búsqueda, inspirada en la geometría, de la teoría del todo. Schroedinger había estado trabajando en una búsqueda similar en el TCD, pero regresó a Austria en 1956, como parte de su bien merecido retiro. Sin embargo, ello no significó que se hubiese acabado la búsqueda de la teoría del todo, ya que otros grandes físicos seguían en el caso. Uno de los más grandes entre ellos fue el inglés Paul Dirac, quien había compartido el premio Nobel con Schoedinger en 1933. Mientras tanto, Boris Podolsky continuaba apoyando el trabajo de Einstein desde Cincinnati y París, con su asistente Vigier. Louis de Broglie se había recuperado de su enfrentamiento con Wolfgang Pauli en la Conferencia Solvay de 1927 y estaba liderando una vez más la causa de la física determinista.

LA CONTINUACION DEL TRABAJO DE EINSTEIN EN AMERICA.

Una vez que Einstein se hubo relocalizado en los Estados Unidos, dedicó un par de años a intentar convencer a los partidarios de Copenhague respecto de que las extrañas ideas de éstos no se fundamentaban en el mundo real de la ciencia, hasta que comprendió que estaba perdiendo su aliento y se dedicó entonces a concentrar sus esfuerzos en la formulación de una teoría capaz de unificar la teoría cuántica, el electromagnetismo y la gravedad. Durante sus esfuerzos científicos en los Estados Unidos, recibió el apoyo de un grupo de científicos muy capaces, quienes trabajaban para asistirlo en forma directa o a través de trabajos en líneas paralelas a las desarrolladas por Albert. Entre los influyentes científicos que ayudaron a Einstein en los Estados Unidos se cuenta a Weyl, Wigner, Oppenheimer, junto con los asistentes de Einstein Rosen, Podolsky y Bohm. Rosen finalmente se mudó a la Universidad Technion, en Israel, para continuar la obra de Einstein, donde también estuvieron Bohm y Aharanov. Mientras tanto, Podolsky se mudó a Cincinnati, donde eventualmente trabajó en la Universidad Xavier con el profesor John

Hart. Einstein falleció en 1955 con su obra incompleta, pero la Universidad Xavier continuó apoyando las búsquedas de Einstein aun después de su muerte, y en 1962 se organizó allí una gran conferencia, a la que asistieron sus colegas científicos y asistentes.

Hermann Weyl (1885-1955) fue un físico matemático con muchas distancias recorridas, quien al igual que Einstein trabajaba en la Universidad ETH, en Zurich, y en el Instituto de Estudios Avanzados de Princeton, además de la Universidad de Gottingen. Después de obtener su doctorado de Gottingen, Weyl fue profesor en la Universidad ETH, trabajando junto a Einstein y empapándose por completo en la obra de Einstein para desarrollar la relatividad general. En 1921, Weyl hizo amistad con Erwin Schroedinger, quien trabajaba entonces en la Universidad de Zurich, y los tres, Einstein, Schroedinger y Weyl, trabajaron en colaboración y en forma independiente en los problemas implícitos al combinar la gravedad con el electromagnetismo, para formular una teoría de campo unificado. Weyl abandonó Zurich en 1930 para suceder a Hilbert en Gottingen, pero se relocalizó al Instituto de Estudios Avanzados de Princeton (IAS) en 1933 para alejarse de la opresión nazi. Weyl trabajó en el IAS, donde también residía Einstein, hasta que se retiró en 1951 y regresó a Zurich.

Eugene Wigner trabajó con Hilbert en Gottingen, pero para entonces Hilbert ya no estaba trabajando activamente, en los campos que le interesaba desarrollar a Wigner. El llevó a cabo importantes trabajos en simetrías en mecánica cuántica en la década de 1920, y en colaboración con Weyl introdujo la teoría de conjuntos. En 1930, Wigner comenzó a trabajar en Princeton y adoptó la ciudadanía norteamericana en 1936. Wigner apoyó a Einstein en cuanto a la necesidad del Proyecto Manhattan, y se transformó en el director de investigación y desarrollo en Oak Ridge en 1946, antes de regresar a Princeton.

En 1963, Eugene Paul Wigner recibió el premio Nobel de Física, por sus contribuciones a la teoría de los núcleos atómicos y partículas elementales a través de sus principios de simetría. El discípulo de Wigner, John Bardeen, se transformó en la única persona en recibir dos premios Nobel de Física. Bardeen obtuvo el premio en 1956 por el desarrollo del transistor (junto con Shockley y Brattain), y el premio en 1972 por la teoría BCS de la superconductividad. En 1934, mientras en Princeton, Wigner presentó a su hermana Manci con Paul Dirac, lo cual condujo a su eventual boda en 1937.

Paul Adrien Maurice Dirac (1902-1984) es célebre por sus contribuciones a la teoría cuántica, y ocupó la Cátedra Lucasiana de Matemáticas en la Universidad de Cambridge. Formuló la ecuación de Dirac, la cual predijo la antimateria, y obtuvo el premio Nobel de Física en 1933, junto con Erwin Schroedinger. Dirac no aceptaba la renormalización utilizada en el moderno modelo aceptado de la física, el cual utiliza la renormalización a fin de eliminar valores infinitos y grandes números indeseables, de manera de hacer coincidir los cálculos con los resultados deseados, en lugar de los requeridos. A Dirac le interesaba la

relatividad general desde sus primeros años como estudiante en Bristol, y apoyó la física determinista de Einstein durante la Conferencia Solvay de 1927.

David Bohm (1917-1992) nació en el seno de una familia judía en Pennsylvania, y su padre fue un inmigrante húngaro. Comenzó su doctorado en Caltech durante un año y lo completó en la Universidad de Berkeley, con Robert Oppenheimer como su supervisor de tesis. Esta fue la época en la que Oppenheimer estaba construyendo la capacidad de la universidad en física teórica, luego de haber trabajado en el Laboratorio Cavendish, el cual se especializaba en investigación atómica y nuclear, y en Gottingen, que se especializaba en física teórica. Tanto Bohm como Oppenheimer se interesaban en esa época en el comunismo, y ello condujo a preocupaciones en lo referido a seguridad nacional, ya que su investigación nuclear conducía a la bomba atómica. Los Alamos, la unidad de investigación nuclear de máximo secreto, se estableció en 1942, con fuertes vínculos con Berkeley. Bohm completó su doctorado en 1943, pero aun cuando su trabajo fue de utilidad para el proyecto de la bomba en Los Alamos, no se le autorizó a trabajar allí, pues se le consideraba un riesgo de seguridad nacional.

Luego de la guerra, Oppenheimer devino un residente en el PIAS, junto a Albert Einstein, y Bohm trabajó en la Universidad de Princeton, donde pudo trabajar estrechamente con Einstein. Sin embargo, los tres científicos fueron considerados como amenazas potenciales a la seguridad nacional, en lo referido al comunismo. Esto no le provocó gran preocupación a Einstein, porque había experimentado la vida cotidiana durante la Alemania nazi, y sabía que, con el tiempo, el pueblo norteamericano se enfrentaría a la cacería de brujas de McCarthy. Sin embargo, Oppenheimer perdió su habilitación de seguridad en 1954, luego de un juicio infame que le afectó durante el resto de su vida, aun cuando siempre se le consideró como el gran hijo norteamericano y recibió finalmente la Medalla de Honor del Congreso. Bohm fue declarado inocente de subversión comunista en 1951, pero perdió su trabajo en Princeton.

Otro de los antiguos colegas de Oppenheimer que se vio involucrado en las cacerías de brujas de McCarthy fue Wendell Furry. Wendell Hinkel Furry (1907-1984) había sido uno de los estudiantes de investigación postdoctoral de Oppenheimer allá en 1933, en Berkeley y Caltech, trabajando en el tema de la mecánica cuántica. Wendell admitió libremente que muchas de las conferencias y clases dictadas por Oppenheimer resultaban incomprensibles, aun para estudiantes de postdoctorado, pero Wendell impresionó favorablemente a Oppenheimer al formular preguntas relevantes sobre aquellas partes de las conferencias que había logrado entender parcialmente, obligándolo a pensar a Oppenheimer a fin de hallar respuestas a dichas preguntas, así como haciéndolo pensar en forma más profunda sobre los temas dictados. En 1934, mientras Oppenheimer estaba alejado de Berkeley, Furry corrió con la gran fortuna de recibir la oferta de un cargo de profesor asociado en la Universidad de Harvard, oferta que aceptó de inmediato. Durante la guerra Wendell fue llamado a trabajar en el desarrollo del radar en el MIT, donde se unió al

partido comunista junto con varios de sus colegas que también trabajaban allí sobre el mismo tema. En 1951, de regreso en Harvard, le estaba resultando obvio a Wendell que el estilo comunista de Stalin no constituía la utopía socialista que él había imaginado durante los austeros años a principios de la década de 1930 en los Estados Unidos tras la caída de Wall Street, de manera que renunció al partido. Sin embargo, en 1953 se transformó en el objetivo de la cacería de brujas de McCarthy. Las maquinaciones entre ellos incluso llegaron a televisarse y cubrirse en la revista Time. McCarthy buscaba que se despidiese a Wendell de su cátedra en Harvard, pero debió de limitarse a exponer que simpatizantes de los comunistas habían trabajado en proyectos secretos de radar en el MIT. Edward Purcell, el premio Nobel de 1952, fue un ardiente defensor de Wendell frente a McCarthy. Purcell recibió el premio Nobel por su descubrimiento de la resonancia magnética nuclear (RMN) en líquidos y sólidos. La RMN pronto se transformó en una técnica que podía utilizarse por los químicos para el análisis instrumental de moléculas. La RMN resulta de gran utilidad en química orgánica, pues puede revelar qué átomos están unidos a los átomos de carbono que forman la columna vertebral de carbono de la molécula, y también identifica cuantos átomos de hidrógeno se encuentran unidos a los átomos de carbono a lo largo de la cadena. Para entonces, Purcell y Furry ya habían escrito en forma conjunta un libro de texto de física. Uno de los asesores de Edward Mills Purcell (1912-1997) fue John Van Fleck, quien también había trabajado en proyectos de radar en el MIT y en Harvard durante la guerra, y que obtuvo el premio Nobel de Física en 1977. Purcell fue el estudiante de doctorado de Kenneth Bainbridge. Este último lideraba el proyecto de radar en el MIT en el que trabajó Furry durante los primeros años de la guerra. Bainbridge trabajó con Hans Bethe y Robert Bacher, y el trío fue contratado para trabajar en Los Alamos, con Purcell liderando el proyecto de prueba de la bomba atómica en el desierto de Nuevo México. Bacher fue un fuerte aliado de Oppenheimer durante la era macartista. Como director del departamento de física de Harvard, Bainbridge incomodó a McCarthy al defender a Furry frente a los agresivos ataques del senador.

En 1951, Bohm se rebeló contra la convención de Copenhague y buscó de desvanecer esas ideas, las cuales fueron propuestas por los partidarios de Copenhague en la Conferencia Solvay de 1927. Al así proceder, coincidió con los puntos de vista de Einstein y Louis de Broglie, viendo que la teoría cuántica era, después de todo, determinista en la naturaleza, tal como lo había afirmado Einstein desde un principio. Sus ideas comenzaron a conocerse como la interpretación de Bohm, y se desarrollaron en forma paralela al trabajo de de Broglie. Este último había interrumpido el desarrollo de sus teorías deterministas del átomo, luego de su enfrentamiento durante la Conferencia de 1927, pero ahora se sintió motivado por el apoyo que recibió para continuar sus trabajos desde donde los había dejado.

Aun cuando a Einstein le hubiese complacido tenerlo como su asistente, Bohm dejó los Estados Unidos y su intriga política al aceptar un puesto como profesor de física en

Brasil, antes de relocizarse a la Universidad Technion en Haifa, Israel, en 1955, donde conoció a su esposa. En 1957 se mudó a Inglaterra y en 1959 descubrió el Efecto Aharonov-Bohm, el cual demostró experimentalmente que el potencial vectorial podía tener efectos físicos reales. Su discípulo, Yakir Aharonov (nacido en 1937) había llegado desde Haifa luego de graduarse de la Universidad Technion en 1956, para trabajar en la Universidad de Bristol, con David Bohm como su supervisor de tesis doctoral. El Efecto Aharonov-Bohm de 1959 de la mecánica cuántica le permitió a Aharonov acceder al Premio Wolf en 1998. Dicho efecto demuestra que el potencial electromagnético ofrece una descripción más completa del electromagnetismo, más allá de lo que lo hacen ya sea el campo eléctrico o magnético.

El trabajo de Bohm también se ha utilizado para ampliar la paradoja EPR . Bohm extendió el experimento mental EPR durante su estancia en Princeton, en su libro sobre teoría cuántica de 1951. En 1957, Bohm se mudó a Bristol y fue coautor de una publicación de su estudiante Yakir Aharonov, describiendo la forma en la que el experimento imaginario podía evaluarse en el laboratorio.

El experimento EPR se refiere a la comunicación entre un par de partículas cuánticas en función del tiempo y la distancia. Si el par de partículas debe de estar en uno de dos estados opuestos cuando una es observada, entonces cuando se observa el estado de la primera partícula la otra debiera, según Niels Bohr, adoptar instantáneamente el estado contrario. Sin embargo, Einstein consideraba la situación en la que las dos partículas habían sido separadas por una gran distancia. En este caso, cuando se observó la primera partícula y determinado su estado, no habría tiempo para que la otra partícula asumiera instantáneamente el otro estado, porque nada puede viajar más rápidamente que la luz. El experimento se llevó de hecho a cabo en Ginebra en años recientes, utilizando pares de fotones creados al hacer que un rayo láser atravesase un cristal no lineal. Luego de su creación, cada fotón se envió a través de dos fibras ópticas independientes y en direcciones contrarias. Los experimentadores afirman que este experimento demuestra que Einstein estaba equivocado. Sin embargo, si se crean los fotones como un par opuesto, entonces ¿por qué habría de sorprender si una vez establecido el estado del primero se descubriese instantáneamente que el segundo tiene el estado contrario?

En Princeton, en 1935, Einstein y sus dos asistentes de postdoctorado Podolsky y Rosen concibieron su célebre experimento imaginario de EPR, el cual fue presentado por Podolsky a la publicación “Physical Review” en marzo de 1935. Nathan Rosen (1909-1995) fue asistente de Einstein en el PIAS entre 1935 y 1945. Además, Rosen ocupó otros puestos en la URSS y en la Universidad de Carolina del Norte. Rosen se relocizó a Israel en 1953, para trabajar en la Universidad Technion en Haifa, donde se unió a él David Bohm en 1955. Boris Podolsky abandonó Princeton en 1935 para ocupar un cargo como profesor de Fisicomatemáticas en la Universidad de Cincinnati, antes de ocupar un puesto en la

cátedra en el Departamento de Física de la Universidad Xavier, la cual después de la muerte de Einstein se transformó en una fortaleza que diera soporte y avance a la obra de Einstein.

Se planeó que el reemplazo de Bohm como asistente de Einstein habría de ser el héroe de guerra Jean Pierre Vigier. Sin embargo, debido a las cacerías de brujas de McCarthy, Vigier vio impedida su entrada en los Estados Unidos debido a sus vínculos con el partido comunista francés. Sin embargo, dado que Vigier había sido discípulo de de Broglie, pudo continuar la obra de Einstein mediante la continuación de proyectos en colaboración con de Broglie. Esta colaboración, con el tiempo habría de conducir a la colaboración de Vigier en la autoría de libros con Myron y a través de Vigier. Los trabajadores de AIAS tendrían recuerdos de primera mano, llegando a los célebres físicos deterministas del siglo XX, tales como de Broglie y Einstein. Aun se celebra la contribución de Vigier en las Conferencias Vigier, que se llevan a cabo en Estados Unidos, Canadá o Europa cada dos o tres años.



El miembro de AIAS, el profesor John Hart (1924-2007) organizó una conferencia durante una semana en 1962, la cual atrajo a físicos de alrededor del mundo a la Universidad Xavier, para discutir la escuela determinista de la física de Newton y Einstein. Aquí, consideraron nuevamente aspectos del experimento imaginario de Einstein-Podolsky-Rosen y cómo había sobrevivido la prueba del tiempo desde su concepción en 1935.

También colaboraron para ver la forma en la que la física determinista podía llevarse adelante durante la segunda mitad del siglo XX. Esta Conferencia Internacional atrajo, entre otros, a: Paul Dirac y Eugene Wigner (ambos ganadores de premios Nobel) y Yakir Aharonov. En esta prestigiosa conferencia también asistieron los primeros asistentes de Einstein en Princeton, Nathan Rosen y Boris Podolsky. Este último ahora trabajaba en la Universidad Xavier como profesor en su Departamento de Física, junto al profesor Hart.

El organizador de la conferencia EPR de 1962, el profesor John B. Hart, era el Director de Física en la Universidad Xavier, en Cincinnati, Ohio, en los Estados Unidos, donde enseñó durante cincuenta años. Sirvió como oficial de la US Navy en el Pacífico durante la Segunda Guerra Mundial, en un destructor escolta. Fue un oficial ejecutivo, oficial de comunicaciones y oficial de guerra antisubmarina, y continuó en la Reserva Naval durante 26 años, hasta su retiro como subcomandante. Como reservista dio clases de navegación en las escuelas de entrenamiento de oficiales de reserva, en Rhode Island y California, y también fue comandante en la Unidad de Reserva de Investigación Naval, que organizaba sus reuniones en Xavier, y del Centro de Entrenamiento de la Reserva Naval local.

John Hart fue un miembro fundador y profesor de AIAS, y se le consideraba allí como el “Padre de la Casa”. En su hogar, ubicado en el campus de Xavier, se despliega orgullosamente el logotipo de AIAS, en un gran cartel ubicado en el frente de la edificación. Muchos de sus estudiantes se transformaron en figuras líderes por su propio derecho en los campos de la astrofísica, medicina y nanotecnología. Siempre mostraba entusiasmo en la persecución de aquello que consideraba la verdad última, y era amigo de Paul Dirac y de Eugene Wigner, entre muchos otros.

La fotografía superior en la página siguiente, obtenida durante la Conferencia Xavier de 1962, organizada por Hart, muestra a Wigner bebiendo una taza de café en el trasfondo, mientras que su cuñado, Paul Dirac (izquierda) discute los temas del día con Boris Podolsky (derecha).

La fotografía inferior de la página siguiente muestra a Nathan Rosen (izquierda) y el profesor de Xavier, Boris Podolsky (derecha) colaborando con Paul Dirac (centro) en la conferencia de 1962 de la Universidad Xavier.

Podolsky y Rosen fueron asistentes de Einstein en Princeton, donde juntos produjeron el célebre documento de 1935 titulado “¿Puede la descripción por la Mecánica Cuántica de la Realidad Física considerarse como completa?” Publicado en Physical Review, el documento introdujo al mundo a la “paradoja EPR”, la cual ha sido utilizada desde entonces para colocar a la “Escuela de Copenhague” a la defensiva.



La fotografía de más abajo muestra una reunión de algunos de los grandes físicos que asistieron a la Conferencia Xavier acerca de los Fundamentos de la Mecánica Cuántica, patrocinada por la NASA y el Comando de Investigación Naval, trabajando en el salón Altar. Yakir Aharanov y David Bohm infirieron el célebre efecto que Chambers encontró en Bristol.



Paul
Dirac

Boris
Podolsky

Wendell
Furry

Eugene
Wigner

Yakir
Aharonov

Luego de 1927, los registros populares de la Conferencia Solvay de 1927 señalaron que Einstein y su escuela determinista de la física habían sido derrotados por la Convención de Copenhague de Heisenberg y Bohr. Se cree comúnmente que Einstein se fue a trabajar solitariamente en su teoría del campo unificado, fuera de contacto con otros físicos de renombre. La fotografía superior, de la Conferencia Xavier de 1962, cuenta la verdadera historia. La física determinista continuaba desarrollándose, y el profesor Hart era su gran proponente, quien posteriormente habría de trabajar conjuntamente con Myron Evans.

Paul Dirac fue un jugador importante en la búsqueda del campo unificado, y apoyaba el concepto de física determinista en la Conferencia Solvay de 1927. En la

Conferencia de 1962 se le puede observar junto a los célebres asistentes de Einstein, Podolsky y Rosen, y Podolsky era entonces miembro de la cátedra de la Universidad Xavier. Dirac era un soporte de peso completo de la física determinista, aun cuando su célebre ecuación era utilizada por los protagonistas de Copenhague con el objeto de introducir nuevas abstracciones en el campo de la física teórica. ¡La teoría ECE está revelando en la actualidad que los partidarios de Copenhague siempre estuvieron equivocados!

Quizás resulte chocante para algunos, el enterarse de que el modelo aceptado de la física es incorrecto y lleno de errores e inconsistencias, pero Dirac, en sus años postreros, efectuó el siguiente comentario:

“Parece claro que la mecánica cuántica actual no se encuentra en su forma final. Se requerirá de nuevos cambios, tan drásticos como los cambios efectuados cuando se pasó de la teoría de las órbitas de Bohr a la mecánica cuántica. Algún día se descubrirá una nueva mecánica cuántica, una relativista, en donde no se observarán en absoluto estos valores infinitos. Podría suceder que la nueva mecánica cuántica tuviese el determinismo en la forma deseada por Einstein. El determinismo se introducirá sólo a expensas del abandono de algunos preconceptos que sostienen actualmente los físicos. De manera que, bajo estas condiciones, creo que es muy probable, o al menos muy posible, que a largo plazo se descubra que Einstein estaba en lo correcto, aun cuando por de pronto los físicos tengan que aceptar la interpretación probabilística de Bohr, especialmente si tienen frente a ellos una hoja de examen”.

La teoría ECE ha logrado exactamente lo predicho por Dirac, tal como se muestra en la serie de documentos de la serie del campo unificado Nos 129 y 130, los cuales superan los errores e inconsistencias que la comunidad de físicos conoce, mediante un enfoque relativista del problema. La mecánica cuántica, y mucho más, nunca habrán de ser las mismas. Cualquier teoría, además de ser capaz de reproducir datos empíricos, debe también poseer una consistencia lógica y matemática. La teoría cuántica nunca logró satisfacer estos requisitos, como tampoco lo hizo la relatividad de Einstein. La teoría ECE hace precisamente esto, permitiendo a la “mecánica cuántica” (sea lo que fuere que esto ahora significa en un nuevo sentido completamente consistente) unificarse con los requisitos matemáticos de la relatividad por primera ocasión.

Una vez que uno se libra del indeterminismo y de la oscuridad de la energía negativa, la Ecuación de Dirac adquiere su verdadera fuerza. Análogamente, una vez que se incorpora la torsión a la relatividad general, el tema se torna mucho más poderoso. Las matrices de Dirac están bien, las mismas factorizan la métrica de Minkowski, pero la ecuación de Dirac es:

$$(E + \sigma \cdot p) \psi_L(p) = m c^2 \psi_R(p)$$

y

$$(E - \sigma \cdot p) \psi_R(p) = m c^2 \psi_L(p)$$

y proviene de un *boost* de Lorentz de un espinotensor en un espacio bidimensional. Los dos signos emergen del hecho de que un *boost* K puede expresarse como

$$K = \text{más ó menos } i \sigma / 2$$

Así

$$\psi_R(p) = \exp(\sigma \cdot p / 2) \psi_R(0)$$

$$\psi_L(p) = \exp(-\sigma \cdot p / 2) \psi_L(0)$$

De manera que una vez que tenemos la ecuación de la teoría ECE para el fermión en reposo (documento 129), también tenemos la ecuación general. Todo proviene de la geometría, y es determinista, tal como lo pensaba Dirac. La geometrización de la física continúa, a medida que los trabajadores de AIAS siguen construyendo sobre la obra de Schroedinger, Cartan, Dirac y Einstein.

El profesor Hart organizó la Conferencia de 1962 en apoyo al determinismo, y trabajó en estrecho contacto con Myron durante muchos años. El contacto de AIAS con la Universidad Xavier continúa a través del Dr. Ted Annis y Tom Widlar. Boris Podolsky trabajó como asistente de Einstein entre 1933 y 1935, y posteriormente en la Universidad de Cincinnati, la misma universidad donde Neil Armstrong enseñó ingeniería aeronáutica, luego de dejar el Proyecto Apolo. En 1961, Podolsky dejó Cincinnati para pasar a ser miembro de la cátedra del profesor John Hart en la cercana Universidad Xavier, también ubicada en Cincinnati. La llegada de Podolsky a Xavier dio a Hart la oportunidad de organizar su célebre conferencia, donde los antiguos colegas y amigos de Einstein pudieron celebrar la causa de la física determinista, así como transmitir sus ideas a la siguiente generación de físicos deterministas.

La amistad de Podolsky y Einstein se celebra en la comedia romántica producida por Paramount Films, estelarizada por Meg Ryan y Walter Mathau, y titulada "I.Q.". Se retrata a Podolsky como uno de los tres grandes amigos de Einstein en Princeton, a principios de la década de 1950, quienes conspiran para unir a Meg con el mecánico de automóviles local, en lugar del psicólogo de animales (Stephen Fry) con quien ella planea

casarse. La película es ficción, pero posee aspectos reales, y Einstein efectúa adecuados comentarios derogatorios acerca de la “Convención de Copenhague”.

Este libro brinda la verdad fáctica en lo concerniente a los choques de Einstein con los partidarios de Copenhague, y muestra cómo se completó finalmente la obra de Einstein, gracias en parte al trabajo del profesor Hart y sus colegas de la Universidad Xavier.

En 1962, se efectuó la conferencia en Xavier para medir el progreso de la obra de Einstein y el progreso de la física determinista. Allí estaban los primeros asistentes de Einstein, y otros célebres físicos de la época. El organizador, John Hart, logró obtener profundos conceptos acerca de la naturaleza del trabajo de Einstein a partir de los comentarios de estos científicos. Finalmente, varias décadas después, el profesor Hart formó equipo con Myron Evans en la década de los noventa, para crear el Alpha Institute for Advanced Studies (AIAS), un instituto formado con el expreso propósito de completar la obra de Einstein. El profesor Hart proclamó a la obra de Myron como la física para los próximos doscientos años, y orgullosamente colocó el logotipo de AIAS en el muro frontal de su casa, ubicada en el campus de Xavier. AIAS, por su parte, se siente orgulloso de haber tenido al profesor Hart como padre de su casa durante los años formativos de su existencia.