



Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña

Fundada el 21 de abril del 1966

**PARADIGMAS Y ANTINOMIAS
DEL
SIGLO XX**

**CONFERENCIAS
PRONUNCIADAS POR**

P. IÑIGUEZ

**Agosto 1999
Santo Domingo, Rep. Dom.**

P. IÑIGUEZ

**PARADIGMAS Y ANTINOMIAS
DEL
SIGLO XX**

CONFERENCIAS
PRONUNCIADAS EN LA
UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO HENRIQUEZ UREÑA

UNPHU

En agosto del año
1999

Santo Domingo Rep. Dom.

PARADIGMAS Y ANTINOMIAS DEL SIGLO VEINTE.

CONTENIDO

INTRODUCCION:

Prometeo Encadenado	1
El fuego.	
Los babilonios	2
La rueda y el eje; el calendario y la agricultura. Hammurabi.	
Los egipcios	3
La civilización del valle del Indo	3
Creta y Grecia peninsular	4
Los romanos	4
El Renacimiento	5
Erasmus de Rotterdam	5
René Descartes	5
Newton (La Gravitación Universal)	5
La Mecánica Celeste	7

El Determinismo	7
La Termodinámica	12
Entropía	13
La Catástrofe Violeta	18
La Teoría del Quantum	20
LA TEORÍA DE LA RELATIVIDAD.....	26
Teoría especial o restringida de la Relatividad.....	26
Contracción Lorenz-Fitzgerald.....	29,31
Experimento de Michelson-Morley.....	29,31
El Congreso de Solvay.....	32
Ecuaciones Transformadas de Lorenz.....	40
Minkowski. Continuo espacio-tiempo	46,47
Paradoja de los gemelos.....	49
Teoría General de la Relatividad	37
Introducción de la ecuación inmortal $E=mc^2$	53
Principio de Equivalencia	56
Ecuación relativista de la gravitación	63
Perihelio de Mercurio	63...65
LA MECÁNICA CUÁNTICA.....	68
Experimento EPR.....	70
Teorema de Bell	71
Experimento de Aspect, et al.....	71

Antinomia del tiempo	73
CAOS Y COMPLEJIDADES.....	76
Ecuaciones lineales y no lineales	78
Caos y Complejidad.....	79
Caos y Climatología	79
Caos determinístico de Edward Lorenz	80,81
Attractor y space-state	82
La obra de Prigogine	88
HUMANISMO, HUMANITARISMO Y DESHUMANIZACIÓN	101
Erasmus	101
August Comte	102
Jean-Paul Sartre.....	102
Karl Barth.....	102
Su Santidad Juan Pablo II	103
Esencia de la deshumanización	108
Budismo y la tradición Judeo -Cristiana.....	110
El nuevo vellocino de oro.....	111

PARADIGMAS Y ANTINOMIAS DEL SIGLO VEINTE. INTRODUCCIÓN.

Comencemos por la mitología griega y el drama inmortal de Esquilo, "Prometeo Encadenado". Prometeo quiere decir "Previsor" lo que implica la noción del futuro y como veremos después, una de las grandes antinomias presentes hasta nuestros días, la crean el significado del tiempo y nuestra percepción del pasado, el presente y el futuro.

La característica dominante de Prometeo, fue su afán de ayudar a los mortales, sin la anuencia de Zeus, que era el más poderoso de los dioses. La más significativa de sus proezas fue entregarle el fuego a los hombres, y lo proclama al decir: "Yo soy aquel que entregó el fuego a los mortales". Para que su hazaña, pasara inadvertida, ocultó el fuego dentro de un tallo hueco. De ese modo, hizo del hombre el ser más poderoso sobre la faz de la tierra y hasta hoy, la única especie conocida capaz de dominar y aun de exterminar al Homo sapiens, es el mismo Homo sapiens. Es oportuno aclarar, sin embargo, que el fuego obse-

P. Iñiguez. Introducción

quiado era, solamente, aquel que desciende del firmamento, en forma de meteoritos Y fue necesario llegar a nuestro siglo, para que Einstein nos enseñara con su grandiosa ecuación: $E=mc^2$ el significado del fuego que hace brillar a las estrellas. Entonces, la capacidad destructiva del hombre llegó al máximo nivel de peligrosidad, inclusive, contra sí mismo.

La segunda gran conquista del hombre en el afán de aumentar su capacidad para utilizar energía, fue el uso de la rueda y el eje que, unidos, consituyen un conjunto infinito de palancas representado por cada diámetro de la rueda, con el punto de apoyo en el centro, la potencia en un extremo y la resistencia en el otro. Los responsables de esa conquista fueron los babilonios quienes introdujeron, además, la idea del calendario con una semana de siete días y meses lunares; luego para obtener mayor precisión observaron el movimiento aparente del sol con respecto a las constelaciones que formaron después el ciclo del Zodíaco. En la época de Hammurabi, los babilonios tuvieron motivos para sentirse superiores a los otros pueblos. Esas observaciones astronómicas fueron a-

P. Iñiguez. Introducción

provechadas en beneficio de la producción agrícola, conscientes del peligro de un aumento de población en las ciudades con una merma brusca en la producción de alimentos..

Asimismo, los antiguos egipcios, cuando contemplaban las pirámides y las otras maravillas arquitectónicas que caracterizó el apogeo de su civilización, debieron sentirse protagonistas de una etapa prodigiosa en la evolución del hombre.

Otra cultura que emergió un poco después y logró mayor extensión fue la del valle del Indo, conocida como la civilización Harappana. Su trayectoria no dejó grandes huellas materiales y estuvo, más bien, orientada hacia lo abstracto como lo refleja la que conocemos hoy como "Filosofía India".

Concibieron un orden en el cual el hombre aparecía inmerso en un todo cosmogónico, donde el "Yo soy" y la individualidad, carecían de significado.

Esa concepción se acerca, sorprendentemente, a la descripción del universo que nos brinda la electrodinámica cuántica, como una entidad, unificada con todo su contenido en interacción constante y

P. Iñiguez. Introducción

donde no se concibe el todo sin las partes ni las partes sin el todo.

La manera más bella de describir esa idea, la ofrecen los versos de Francis Thomson, el poeta místico inglés, quien se adelanta al conocimiento científico y nos advierte que:

“ No se puede cortar una flor,
sin perturbar una estrella”.

Si pensamos en los habitantes de Creta durante la civilización minoica y en los griegos peninsulares ante el esplendor de Atenas, mientras se sumaban las grandes conquistas intelectuales de sus filósofos que admiramos y veneramos, todavía, vemos por primera vez al hombre, que se diferencia de su entorno y lo llama Física, equivalente a lo que hoy denominamos Naturaleza; con asombro se pregunta: ¿Quién soy yo? , se convierte en el primer observador consciente de la creación y sienta las bases del conocimiento científico.

Luego, los romanos, vivieron convencidos de que su imperio representaba la máxima expresión de

P. Iñiguez. Introducción

poderío hasta entonces conocida y por encima de sus logros materiales, su civilización proclamó los derechos ciudadanos.

El Renacimiento, se considera, justificadamente, una de las épocas más brillantes que ha vivido la humanidad. Copérnico, Francis Bacon, Galileo, Kepler, Leonardo y Miguel Angel, contribuyeron a crear las maravillas de la ciencia y de las artes que dieron un nuevo significado a la existencia del hombre.

Erasmus de Rotterdam (1469-1536) y Thomas More (1478-1535) fueron ejemplos destacados del Humanismo y el descubrimiento de América amplió los horizontes del viejo mundo.

René Descartes (1596-1650), creó la geometría analítica y su pensamiento filosófico (*cartesianismo*) condensado en su famosa expresión: *Cogito, ergo sum*. (Pienso, luego existo), tuvo notable influencia.

Pero la transformación de mayor trascendencia en nuestra percepción del universo se debió a la obra de Isaac Newton (1642-1727), quien postula, en 1687, que "todo cuerpo en el universo ejerce una fuerza de atracción sobre todo otro objeto y esa fuer-

P. Iñiguez. Introducción

za es directamente proporcional a las masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre los objetos". Esa es la Ley de Gravitación Universal que se expresa con la siguiente ecuación:

$$F = G \frac{mm'}{d^2}$$

Donde F es la fuerza gravitacional;

G la constante gravitacional.

m y m' las masas y

d la distancia entre ellas.

Para Newton, la gravitación dependía de una fuerza inherente a los cuerpos. La ecuación es, exclusivamente, el producto de la observación de la caída de los cuerpos en la tierra y del movimiento de los planetas en el firmamento.

El hecho de que esa fuerza tuviera que ser transmitida a distancia en el vacío, constituyó uno de los enigmas de la ciencia y dio lugar a la introducción del concepto del éter, que como veremos después, fue abolido por innecesario.

P. Iñiguez. Introducción

Newton llegó, empíricamente, a elaborar su gloriosa ecuación. Creó un instrumento que se ajustaba a los hechos observados y permitía predecir situaciones, que al confirmarse le dieron amplia credibilidad a su Teoría .

Esa fórmula permitió establecer su Mecánica Celeste, con las órbitas de los planetas alrededor del sol. Newton determinó que esas órbitas eran elípticas y que el sol ocupaba uno de los focos. Pero creyó, erróneamente, que esas elipses eran *estacionarias*, esto es, trayectos fijos, que se repetían constantemente.

Fue necesaria la introducción de la Teoría de la Relatividad para modificar esos conceptos y hasta su aparición, se aceptó la existencia de un orden que garantizaba resultados predecibles; se sentaron las bases matemáticas de las más estrictas disciplinas de la ciencia y el Determinismo adquirió la apariencia de ser inmovible.

La reversibilidad del tiempo, se aceptó como una verdad sólidamente establecida.

P. Iñiguez. Introducción

Pierre Simón Marqués de Laplace (1749-1827) brillante filósofo, astrónomo y matemático de su época, basado en las proposiciones newtonianas, concibió la idea de un demonio que, en un momento dado, con suficiente conocimiento del pasado fuera capaz de predecir todo el futuro.

Omar Khayyam, (cerca del 1123) matemático y poeta persa conocido por sus versos voluptuosos, ya había expresado que:

“El primer amanecer de la Creación
nos dejó escrito,
lo que debíamos leer
en el último crepúsculo.”

El poeta y el sabio describieron a su modo, el Determinismo que durante siglos se ha mantenido como cuasi-dogma filosófico.

Newton y Goddfried W. Leibniz (1646-1716) descubrieron, simultáneamente, el Cálculo infinitesimal. Pero mientras el último usó un sistema de anotaciones comprensible que fue aprovechado en la Europa continental, Newton, debido a su personali-

P. Iñiguez. Introducción

dad enfermiza con rasgos paranoides, acosado por los temores de que otros obtuvieran ventajas de sus contribuciones, creó un procedimiento intencionalmente complicado. Newton creía en el ocultismo, vivió gran parte de su vida aislado, porque ni sus pocos amigos podían tolerar sus arrebatos; muchos recibieron de él cartas ofensivas sin la menor justificación.

Ha pasado a la historia, la definición que hiciera Aldous Huxley de este genio torturado: "Newton, como hombre, fue un fracaso, pero como monstruo, fue magnífico". Sin embargo, esos aspectos negativos no mermaron el valor extraordinario de su obra ni la enorme influencia de su legado científico.

Es interesante mencionar que Voltaire, en su juventud, debido a un altercado personal con un noble francés decidió emigrar a Londres y mencionó entre las cosas más significativas, que los ingleses manifestaban una veneración por Newton que superaba a los sentimientos que les inspiraba el rey. Al mismo tiempo, admiró su sistema parlamentario que ofrecía al ciudadano respeto y representación política.

Eso ocurría, años antes de que la injusticia social condujera a los sangrientos episodios que se registraron durante la Revolución Francesa.

La obra de Newton, orientó el pensamiento científico durante los siglos subsiguientes y, todavía, aunque Einstein lo superó tanto en el sentido humanista como en el humanitario, las encuestas para decidir quién ha sido el más grande genio científico en toda la historia, ponen a Newton y Einstein o Einstein y Newton, por encima de todos los demás.

La imagen de Newton fue un estímulo para el ambiente científico que floreció en la Gran Bretaña y es innegable su influencia para que el Imperio Británico alcanzara la posición que ocupó en el mundo.

Entre otros hechos de importancia puede mencionarse la máquina de vapor inventada por Thomas Newcomen (1663-1729) y perfeccionada después con resultados prácticos para el desarrollo económico, por James Watt. De ahí, nació la Revolución Industrial, un episodio que aceleró, además, el estudio, de una rama de la física que no podía ser explicada por los métodos newtonianos.

P. Iñiguez. Introducción

Esa fue la **Termodinámica**, que se verá más adelante

En el aspecto académico la Universidad de Cambridge, ha sido cuna de descubrimientos trascendentales y en ella se han reunido grandes científicos de todas partes del mundo.

Entre los muchos nombres egregios del parnaso científico británico se incluyen los de Sir William Thomson (Lord Kelvin) (1824-1907); James Clerk Maxwell (1831-1879); Sir Joseph Thomson (1856-1940); Sir William Henry Bragg (1862-1942) y su hijo Sir William Lawrence Bragg (1890-1971).

Es lamentable no poder extendernos en los detalles de sus obras respectivas y, mientras tanto, es preferible intercalar algunos de los acontecimientos relacionados con el salto prodigioso que ha caracterizado nuestro siglo.

Termodinámica.

Su etimología griega alude a: *termo* =calor y *dynamis* =poder.

Einstein, llegó a decir que ésta era *"la única teoría física de contenido universal, de la que estaba seguro se mantendrían su aplicabilidad y sus elementos básicos."* Sin embargo, sus principios y postulados han creado grandes controversias que hasta hace poco carecían de solución.

Una de las contribuciones más importantes para explicar la termo-dinámica, fue la introducción de la "teoría de probabilidad" de Ludwig Boltzmann. Pero éste sustentaba, por una parte, que la irreversibilidad era una ilusión; mientras por otra, defendía conceptos que contradecían esa postura. Boltzmann, pretendió, además, emular la obra de Darwin en biología, con la introducción en la física de un proceso similar al Evolucionismo, pero sus planteamientos cayeron en el descrédito y finalmente, padeció una severa depresión que lo condujo al suicidio. Es justo señalar que, en esos momentos, la introducción de la proba-

bilidad, llevaba el estigma del conocimiento incompleto e imperfecto; pero de ninguna manera mermó la jerarquía científica de la termodinámica. Sin embargo, no pudo substraerse a la influencia del Determinismo y es oportuno señalar que la misma situación se repite de manera más sorprendente, todavía, cuando se introduce la Mecánica Cuántica.

La Primera Ley de la Termodinámica, es la Ley de la Conservación de la Energía, según la cual *"la energía puede ser convertida o transformada de una modalidad a otra, pero no puede ser creada ni destruida"*.

La Segunda Ley de la Termodinámica, introducida por Sadi Carnot, establece que, *"la energía se desplazará, siempre, de un potencial más alto a otro más bajo"*.

No es posible discutir la Termodinámica sin hacer referencia a la "Entropía". Su etimología griega ha sido objeto de diferentes interpretaciones, desde "un cambio hacia adentro" que en nada aclara su significado; hasta la supuesta asociación de energía y (tropo) transformación o evolución.

P. Iñiguez. Introducción

El responsable de este acertijo semántico fue Rudolf Clausius, que lo introdujo en 1865. *Clausius concluyó que la energía del universo es constante y la entropía del universo tiende al máximo.*

De hecho, la entropía establece *una relación entre la cantidad de energía contenida en el primer recipiente de una máquina de vapor y el aumento de temperatura que se produce en el segundo recipiente de la misma.* Pero se le conocen muchas e interesantes implicaciones. John Wheeler, menciona que a fines del siglo pasado, el nivel intelectual de una persona, se evaluaba según sus conocimientos acerca de la entropía.

Sir Arthur Eddington introdujo la expresión de "una flecha en el tiempo", moviéndose en una sola dirección hacia el aumento de la entropía.

La interacción entre la termodinámica y el significado del tiempo, es parte de una gran antinomia que ha mantenido en vilo a la ciencia y la filosofía.

Claude Shannon introdujo en 1948, su Teoría de la información donde la entropía es un indicador de falta de información.

En sentido general, la entropía se identifica con la tendencia al desorden.

Para seguir en orden cronológico, la presentación de las grandes contribuciones científicas de que se ha beneficiado el siglo veinte, se verá a continuación la Teoría del Quantum, de Max Planck.

Luego la Teoría de la Relatividad de Einstein; seguida de la Mecánica Cuántica de Niels Bohr y sus discípulos, hasta llegar a la Teoría Electrodinámica Cuántica.

Finalmente, casi en las postrimerías del siglo, surgen los estudios acerca del Caos y de las situaciones Complejas.

Stuart Kauffman introduce la teoría de la *tendencia a la autoorganización de esos sistemas*, seguida de la teoría de Ilya Prigogine, acerca de las *condiciones disipativas y la emergencia de lo impredecible en un futuro que no permite la reversibilidad del tiempo*.

De ese modo, el Determinismo pierde su apariencia de baluarte inexpugnable.

P. Iñiguez. Introducción

Antes de presentar la Teoría del Quantum, es conveniente hacer referencia a la situación que hizo necesaria su aparición, para resolver una prolongada y molesta situación que afectó a las ciencias y a los científicos del siglo anterior.

El protagonista principal de este episodio, fue John William Strutt, mejor conocido como Lord Rayleigh (1842-1919), por ser Barón de la nobleza británica. Su obra se caracterizó por la nitidez y la minuciosidad con que solía presentar el aspecto matemático de sus ponencias, con lo cual era poco probable la comisión de algún error. Por tanto, surgieron situaciones conflictivas cuando las predicciones emanadas de las expresiones matemáticas no se cumplían.

Ocurría que, Kirchhoff, había determinado mediante la espectrografía, que un elemento químico en estado incandescente emite luz con una frecuencia de onda característica. Asimismo, los vapores de ese elemento, sometidos a radiaciones procedentes de una fuente con temperatura más elevada, absorben la frecuencia que emite dicho elemento en estado incandescente.

P. Iñiguez. Introducción

Esto describe los llamados espectros de emisión y de absorción, que son específicos para cada elemento químico y que han permitido determinar la presencia de diferentes átomos conocidos, en el interior de una estrella lejana. El helio, por ejemplo, se descubrió en el sol, antes de conocerse en la tierra.

Se puede imaginar un objeto capaz de recibir las radiaciones, absorberlas y no emitir ninguna. Ese objeto sería denominado un "cuerpo negro".

Kirchhoff había postulado que un cuerpo negro calentado hasta la incandescencia, debía emitir radiaciones en todas las longitudes de ondas distribuidas proporcionalmente. Esto constituiría la llamada "radiación de un cuerpo negro".

Lord Rayleigh, desarrolló una ecuación, según la cual, la distribución de las diferentes frecuencias en la emisión de un cuerpo negro, sería la siguiente: 1.3% a las radiaciones con frecuencias infrarrojas; 1.3% a radiaciones con las frecuencias de la luz visible y el restante 97.4% correspondería a radiaciones con frecuencia ultravioleta.

P. Iñiguez. Introducción

Wilhelm Wien, demostró experimentalmente, que la emisión de radiaciones se distribuía en una amplia gama de frecuencias, con un pico de mayor incidencia desplazable, pero nunca con el predominio en la región ultravioleta.

Sin embargo, nadie podía explicar porqué no se obtenían, experimentalmente, los resultados que predecían las ecuaciones.

Debido a la frustración y la impotencia que produjo esta situación en el ambiente científico, se introdujo el nombre de "La Catástrofe Violeta".

Las ecuaciones de Lord Rayleigh eran impecables ante el más severo escrutinio y todavía se conservan como un ornamento de despedida a los conceptos científicos que las motivaron.

Esos conceptos pertenecen, hoy, a la llamada "Física Clásica".

Se entiende que la "Física Moderna" nace en el 1900, con la introducción de la teoría que resolvió el dilema. Así se demuestra, entre otras cosas, que sin escatimarle a las matemáticas su importancia como el lenguaje predilecto de la ciencia, su conocimiento no

P. Iñiguez. Introducción

basta para llegar a las cimas alcanzadas por el genio creador encarnado en unos pocos privilegiados. Se requiere la intuición y, a la vez, la percepción de lo anti-intuitivo, unidas a una extraordinaria capacidad de síntesis para asociar y unificar conceptos, que muchas veces parecen distantes e inconexos. Entonces puede concebirse una imagen que conduzca a la creación de un edificio teórico, **divergente** de lo generalmente aceptado, aunque conserve puntos de contacto casi imperceptibles.

Einstein, necesitó ayuda de su amigo Grossmann, para usar las matemáticas de los tensores en la Teoría General de la Relatividad y Niels Bohr admitía que, frecuentemente, perdía el hilo de las conversaciones entre los matemáticos. Pero ambos podían intuir los secretos de la naturaleza, sin necesidad de las expresiones matemáticas.

LA TEORÍA DEL QUANTUM.

Quantum en latín significa "cuanto" su plural es "quanta".

Es justo referirnos al genio que la introdujo en el difícil momento que acabamos de describir: Max Karl Ernst Ludwig Planck. Nació en Kiel, Alemania, el día 23 de abril del 1858; por tanto, tenía ya 40 años, cuando produjo su gran aporte científico, pero vivió hasta los 90 años de edad.

Con respecto a la radiación de energía, Planck advirtió que al ser las altas frecuencias del espectro más numerosas, la distribución al azar debería favorecerlas en la proporción de la emisión, pero los resultados experimentales indicaban que la probabilidad de la emisión de radiaciones disminuía al subir la frecuencia y logró desarrollar una ecuación que describía la radiación del cuerpo negro, tal como ocurría, no sólo con las frecuencias bajas sino también con las altas. Pero no era suficiente hallar una fórmula que se ajustara a los hechos y es obvio, que su espíritu independiente fue un factor determinante para poder llegar a sus conclusiones, pues, mientras

P. Iñiguez. Introducción

todos los científicos de su época se empeñaban en someter los resultados experimentales, a los conceptos preestablecidos, Planck tuvo la osadía, de cuestionar esos conceptos y proponer una nueva teoría.

Era necesario averiguar, porqué los hechos ocurrían de ese modo y Planck, concluyó que la energía no es emitida de manera lineal ininterrumpida, sino como partículas separadas, equivalentes a "átomos de energía". Esos átomos aumentan de tamaño a medida que sube la frecuencia y un átomo de un tamaño específico, no puede ser emitido antes de que se acumule la energía necesaria para formarlo.

Es posible que al preguntarse: ¿Qué cantidad de energía contenía un átomo determinado? condujo a bautizarla como la Teoría del Quantum.

De hecho, el tamaño del quantum tenía que ser proporcional a la frecuencia de la radiación y para expresar ese concepto en el lenguaje de las matemáticas se denomina la energía con la letra (e) y la frecuencia de la radiación con la letra griega nu (ν).

P. Iñiguez. Introducción

Si (e) es proporcional a (ν), forzosamente, es igual al producto de (ν) multiplicado por una constante. De donde sale la ecuación presentada por Max Planck, en el año 1900: $e = h \nu$, donde h representa la famosa "constante de Planck".

Para despejar a h , dividimos ambos miembros de la ecuación por una misma cantidad (en este caso ν) y la igualdad no se altera. De donde,

$$h = \frac{e}{\nu}$$

Sin entrar en detalles con respecto al proceso para establecer el valor numérico de la constante de Planck, éste se expresa, como $6,6256 \times 10^{-27}$. Equivalente a la siguiente expresión numérica: 0.0000000000000000000000000066256, representativa de *ergs por segundo o sea energía en tiempo; por lo que constituye una constante de acción*. Obviamente, es una cantidad tan pequeña, que nos permite entender porqué la emisión de la energía tiene la apariencia de ser continua.

P. Iñiguez. Introducción

Si se reduce el tamaño de los peldaños de una escalera en un plano inclinado, a dimensiones muy pequeñas, la escalera dará la impresión de ser una rampa continua.

De igual modo, en los acontecimientos que percibimos mediante nuestros órganos sensoriales, los efectos de la constante de Planck pueden ignorarse como si la emisión de energía fuera continua. Pero cuando penetramos en el microcosmos, los acontecimientos que se producen en el interior del átomo, la luz y otros fenómenos electromagnéticos, requieren los conceptos cuánticos para ser interpretados satisfactoriamente. Sin embargo, el genio había tenido que ir demasiado lejos, y el mismo Planck, se sintió perturbado por el alcance de sus propias ideas cuando Einstein partió de ellas para explicar el fenómeno fotoeléctrico, pues caía en aparente contradicción con la teoría ondulatoria de la luz universalmente aceptada, después de los trabajos de James Clerk Maxwell y Heinrich Hertz.

Vale la pena referir a continuación, algunos aspectos biográficos de Max Planck, a quien le tocó

P. Iñiguez. Introducción

vivir durante la etapa tenebrosa de Alemania bajo el nazismo. Al igual que Heisenberg, decidió permanecer en el suelo patrio aun en las condiciones adversas creadas por la locura de Hitler y su sistema deshumanizante.

Su recia personalidad le permitió mantener una labor científica en las precarias condiciones que ofrecía su país y aunque, sin duda, tuvo que participar en acontecimientos impuestos por la ideología oficial, logró ser respetado y honrado aun en el sistema infernal. Fue Presidente de la Sociedad Científica de Berlín, Kaiser Guillermo, que luego se convirtió en Sociedad Max Planck y recibió el Premio Nobel de Física en 1918.

Su entereza quedó demostrada cuando el gobierno nazi desató su campaña de vituperios contra Einstein. El día 28 de marzo del 1933, Einstein renunció de la Academia Prusiana, que preparaba, ya, los trámites de su expulsión. Max Planck, ante esa situación, pronunció las siguientes palabras: "Creo, que hablo por los colegas físicos de mi academia y a la vez, por la inmensa mayoría de los físicos alema-

P. Iñiguez. Introducción

nes, cuando digo que el señor Einstein no es, solamente, uno entre los muchos físicos sobresalientes; por el contrario, el señor Einstein es el autor de trabajos brillantes publicados por nuestra academia, que han dado a la física una profundidad cuyo significado sólo puede igualarse con los logros de Johannes Kepler e Isaac Newton”.

Se dijo, que Hitler, en uno de sus arrebatos de ira le dijo cara a cara a Max Planck, que sólo por su avanzada edad no lo enviaba a un campo de concentración. Durante la guerra perdió sus dos hijos; el mayor muerto en acción y el otro fue ejecutado por conspirar en contra de Hitler.

Es bien sabido que en muchas ocasiones hizo cuanto pudo para ayudar a científicos judíos perseguidos por el nazismo.

Fue rescatado por los norteamericanos en 1945 y murió en octubre del 1947.

A continuación, se hará referencia a la teoría científica de mayor repercusión en la historia de la humanidad. La transformación del pensamiento científico y el destino del hombre, no habían recibido un

impacto equivalente, al que produjo la Teoría de la Relatividad de Einstein y es fácil concluir que los grandes paradigmas del siglo XX están representados por la Teoría de la Relatividad, la Mecánica Cuántica y los estudios acerca del Caos y las Complejidades.

LA TEORÍA DE LA RELATIVIDAD

Hace 17 años, escribí mi primer libro, "Simplemente un Rayo de Luz" y el capítulo dedicado a este tema, fue intitulado: "La Teoría de la Relatividad de Profano a Profano". En esta ocasión, deseo repetir el mismo mensaje, pero debo advertir que somos profanos de diferentes maneras. Algunos han tenido que estudiar la obra de Einstein aunque, sólo superficialmente, como parte de su curriculum académico; otros han tenido la curiosidad de ver por cuenta propia sus principios fundamentales, han vencido el gran temor que ella inspira y se han aventurado en la búsqueda de conocimientos; otros prefieren evadir por completo el desafío y renuncian a uno de los más grandes privilegios que nos ha ofrecido el siglo en que vivimos.

Se ha dicho, que la dificultad para entender la Teoría de la Relatividad se debe, en gran parte, a que nos propone cosas increíbles y en contradicción con nuestras vivencias de cada día. Ante todo, debemos entender, que nuestros órganos de percepción nos proporcionan la información necesaria para sobrevivir en la biosfera, donde las condiciones difieren,

increíblemente, de las existentes en el macrocosmos y el microcosmos que nos brinda la física prebiótica.

Como dijera Blaise Pascal, "el hombre no es más que una brizna entre la inmensidad de lo infinito y la pequeñez de lo infinitesimal. Pero una brizna que piensa".

Si se comparan los procesos biológicos con la velocidad de la luz, que es la máxima posible en el universo, se hace evidente que los primeros ocurren con lentitud asombrosa. Es fascinante observar mediante una cámara ultra rápida, el momento en que un capullo se convierte en flor o una crisálida en mariposa; mientras los aceleradores de partículas nos permiten observar entidades subatómicas con promedios de vida calculados en fracciones inconcebibles de un segundo.

Por otra parte, los seres vivos están constituidos por estructuras moleculares de enorme complejidad y adquieren facultades que los distinguen del mundo puramente físico. Y por añadidura, gracias al privilegiado cerebro de nuestra especie, el hombre ha creado instrumentos que como los telescopios,

P. Iñiguez. La Teoría de la Relatividad

espectroscopios, microscopios electrónicos, aceleradores de partículas, etc. nos permiten ampliar los límites de percepción que nos dio la naturaleza.

Pero debemos advertir, ante todo, que Einstein no necesitó ninguno de esos instrumentos para concebir su grandiosa teoría y aunque hubo más de una idea compatible, *a posteriori*, con los postulados relativistas él no tuvo que tomarlos en cuenta para crear ni soportar su estructura conceptual. Los mejores ejemplos fueron la Contracción Lorenz-Fitzgerald y el experimento de Michelson-Morley.

En 1893, George Francis Fitzgerald, sugirió que todos los objetos en movimiento, reducían sus dimensiones en la dirección en que se movían a través del éter. Su razonamiento partía de que un cuerpo en movimiento al chocar con otro se comprimía en la dirección del impacto (un tomate, un huevo que se cae, la pelota que rebota, etc.) Por tanto, era lógico que la presión del éter contra el objeto en movimiento, provocara su acortamiento.

Fitzgerald, desarrolló la ecuación aplicable al acortamiento requerido para compensar la velocidad

del movimiento a través del éter. Como era de esperar, a mayor velocidad mayor sería la disminución de la longitud. Por otra parte, los objetos que se movieran en dirección perpendicular al éter no sufrirían acortamiento. Es bueno aclarar que la contracción no puede apreciarse ni medirse con ninguna regla, porque ésta se encontraría sometida a las mismas condiciones que el objeto a medir y sufriría el mismo acortamiento.

Desde luego, no podían faltar opiniones opuestas a lo que bien podía ser sólo un artificio matemático. Se objetaba, entre otras cosas, que la contracción debía producirse de igual manera en todos los objetos, independientemente de su estructura. Esto es, que el brazo metálico del interferómetro debía sufrir el mismo acortamiento que la regla de madera que se usara para medirlo. Lo que según nuestras vivencias, parecía absurdo.

Pero dos años después, en 1895, Lorenz introdujo la teoría de la composición electrónica de la materia, según la cual, ésta consiste de cargas eléctricas que generan cambios magnéticos en el éter.

El movimiento de los objetos a través del éter, tendría que influenciar los campos magnéticos debido a las cargas eléctricas de dichos objetos y esa interacción provocaría el acortamiento en la misma cantidad establecida por Fitzgerald.

El soporte que diera Lorenz a las ideas de Fitzgerald, condujo a la denominación "Contracción Fitzgerald-Lorenz que por eufonía se cambió por Contracción Lorenz-Fitzgerald, aunque se alterara el orden cronológico y la prioridad de las ideas. Sin embargo, la tesis de Lorenz tampoco era verificable en esos momentos y no recibió aceptación.

El experimento de Michelson-Morley, ideado para demostrar los efectos del éter, en vez de confirmar su existencia condujo a descartarla. Pero en aras de la brevedad omitiré los detalles del famoso experimento.

La Teoría de la Relatividad demostró que la contracción era una necesidad lógica de acuerdo con la nueva orientación del pensamiento científico.

El siguiente episodio ocurrido en 1911, esto es, seis años después de la publicación de la Teoría de

la Relatividad, es estimulante. Los científicos más eminentes se reunieron en el histórico Congreso de Solvay para discutir las situaciones conflictivas que afrontaba la Física, a partir de la introducción de la Teoría del Quantum, de Max Planck. Einstein, describió el ambiente en una carta que enviara a su íntimo amigo, el Profesor Heinrich Zangger, Director del Instituto de Medicina Forense, de la Universidad de Zurich: He aquí sus palabras: "Lorenz, presidió con incomparable tacto y virtuosidad increíble. Él habla los tres idiomas con la misma fluidez y tiene una agudeza científica, única. Yo pude persuadir a Planck para que aceptara muchos de mis conceptos, a los cuales él se resistía durante años. Es un hombre honesto en extremo y piensa en las demás personas, más que en él mismo... Participaron también, de Francia, Madame Curie, Langevin, Perrin y Poincaré; de Alemania, Nernst, Ruben, Warburg y Sommerfeld; por otra parte, Rutherford y Jeans de Inglaterra; desde luego Kamer-lingh-Onnes y Lorenz de Dinamarca. Lorenz es una maravilla de inteligencia y tiene un tacto exquisito. ¡Es una obra de arte viviente!

...Poincaré se mantuvo, simplemente, en una actitud antagónica (frente a la teoría de la relatividad); para toda su agudeza, demostró poca comprensión de la situación. Planck, está bloqueado por algunas pre-concepciones indudablemente falsas...**¡Pero nadie sabe nada!** Todo el asunto parecía haber sido montado, para el deleite de diabólicos jesuitas”.

Si Einstein tuvo que expresarse de ese modo con respecto a las mentalidades más brillantes de esa época, ¿Qué importan nuestras dificultades para entender sus ideas, cuando tenemos licencias de profanos?

Vale la pena iniciar el camino y seguir hasta donde podamos llegar en la búsqueda del conocimiento.

Agreguemos, que Einstein recibió el Premio Nobel de Física en 1912, por su explicación del Fenómeno Fotoeléctrico. En cambio, la Teoría de la Relatividad fue ignorada o considerada como un trabajo oscuro. Después de estas advertencias, creo que podemos comenzar.

P. Iñiguez. La Teoría de la Relatividad

La Teoría de la Relatividad se divide en dos partes: La Teoría Especial o Restringida y la Teoría General.

La Restringida fue publicada en 1905 y la General en 1916.

La primera publicación apareció bajo el siguiente título: "Acerca de la Electrodinámica de los Cuerpos en Movimiento" y se refería, *exclusivamente, a cuerpos o sistemas en movimiento con una velocidad constante.*

Es obvio, que el estudio de este movimiento es menos complicado que el estudio del movimiento con velocidad variable. Este último aspecto lo aborda Einstein, en la Teoría General de la Relatividad y, en resumen, la Teoría Restringida viene a ser un caso especial de la Teoría General, donde, matemáticamente, la aceleración es igual a cero.

Además, Einstein emitió como el primer enunciado de la Teoría de la Relatividad *la imposibilidad de demostrar, experimentalmente, tanto el movimiento absoluto como el reposo absoluto* y, afirma sin tomar en cuenta ninguna opinión ajena, la incapacidad

P. Iñiguez. *La Teoría de la Relatividad*

de detectar la presencia del éter como consecuencia directa de su teoría.

El segundo postulado de la Teoría de la Relatividad Restringida, sostiene que *la luz viaja en el vacío con una velocidad constante independientemente del movimiento que pueda tener la fuente que la emite*. Señala, asimismo, que observadores diferentes en movimientos uniformes, establecen diferentes sistemas de simultaneidad. Las medidas de longitud son afectadas, los diferentes observadores tienen sistemas privados de tiempo y diferentes sistemas privados de espacio. Ambos tienen en común, sin embargo, la misma velocidad de la luz y, sobre todo, habitan el mismo universo.

Con respecto al postulado del movimiento, vale la pena explicar el procedimiento que usó Einstein, para demostrar que todos los movimientos son relativos. Especialmente, porque de él nace el nombre de "Teoría de la Relatividad", distante del título original con que fue introducida.

Cuando decimos que un auto viaja a 100 km. por hora, estamos omitiendo que *esa velocidad es*

relativa a la tierra. Para otros vehículos que se movieran en la misma dirección o en dirección opuesta, la velocidad de cada vehículo variaría con respecto a cada uno de los otros.

Eso, desde luego, ocurre de acuerdo con nuestras percepciones habituales.

Pero, imaginemos una astronave que salió de la tierra a 5,000 km. por hora (relativa a la tierra) y que está programada para conservar la misma velocidad hasta penetrar en el espacio lejos de nuestro planeta y de cualquier otro punto de referencia. Inesperadamente, aparece otra astronave que se acerca y supera en velocidad a la primera; el piloto de la segunda nave afirmaría que la primera está inmóvil en el espacio y se lo comunicaría al piloto de la primera. Éste, se sorprendería y podría argumentar que salió de la tierra a una velocidad de 5,000 km. por hora.

Pero ¿Cómo puede demostrarlo? Él sólo sabe que la segunda nave se mueve a una velocidad diferente a la suya porque la vio acercarse y adelantarse; inclusive, puede medir con un radar la velocidad de la segunda nave y constatar que viaja a 1,000 km por

P. Iñiguez. La Teoría de la Relatividad

hora con respecto a la suya, pero no puede añadir nada más. Podría hacer el siguiente cálculo: Si yo viajo a 5,000 km. x h y el otro me rebasa a 1,000 km. más rápido que yo, concluye que su velocidad total es de 6,000 km.x h. Pero podría estar errado, pues cualquiera de las dos naves puede haber variado, inadvertidamente, su velocidad con respecto a la tierra por cualquier motivo y falsear los resultados. El piloto de la segunda nave, puede llegar a creer, que la primera nave se mueve hacia atrás, mientras él permanece estacionado.

Por tanto, se impone la siguiente conclusión: *Si no existe un objeto fijo como punto de referencia, para medir la velocidad, no podría decirse cual de los dos objetos se mueve y cual no.* La única afirmación correcta es que cada una de las naves se mueve a 1,000 km.x h. con respecto (relativo) a la otra. Y ningún instrumento puede agregar nada más.

Como complemento, si una nave está en el espacio y no tiene un objeto que le sirva de punto de referencia, el piloto no podría saber si su nave está en movimiento o en estado estacionario.

Por tanto, *Einstein concluye que todos los movimientos son relativos.*

La interpretación del segundo postulado, relacionado con la velocidad de la luz, que es siempre constante con relación al observador e independiente del movimiento que pueda tener la fuente de emisión de la luz, ofrece dificultad si nos limitamos a los dictados de nuestras experiencias sensoriales.

Para comenzar, imaginemos un niño que lanza una pelota a 15km. x hora; esto es, que la pelota se mueve a esa velocidad relativa al niño, independientemente, de que éste se mueva o no se mueva .

Si el niño viajara en una camioneta que se acerca a un puente con una velocidad de 30km. x h. y el niño lanza la pelota contra el puente, la velocidad de la camioneta se añade a la que el niño imprimió a la pelota y ésta viajara con respecto al suelo, a una velocidad de 45 km. x h que la estrellaría contra el puente (15 del niño y 30 de la camioneta).

Contrariamente, si la camioneta se mueve alejándose del puente, cuando el niño lanza la pelota hacia éste, hay que restar la velocidad de la camione-

P. Iñiguez. La Teoría de la Relatividad

ta a la velocidad que imprimió el niño a su lanzamiento. Pero en vez del niño que lanza una pelota, imaginemos una estrella como fuente de luz. Esa luz llegará a la tierra a 300,000 km. x segundo, tanto si la estrella y la tierra se acercaran a 100,000 km. x segundo, como si se alejaran a la misma velocidad. *Este postulado constituyó uno de los pronunciamientos más revolucionarios de la Teoría de la Relatividad y Einstein lo consideró fundamental para la misma, a la vez que una ley básica del universo.*

Imaginemos, nuevamente, dos naves espaciales A y B que viajan a una velocidad finita, relativa una a la otra, en el espacio interestelar. Ambas naves están equipadas con los adelantos más sofisticados para medir tamaños y distancias; poseen los relojes más precisos y se ha establecido, previamente, que ambas naves son idénticas. En un momento dado, la nave B rebasa a la nave A y los relojes de ambas naves establecen la misma hora. Justamente, se produce la explosión de una Supernova y en poco tiempo las ondas luminosas procedentes de la explosión llegan a A y a B, separadas por una distancia X.

P. Iñiguez. La Teoría de la Relatividad

De acuerdo con el segundo postulado que estamos estudiando, A y B reciben la luz a la misma velocidad; por tanto, si representamos por c (tomada de *celeritas*) la velocidad de la luz que recibe A y por c' la velocidad de la luz que recibe B, podemos escribir $c=c'$; las distancias correspondientes entre la explosión y cada una de las naves se representarán por d para A y d' para B; el tiempo para los relojes se representará por t para A y t' para B.

Con esos datos se obtienen las famosas "Ecuaciones Transformadas de Lorentz", quien, como ya se dijo, se anticipó a la Teoría de la Relatividad aunque siguió un camino diferente y con resultados más restringidos, pues sólo se aplican a los campos electromagnéticos a que se refiere la teoría de Lorentz basada en la existencia del éter. En cambio, la Teoría de la Relatividad conduce a esas ecuaciones sin otro asidero que sus propios postulados y se aplican a toda la materia, sin excepción.

Asimismo, las ecuaciones relativistas predicen el acortamiento de las dimensiones de los cuerpos según la dirección del movimiento, sin necesidad de

la existencia del éter ni de otro componente extraño. Si la nave A pudiera medir a B cuando ambas están en movimiento a velocidades entre ellas, apreciables con respecto a la velocidad de la luz, encontraría que el tamaño de B se ha reducido. Al mismo tiempo, si B mide a A, obtendría, también, que el tamaño de A se ha reducido. Hay que insistir en que el efecto de contracción sólo llega a ser apreciable cuando se alcanzan velocidades comparables a la velocidad de la luz. Por tanto, cualquier movimiento que podamos percibir en nuestro ambiente tendrá una velocidad tan insignificante comparada con la velocidad de la luz, que será imposible detectar acortamiento alguno. Un avión a una velocidad de 1,300 km. x h, relativa al observador, sufriría un acortamiento de una millonésima de millonésima de pulgada; algo comparable con el diámetro de un núcleo atómico. Las ecuaciones predicen, además, que el acortamiento se acentúa a medida que se aumenta la velocidad y si ésta alcanzara la velocidad de la luz todo cuerpo desaparecería. Esto implica, que ningún cuerpo puede alcanzar la velocidad de la luz.

P. Iñiguez. La Teoría de la Relatividad

Como complemento de esta afirmación, surge la trascendental concepción del aumento de la masa del cuerpo en movimiento como una consecuencia directa del aumento de la velocidad. Las ecuaciones relativistas lo exponen con precisión y el siguiente ejemplo lo muestra con claridad meridiana: Si las naves A y B tienen en la tierra, cuando cada una está en estado de reposo relativo a la otra, una masa equivalente a 1,000 lbs. Al medir sus masas respectivas cuando están en movimiento, los valores aumentan con la velocidad junto a la disminución del tamaño. Y si se llegara a alcanzar la velocidad de la luz, la nave desaparecería y su masa alcanzaría un valor infinito, porque su denominador sería cero. Dada la imposibilidad de este hecho, se concluye que nada puede igualar la velocidad de la luz. Éste parece el momento más oportuno para referirnos a la ecuación más famosa que jamás se haya escrito y que el gran público identifica con la Teoría de la Relatividad. Ésta es, $E = mc^2$; donde se expresa que la energía es igual a la masa multiplicada por el cuadrado de la velocidad de la luz.

P. Iñiguez. La Teoría de la Relatividad

Es interesante agregar que dicha ecuación no aparece en la Teoría de la Relatividad, sino que comienza a gestarse en un trabajo que publica Einstein en los *Annalen der Physik*, unos meses después de haber presentado la teoría. En ese trabajo expone que si un cuerpo emite una cantidad de energía (E) en forma de luz, su masa disminuye en una cantidad correspondiente a E/c^2 . Más adelante, amplía el criterio y afirma que no tiene importancia si la energía se emite en forma de luz o de cualquier otra manera. Para dar una idea de lo que eso representa dentro de nuestras vivencias habituales, una bombilla de 100 watts encendida durante 100 años, emitiría una cantidad de energía equivalente a menos de diez millo-nésimas de una onza.

La exactitud de esa predicción pudo confirmarse mediante las emisiones radiactivas del radium y de otros elementos.

Es de notar que hasta aquí, Einstein sólo ha dicho que la energía tiene masa y sólo dos años después, afirma que lo contrario también es cierto; esto es, que toda masa es equivalente a energía.

Una vez más, vemos la diferencia entre el conocimiento científico expresado con las matemáticas y la inspiración del genio, con sensibilidad, intuición y hasta puro sentido estético para percibir e interpretar a la naturaleza, sin recurrir a un complicado sistema de ecuaciones. He aquí las palabras de Einstein: "¿Por qué hacer distinción entre la masa que originalmente posee un objeto y la que pierde al emitir energía? Eso equivaldría a la existencia de dos tipos de masa, lo cual sería antiestético y lógicamente indefendible". A partir de esa idea publicó en 1907, en el *Jahrbuch der Radioaktivität* un trabajo donde aparece la ecuación $E=mc^2$, como una de las consecuencias más importantes de la Teoría de la Relatividad y, sin duda, la más famosa de todas.

En esos momentos no era posible verificarla, pero Einstein vivió lo suficiente para ver su confirmación aunque su pena fue tan grande como su gloria. Su extraordinaria sensibilidad le hizo padecer, intensamente, las tragedias de Hiroshima y Nagasaki, que podrían representar, para la humanidad el principio de un holocausto nuclear.

P. Iñiguez. La Teoría de la Relatividad

Pasemos a la extraordinaria influencia de la Teoría de la Relatividad, en nuestra interpretación del tiempo y del espacio.

Cuando Zenón de Elea, introdujo sus famosas *paradojas del movimiento*, lo hizo para preservar el significado del *Todo es Uno*, que sustentaba la Tradición Eleática. Su objetivo fue demostrar la inconsistencia de las ponencias pitagoreanas, acerca de las múltiples posibilidades del Ser. Para lograr su propósito introdujo el sistema de la "reducción al absurdo" (*Reductio ad absurdum*). Pero hay que hacer notar la indirecta alusión presocrática a la participación del tiempo y el espacio en la descripción del movimiento.

Ya hemos visto, que la Teoría de la Relatividad le quitó al tiempo su valor absoluto aunque el hombre tenga que insistir en medirlo con más y más precisión. Hoy conocemos las variaciones del valor del tiempo impuestas por la velocidad, por la masa y por los campos magnéticos. Pero a pesar de todas las innovaciones introducidas por la teoría de la Relatividad con respecto al tiempo, no ha podido desligarse

de su reversibilidad y, por ende, mantiene el Determinismo. En las ecuaciones relativistas, $t = -t'$, con lo cual el pasado y el futuro son intercambiables. Por esa razón, Einstein consideraba nuestra noción de pasado, presente y futuro, como *"una terca y persistente ilusión de nuestros sentidos que no tiene cabida en el mundo físico"*.

De ese modo surgió una de las antinomias más mortificantes para la ciencia y la filosofía. ¿Cómo rechazar los postulados relativistas que han sido confirmados hasta la saciedad? Pero ¿Cómo negar la realidad de nuestro pasado, nuestro presente y nuestro futuro, cuando sabemos que nacimos, que estamos vivos y que moriremos?

El día 21 de septiembre de 1908, durante el octogésimo Congreso Científico de Alemanes, Minkowski presentó un trabajo, en el cual, dijo: " Desde este momento, el espacio en sí mismo y el tiempo en sí mismo, están destinados a hundirse en las sombras y solamente la unión de ambos puede permitirles retener una existencia independiente". Así nació la concepción del Continuo Espacio-Tiempo.

P. Iñiguez. La Teoría de la Relatividad

Para Minkowski, después de la Teoría de la Relatividad, "cada observador posee su sistema privado de tiempo y su sistema privado de espacio, pero todos pertenecen a un simple conglomerado universal, espacio-tiempo, con cuatro dimensiones". En las ecuaciones correspondientes, él presenta el tiempo con signo positivo y el espacio con signo negativo.

Volvamos a nuestras naves A y B, para ver con más claridad el contenido de estos párrafos. Supongamos que el piloto de B decide escribir un reporte en su computadora y marca las teclas S D. Esas dos letras ocupan en el teclado, un espacio aproximado de una pulgada y el tiempo transcurrido al tocarlas es de medio segundo, en la nave B. Pero en ese medio segundo B se desplaza 5,000 km relativo a A; por tanto A registra una distancia kilométrica entre los dos eventos, en vez de la pulgada registrada por B. Salta a la vista que no es posible hacer coincidir, numéricamente, las dos experiencias. Además, debido a la disminución del ritmo de los relojes a altas velocidades, A, encontrará que para él, los dos acontecimientos ocurren con un intervalo más largo que el

medio segundo que registrara B. Por consiguiente A y B están en desacuerdo, no sólo en cuanto a la distancia, sino en cuanto al tiempo en que suceden los eventos.

Sin embargo, hay que añadir lo siguiente:

1.- Se puede convertir el tiempo en espacio, si calculamos la distancia que recorre la luz a su velocidad c , siempre constante, durante el tiempo transcurrido.

2.- De ese modo podemos representar una *distancia-tiempo* entre los dos eventos y otra *distancia espacio*.

Si al calcular cada uno la cantidad (distancia - espacio)² - (distancia-tiempo)² se aplican las ecuaciones relativistas, se obtendrán los mismos resultados. Así ocurrirá, también, con cualquier otro observador en movimiento uniforme.

Curiosamente, si estas operaciones se expresan gráficamente, se comportan de acuerdo con el teorema de Pitágoras; lo cual había sido observado por Minkowski, quién demostró que las ecuaciones de Maxwell sometidas al continuo espacio - tiempo,

adquirían una forma unificada, en perfecta armonía con los resultados mencionados.

Casi todo el mundo ha oído hablar de la "Paradoja de los Gemelos". En ella se aduce que, según la relatividad, si una nave espacial con una tripulación de varios hombres, sale hacia la estrella Arturo, ubicada a 33 años luz de la tierra y la nave alcanza una velocidad cercana a la velocidad de la luz, según el tiempo terrestre, llega a dicha estrella después de los 33 años y si retorna, inmediatamente, según ese marco de referencia llegará algo después de los 66 años. Pero como la nave se ha estado moviendo a una velocidad cercana a la velocidad de la luz, el tiempo se haría extremadamente lento para los tripulantes, quienes al regresar a la tierra, podrían creer que sólo ha transcurrido un día.

En cambio, para los que permanecieron en la tierra, pasarían más de 66 años. La tripulación encontraría sus esposas convertidas en ancianas o muertas. Un hermano gemelo y los hijos que nacieron después de la partida, tendrían sobre 60 años más que los viajeros.

Esta paradoja ha inducido a personas carentes de los conocimientos necesarios, para entender la Teoría de la Relatividad, a creer que ésta permite predicciones absurdas. El famoso filósofo Henri Bergson, por ejemplo, escribió extensamente, con la pretensión de demostrar que la paradoja era un fracaso de la teoría y no debe sorprendernos la curiosidad que esta posibilidad ha despertado en el gran público. Se ha señalado que de acuerdo a la teoría relativista, ningún observador puede atribuirse un marco de referencia privilegiado. Por tanto el movimiento de la nave que se aleja sería tan relativo a la tierra como ésta lo es a la nave y por tanto las modificaciones del tiempo podrían aplicarse a cada uno por igual. Pero ocurre, que la tierra se mueve armónicamente, con respecto al universo de acuerdo a las leyes de la gravitación universal y no requiere aceleración para vencerla, por tanto, no es aceptable la proposición de que la tierra se aleje de la nave. Para observar la inflación del tiempo se requiere que el movimiento sea uniforme y que alcance velocidades apreciables y cuando la nave de nuestra parado-

ja, llega a Arturo, si pretende regresar a la tierra, tiene que ser sometida a una aceleración extraordinaria para cambiar de rumbo y se pierde así la condición de movimiento uniforme, necesaria para que se cumpla la escena del regreso.

De hecho, la inflación del tiempo ha sido demostrada sin dejar la menor duda, no sólo en el aspecto físico sino en los cambios biológicos. Los aceleradores de partículas subatómicas permiten observar los efectos predichos por la relatividad con absoluta precisión. Pero lo que propone la paradoja, queda excluido por los mismos postulados de la teoría.

Ahora bien, lo que ha persistido ha sido la antinomia de la reversibilidad del tiempo que sostiene el Determinismo y que pretende negar la realidad de nuestras percepciones témporo-espaciales. El famoso físico norteamericano, Richard Feynman, se limitó a decir que era muy difícil conciliar nuestras experiencias con las expresiones matemáticas, pero eso no contribuye a aclarar la confusión. La misma actitud evasiva ha sido observada por científicos y filósofos

que han preferido no abordar el problema. Sólo en estos precisos momentos, en las postrimerías de nuestro siglo, Ilya Prigogine, un brillante y audaz Premio Nobel, ha logrado sustentar, matemáticamente, una nueva teoría relacionada con el estudio de las estructuras disipativas en los estados de no equilibrio y la tendencia a la autoorganización de los sistemas complejos. Sus trabajos dan vigencia a nuestras percepciones témporo-espaciales, eliminan la reversibilidad del tiempo y éste se convierte en forjador del futuro, donde emergen los acontecimientos impredecibles originados en la tendencia a la autoorganización de las situaciones complejas. Esos interesantes temas serán discutidos más adelante.

TEORÍA GENERAL DE LA RELATIVIDAD

No puede sorprendernos que Einstein, después de imponer que el movimiento de cuerpos con una velocidad constante es relativo, tratara de incluir en la relatividad los movimientos no uniformes, sino acelerados. Según su propia expresión, no era lógico pensar que el movimiento uniforme fuera tan especial que requiriera un tratamiento ajeno a las demás formas de movimiento. Por tanto, *todos los movimientos, uniformes o no, debían ser relativos*. Sin embargo, la primera objeción consistía en que la aceleración era considerada como un valor absoluto.

El trabajo en que Einstein introdujo la ecuación $E=mc^2$, fue publicado en el año 1907, esto es, dos años después de la aparición de la relatividad especial. Ya había hecho mención de la aceleración y en otro trabajo presentado en Praga, en 1911, Einstein se refirió, nuevamente, a este tema con argumentos que constituyen uno de los ejemplos más brillantes en toda la historia de la ciencia, para abordar una situación controversial. En primer lugar, acepta la condición de que la aceleración es absoluta, pero de in-

mediato sugiere con aparente inocencia el siguiente ejemplo: "Imaginemos un pequeño laboratorio en medio del espacio, lejos de todo cuerpo que pueda ejercer sobre él alguna fuerza gravitacional apreciable. Cualquier persona en su interior no tendría sensación de peso. Se somete dicho laboratorio a una aceleración uniforme en una dirección que sus ocupantes llamarían "hacia arriba" y se mantiene la aceleración con un aumento de la velocidad de 32 pies por segundo.

Obsérvese, que después de haber aceptado el carácter absoluto de la aceleración, introduce a la vez una velocidad uniforme que la teoría especial ha establecido como relativa. Y de inmediato surge la siguiente pregunta: ¿Qué quiere decir una aceleración uniforme de 32 pies por segundo?

Es bien sabido desde Newton, que cuando un cuerpo está sometido a un movimiento uniforme, este movimiento no puede detectarse mediante ningún experimento que se realice en el interior del mismo. ¡Pero el aumento de 32 pies por segundo, produce sensación de peso a los que están en el laboratorio!

Desde ese momento, comienza Einstein a intranquilizar a la audiencia pues, súbitamente, ha creado una situación donde se junta un aspecto relativo, con otro reconocido como no relativo y ambos se comportan de manera similar.

En el pretendido laboratorio, los objetos libres se mueven uniformemente en línea recta de acuerdo con la primera ley del movimiento de Newton, pero relativos al laboratorio acelerado esos objetos parecerían estar acelerados "hacia abajo" con una velocidad de 32 pies por segundo.

A todas luces se hace evidente la similitud del laboratorio imaginario en el espacio, con un laboratorio no acelerado en la tierra y, según Newton: "todo efecto mecánico en el laboratorio acelerado del espacio, se producirá de igual manera en el laboratorio sometido a la fuerza gravitacional de la tierra.

De ese modo, se derrumba el valor absoluto de la aceleración y se impone que **en lo referente a los efectos mecánicos, la aceleración es relativa.**

Pero, en este momento, Einstein demuestra la grandeza de su genio para aplicar la sencillez como arma decisiva en el debate. Elimina, simplemente, la expresión: "en lo referente a los efectos mecánicos" y emite el famoso, **Principio de Equivalencia**, cuyo texto reza: "*Ningún experimento interno, sea mecánico o no, puede revelar ninguna diferencia, entre el laboratorio acelerado en el espacio y el laboratorio sometido a la fuerza gravitacional terrestre.*"

Ese Principio de Equivalencia es el postulado fundamental de la Teoría General de la Relatividad.

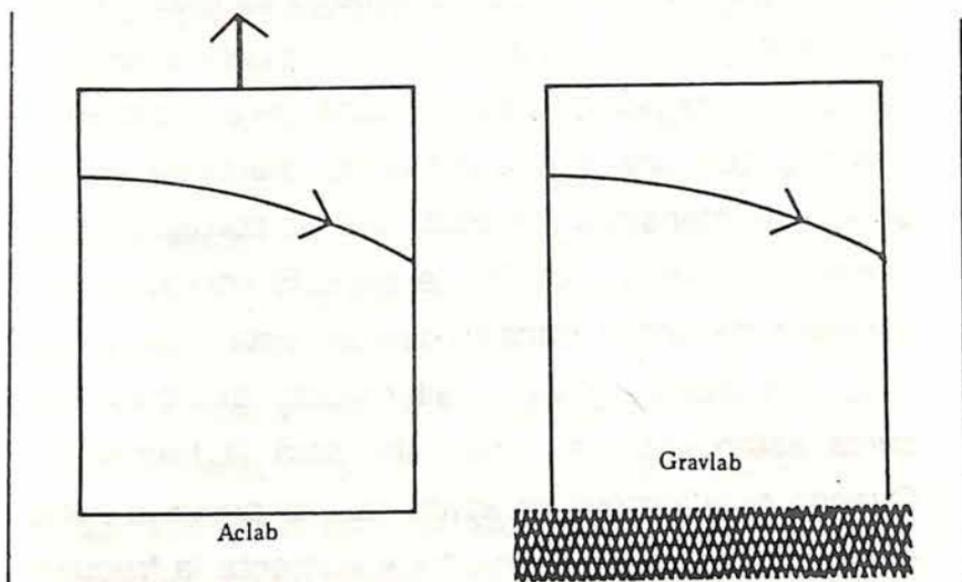
Paso a paso, Einstein pudo señalar los puntos débiles de la teoría de la gravitación de Newton, mientras elaboraba nuevos conceptos acerca de la inercia y de la gravitación con sorprendente solidez.

Propone que la energía tiene la misma equivalencia de masa de inercia y masa gravitacional, llega a sus conclusiones de manera directa y sin necesidad de ningún recurso fuera de las matemáticas elementales.

Describe la trayectoria imaginaria de un rayo de luz que atraviesa el laboratorio acelerado en el espacio con la premisa de que en el espacio libre la luz se desplaza en línea recta.

Pero debido a que el laboratorio se mueve hacia arriba, la luz encontrará en su trayectoria un punto de la pared opuesta, ubicado más abajo del lugar por donde penetró.

Esto implica, que la luz describe un arco relativo al laboratorio acelerado.



Trayectoria de un rayo de luz, en el laboratorio acelerado en el espacio y en el laboratorio bajo la gravedad terrestre.

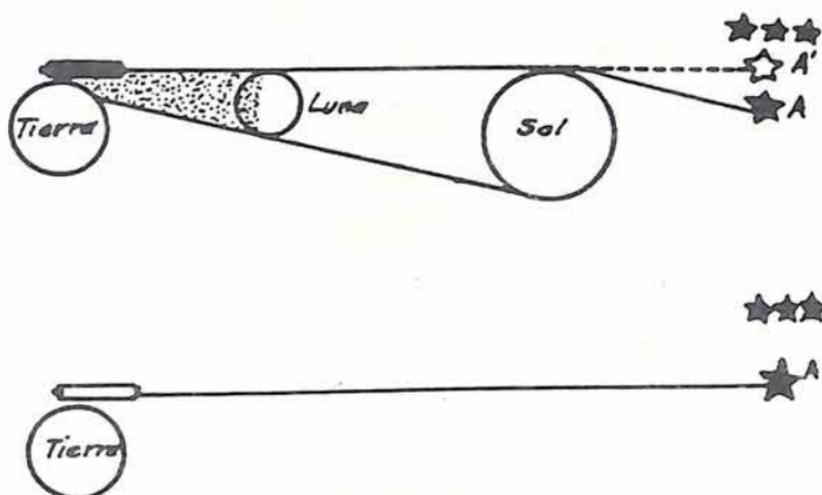
Si aplicamos el Principio de Equivalencia, la luz tiene que comportarse de la misma manera en el laboratorio espacial acelerado y en el laboratorio terrestre. Lo que implica, que la gravedad desvía los rayos de luz como si ésta tuviera masa. Por tanto, la luz pesa.

Entre las consecuencias importantes de este hecho, hay que mencionar el llamado efecto Doppler y el desvío hacia el extremo rojo del espectro que sufren las ondas electromagnéticas, debido a los efectos gravitacionales. El fenómeno es más familiar para la mayoría de las personas en lo concerniente al sonido. Si una persona estacionada ve acercarse un vehículo con una sirena activada, percibirá que el sonido se intensifica a medida que se aproxima y, en cambio, disminuye cuando se aleja. El sonido es una sucesión de ondas transmitidas, en este caso por el aire, con crestas y valles alternados; mientras más cerca están entre sí más alta será la frecuencia. Cuando el automóvil se aproxima comprime la masa de aire cercana al observador y aumenta la frecuencia. El conductor, en cambio, no percibe diferencia en

el sonido. Las ondas luminosas se comportan de manera similar y el método que permite apreciar su conducta es la espectrografía, al mostrar que las rayas del espectro se desvían hacia el extremo rojo cuando una fuente de luz (una estrella o una galaxia) se aleja de nosotros. En cambio, se desvía hacia el extremo violeta cuando se acerca. Este hecho ha servido para confirmar que nuestro universo se encuentra en expansión.

La desviación de los rayos luminosos por acción de la gravedad fue demostrado, experimentalmente, durante un eclipse total del sol. Para ese fin, se tomó durante el eclipse, una fotografía de una estrella cuya luz debía pasar cerca del sol antes de llegar a nosotros y repetirla cuando la tierra se hubiera desplazado a otro punto de su órbita donde el sol no interfería directamente con la observación.

Al comparar las relaciones de la estrella estudiada con otras vecinas, se notará que al pasar cerca del sol, sus rayos son desviados y producen cambios aparentes en su posición con respecto a las demás.



Desviación de la luz procedente de una estrella al pasar cerca del sol.

El 29 de mayo del 1919, ocurrió un eclipse total, que permitiría comprobar las predicciones de Einstein. Se enviaron dos expediciones científicas: una dirigida por A.C. Crommelin, fue a Sobral en el norte de Brasil y otra encabezada por Arthur S. Eddington, al Africa Occidental, en la isla de Príncipe, situada en el Golfo de Guinea.

Las fotografías del grupo de Brasil, mostraron un movimiento aparente de la estrella observada, de 1.98 segundo de arco y las de Eddington, una diferencia de 1.6 segundo de arco.

Einstein había predicho una diferencia de 1.74 segundo de arco. Ulteriormente, se ha repetido la observación con más y más precisión. Los resultados obtenidos han confirmado de manera inequívoca la predicción de la Teoría General de la Relatividad.

La Gravitación de Einstein, nace mediante un proceso lógico muy diferente a la Teoría Gravitacional de Newton. Como se explicara, anteriormente, la ecuación de Newton es, exclusivamente, el producto de la observación de la caída de los cuerpos en la tierra y del movimiento de los planetas. Su Ley de Gravitación Universal se expresa con la siguiente ecuación

$$F = G \frac{mm'}{d^2}$$

Donde **F** es la fuerza gravitacional;

G la llamada constante gravitacional.

m es la masa de un objeto, **m'** la masa de

otro y **d** la distancia entre ellos

Para Newton, la gravitación dependía de una fuerza inherente a los cuerpos. El hecho de que esa fuerza tuviera que ser transmitida a distancia en el vacío, constituyó uno de los enigmas de la ciencia y dio lugar a la introducción del concepto del éter, que como hemos visto fue abolido por innecesario.

Einstein no habla de fuerzas inherentes a los cuerpos; la supuesta atracción que estos ejercerían, es sólo aparente y se debe a las deformaciones que sufre el espacio por la presencia de las masas.

Los planetas se mueven en órbitas no porque son atraídos por el sol, sino porque la deformidad que éste produce en el espacio no les permite desplazarse de otro modo.

Se usa como ejemplo lo que ocurre cuando extendemos una sábana y dejamos caer en ella una bola que produce un hundimiento.

Otra bola más pequeña que se agregara caería junto a la primera, como si ésta la atrajera.

La ecuación relativista para la gravitación muestra una pequeña, pero significativa diferencia con la Newtoniana y se expresa:

$$F = G \frac{mm'}{d^2.00000016}$$

Puede observarse que la diferencia con la newtoniana radica en una pequeña fracción que aparece en el denominador, lo que explica porqué las aproximaciones que se obtienen con la última se mantienen cerca de la realidad.

De esa ecuación se deriva que el desplazamiento de las elipses será mayor mientras más rápida sea la velocidad orbital. Por tanto, un planeta que tenga un movimiento y una órbita que describa una elipse suficientemente alongada, podría mostrar la diferencia entre las dos fórmulas para describir con precisión la verdadera trayectoria.

Esto ocurre con Mercurio, el planeta más cercano al sol, que posee una órbita elíptica alongada y se mueve con más velocidad que los demás planetas.

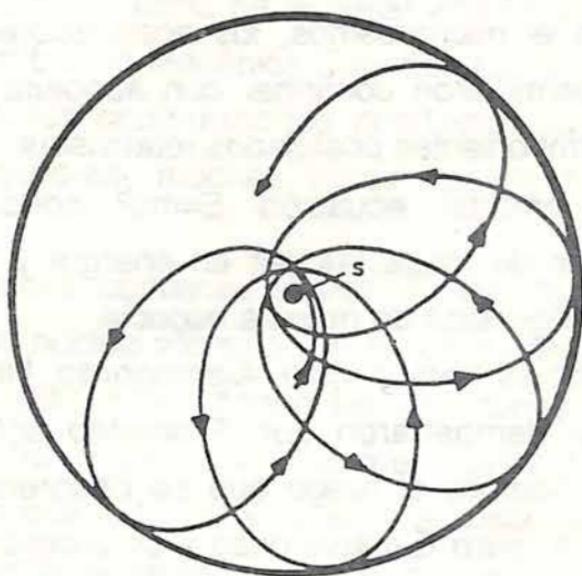
Por eso la mitología griega lo representa como el dios de los pies alados que servía de mensajero entre las deidades.

Pero esas características de Mercurio, sirvieron para confirmar la importante predicción de la teoría de la relatividad que vimos al introducir la Mecánica Celeste Newtoniana con órbitas estacionarias.

Los que aplicaban las ecuaciones de Newton, encontraban desde hacía años un comportamiento peculiar de la órbita de Mercurio, con un desplazamiento de 43 segundos de arco, que no podía ser explicado.

Debido al antecedente de que Urano y Plutón fueron predichos y encontrados, el primero, por variaciones en la órbita de Neptuno y, el segundo por variaciones en la órbita de Urano; el matemático francés Leverrier, sugirió en el año 1845, que el desplazamiento podía ser debido a la presencia de otro planeta ubicado entre Mercurio y el sol.

Se llegó a anticipar su existencia y se le dio el nombre de Vulcano. Pero el festinado planeta nunca fue encontrado y con sólo aplicar la ecuación relativista para calcular la órbita de Mercurio, se pudo aclarar el misterio.



Perihelio de Mercurio

Agreguemos que la órbita de nuestro planeta se desplaza, solamente, 3.8 segundos de arco cada siglo; lo que requiere 34 millones de años para completar una revolución.

De hecho, la Teoría de la Relatividad, le dio a la Cosmología y a la Astrofísica, la alta jerarquía académica que realmente merecían. Consecuentemente, adquirieron gran popularidad y surgieron más y más estudiosos llenos de entusiasmo cuyas numerosas

investigaciones fructificaron en sus terrenos respectivos. En el microcosmos, los aceleradores de partículas permitieron confirmar con absoluta precisión los más importantes postulados relativistas.

La inmortal ecuación $E=mc^2$ condujo a la conversión de masa nuclear en energía y reafirmó, así, la peligrosidad de nuestra especie.

Como ya hemos visto, Alamogordo, Hiroshima y Nagasaki demostraron que Prometeo sólo proporcionó al hombre el fuego que se desprende de los meteoritos; pero Einstein puso a su alcance el fuego que hace brillar a las estrellas.

No obstante eso, la Teoría de la Relatividad no era suficiente para explicar las estructuras ni las interacciones nucleares y fue necesaria la Mecánica Cuántica de Niels Bohr que culminaría, décadas después en la Teoría Electrodinámica Cuántica.

LA MECÁNICA CUÁNTICA

Mientras la Teoría de la Relatividad fue obra de un solo hombre, la Mecánica Cuántica fue el producto de importantes contribuciones aportadas por brillantes investigadores, muchas veces bajo la tutela de Niels Bohr.

La historia comienza cuando Ernest Rutherford, descubre el núcleo atómico y crea un modelo similar al sistema planetario, donde los electrones giraban alrededor del núcleo, pero James Clerk Maxwell, calculó que esa estructura no podría sostenerse sino que, rápidamente, se produciría su colapso.

Niels Bohr, resuelve el problema mediante la cuantificación del átomo y, oportunamente, se añaden el Principio de Incertidumbre de Heisenberg, el Principio de Exclusión de Pauli, las ecuaciones de Schrödinger, la antimateria de Dirac y otros importantes aspectos.

Décadas después, Julian Schwinger, Sheldon I. Glashow, Freeman Dyson, Richard Feynman y Sin-itiro Tomonaga, sobresalen en la culminación de la Teoría Electrodinámica Cuántica .

Las relaciones que mantuvieron Einstein y Bohr durante toda la vida, son legendarias. Cultivaron una íntima amistad basada en el respeto y la admiración mutua, mientras sus diferentes concepciones científicas fueron, por siempre, irreconciliables.

Mencionemos, solamente, dos frases inmortalizadas que cruzaron entre ellos. Einstein, con respecto a la Mecánica Cuántica: "Dios no pudo crear el universo jugando a los dados" y Bohr responde: "Hasta cuando vas a decirle a Dios cómo debe pensar".

David Wick, en su estimulante obra, "The Infamous Boundary" dice lo siguiente: "Al iniciarse este siglo, encontró un dilema y una paradoja. Dos grandes paradigmas teóricos, -la Mecánica de Newton y el electromagnetismo de James Clerk Maxwell- cada uno sostenido por una espléndida estructura, pero con puntos de contacto contradictorios. Las imágenes gemelas de onda y partícula, modelaban la paradoja".

"En estos momentos, al finalizar nuestro siglo, a pesar de los grandes éxitos obtenidos, nos encontramos con una situación idéntica".

P. Iñiguez. La Mecánica Cuántica

“La Teoría de la Relatividad y la Electrodinámica Cuántica, son dos teorías triunfantes en sus predios respectivos, pero permanecen extrañamente silenciosas acerca del terreno que limita sus fronteras”.

Ya fueron descritos los grandes logros de la teoría de Einstein, pero todavía hay incógnitas por resolver.

La Mecánica Cuántica, a su vez, explica correctamente, el color de los gases, la capacidad de calentamiento de los sólidos, la naturaleza de las valencias químicas y los lugares de los elementos químicos en la tabla periódica; calcula las propiedades eléctricas de los conductores, los semiconductores y los aisladores; provee una base teórica para explicar los LASER (acronimia para Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) siguiendo los pasos previamente establecidos para MASER (acronimia para Microwave-Amplification by Stimulated Emission of Radiation), los superfluidos y los superconductores, predice la producción de imágenes electrónicas y la difracción de neutrones, con lo cual se ha descubierto la estructura de numerosos materiales;

establece importantes propiedades de la radioactividad y de las partículas elementales, sin mencionar otros éxitos recientes de innegable importancia.

Pero como han señalado muchos físicos clásicos, algunas áreas vitales de la anatomía real, no han sido develadas por cálculos convincentes, sino por transparencias ideológicas.

Por tanto, muchos comparten con Einstein, el criterio de que la Mecánica Cuántica no puede ser la expresión final de la física.

El último episodio de esa prolongada pugna, fue representado por el llamado, Experimento EPR, por las iniciales de Einstein, Boris Podolsky y Nathan Rosen, que se asociaron en su confección. Más tarde se agregó una B al final (EPRB) debido a una importante modificación introducida por David Bohm.

El propósito era exponer la profunda peculiaridad de la descripción cuántica de un sistema físico extendido en una amplia región espacial. El experimento invita a subvertir el Principio de Incertidumbre de Heisenberg mediante la observación simultánea del momento y la posición de una partícula.

P. Iñiguez. *La Mecánica Cuántica*

La estrategia consiste en usar una partícula como un "hermano corso" de otra que reaccionará ante cualquier medida a que fuera sometida la compañera a distancia considerable. El hecho violaría el principio de que ninguna señal puede viajar más rápidamente que la velocidad de la luz. y Einstein calificó la descripción cuántica como "*una acción fantasma a distancia.*"

Pero en 1965, John Bell, introdujo su inmortal Teorema, conocido también como la "desigualdad de Bell" y abrió el camino para las demostraciones experimentales que confirmaron las predicciones cuánticas. Entre varios experimentos sucesivos, se incluye el de A. Aspect, J. Dalibard y G. Roger, publicado en *Physical Review Letters* (vol.39 p.1804) en diciembre del 1982. Por otra parte, desde el punto de vista filosófico, la Teoría de la Relatividad y la Mecánica Cuántica, comparten aspectos fundamentales en lo que concierne a importantes antinomias aunque, superficialmente, podría parecer lo contrario. Y según algunas opiniones derivadas de los nuevos conocimientos adquiridos acerca del Caos, de las compleji-

dades y de las estructuras disipativas, ambas adolecen de sorprendentes debilidades comunes. Ya se ha mencionado que, por milenios, la investigación científica ha requerido la obtención de datos precisos, como condición, *sine qua non*, para satisfacer los requerimientos que caracterizan a las disciplinas académicas, sustentadas por ecuaciones matemáticas lineales. Desde Pitágoras y Euclides, hasta el presente, ese es el dogma que ha regido a la verdad científica. Las aproximaciones y probabilidades han llevado el estigma de lo imperfecto y del conocimiento incompleto. La Biología, la Ecología, la Economía, la Climatología y las Humanidades, al no satisfacer esos requisitos ni tener capacidad para hacer predicciones comprobables, experimentalmente, fueron relegadas a un plano secundario por la autoproclamada aristocracia de la ciencia.

En lo concerniente al tiempo se ha aceptado que, mientras los datos utilizados para describir un acontecimiento, sean precisos, es posible calcular el pasado y hacer predicciones para el futuro, con relación a dicho acontecimiento.

P. Iñiguez. La Mecánica Cuántica

La obra de Newton, reafirmó esa manera de pensar y le dio al Determinismo la apariencia de una verdad incontrovertible.

Y aunque la Teoría de la Relatividad despojó al tiempo del valor absoluto que le atribuyó Newton y mostró sus variaciones relacionadas con las altas velocidades, con los campos magnéticos y con las influencias gravitacionales, ocurre que las ecuaciones relativistas mantienen que $t=-t$ y establecen, por tanto, la reversibilidad del tiempo que sostiene al Determinismo.

Para Einstein, *"nuestra noción de pasado, presente y futuro es una terca ilusión que nos proporcionan nuestros órganos sensoriales"*. Es digno de mención, sin embargo, que en los días cercanos a su muerte, rechazó las pretensiones de su amigo, el famoso matemático, Kurt Gödel, cuando éste proponía la posibilidad de viajar al pasado, porque *"eso equivalía a negar la realidad del mundo físico."*

Asimismo, la Mecánica Cuántica, cuya piedra angular es el Principio de Incertidumbre de Heisenberg, donde se niega la objetividad experimental, por-

que los resultados de todo experimento están influenciados por la presencia del observador, donde los valores de las funciones de onda del electrón se limitan, por definición, a probabilidades, tienen como instrumento principal las ecuaciones de Schrödinger, que son deterministas.

Como consecuencia, ambas teorías contribuyen a mantener la negación de realidad a nuestras percepciones temporales gobernadas por la noción de un pasado, un presente y un futuro.

Esta antinomia ha sido tan mortificante para los científicos y los filósofos, que casi todos han preferido no abordarla.

¿Cómo negar la realidad de una proposición amparada en las más grandes teorías creadas por el intelecto del hombre y que han sido tantas veces confirmadas?

Pero, al mismo tiempo, ¿Cómo negar la realidad de nuestro pasado, nuestro presente y nuestro futuro, que equivaldría a negar la realidad de nuestra propia existencia?

Ha sido necesario llegar hasta estos momentos cercanos al fin de nuestro siglo, para que, Ilya Prigogine, un brillante Premio Nobel, expusiera una audaz teoría que no sólo desplaza el Determinismo y la reversibilidad del tiempo, sino que mantiene la realidad de nuestras percepciones temporales.

El futuro adquiere la función creadora de donde emergerán acontecimientos impredecibles e irreversibles.

Esos conceptos requieren para su comprensión los estudios del Caos y las Complejidades que están magistralmente presentados en "The Origins of Order" de Stuart Kauffman y en "Emergence, from Chaos to Order" de John H. Holland.

CAOS Y COMPLEJIDADES

Siempre ha sido gratificante, establecer la relación entre las importantes innovaciones de la ciencia y los conceptos emitidos por los visionarios poetas y filósofos griegos, desde hace milenios.

He aquí, lo que nos dejó escrito Hesiodo en su Teogonía: "Con certeza, primero existió Caos, luego surgió Gaia (la Tierra). Nos aclara, sin embargo, que Gaia apareció después, pero sin nacer del Caos, a pesar de que éste posee evidente capacidad generativa. Añade, que ese notable atributo del Caos se hace evidente porque le dio origen a la Noche y a Erebo (región tenebrosa que se extiende debajo de la Tierra y por encima del infierno).

La sensibilidad estética de los griegos introdujo, además a Cosmos, que significa "Orden", pero sin otorgarle a éste, la jerarquía que posee Caos.

Hemos insistido en que desde el momento en que el hombre inicia su observación de la naturaleza, a la cual los griegos llamaron Física, se empeñaron en obtener medidas exactas e idealizaron sus

P. Iñiguez. Caos y Complejidades

hallazgos con representaciones simbólicas cuya característica dominante era la regularidad precisa de las formas.

La Geometría de Euclides, se ha mantenido durante milenios, como el libro de texto por excelencia.

Las irregularidades eran, solamente, incidentes desagradables y había que evadirlos a toda costa.

Así se procedió en el ambiente científico, hasta la década de los años 60, cuando surge el estudio del Caos. Esta última revolución en la búsqueda del conocimiento, ha permitido penetrar donde la física nunca quiso ni pudo acercarse. Quizás merece registrarse como grito de alerta de este movimiento, la expresión de Benoit Mandelbrot: "Las montañas no son conos; las nubes no son esferas ni la luz se propaga en línea recta". Las irregularidades prevalecen en la naturaleza y no pueden ser soslayadas por más tiempo.

La ciencia, hasta estos momentos, ha sido sacerdotisa del Cosmos y esclava del Orden, aunque Hesiodo advirtiera que Cosmos no tiene la jerarquía de Caos.

P. Iñiguez. Caos y Complejidades

Sin embargo, existe un atenuante. Hasta estos momentos, a excepción de algunos aspectos de la Teoría General de la Relatividad, la física ha sido sostenida por ecuaciones lineales, mientras el estudio del Caos requiere ecuaciones no lineales. Entre las características que diferencian a estos dos tipos de ecuaciones se incluyen las siguientes: Las ecuaciones lineales pueden expresarse gráficamente en una línea recta; son ecuaciones que tienen solución; pueden ser separadas sin impedimento para reunir-las después; las partes pueden ser aditivas. En cambio, las ecuaciones no lineales expresan relaciones que no son estrictamente proporcionales; son sistemas que generalmente no tienen solución y no son aditivos.

La no linealidad implica la capacidad de cambiar las reglas en medio del juego. Sin embargo, esa variabilidad retorcida que impide hallar solución a las ecuaciones, crea una riqueza de comportamientos que nunca puede ocurrir en los sistemas lineales. Como consecuencia, sólo con la ayuda de la computadora ha sido posible obtener la utilidad práctica im-

P. Iñiguez. Caos y Complejidades

plícita en las ecuaciones no lineales y se ha logrado establecer que el Caos implica un orden en lo impredecible.

Frecuentemente, alguien pregunta: ¿Cuál es la diferencia entre el Caos y las Complejidades? He aquí la respuesta que ofrece Christopher Langton, uno de los investigadores más notables en esta nueva rama de la ciencia: "El Caos y La Complejidad se persiguen entre sí, alrededor de un círculo tratando de averiguar si son iguales o diferentes. En sentido general, puede decirse que la complejidad está entre el orden y el Caos, mientras la vida, a su vez, parece hallar el ambiente más propicio para surgir y mantenerse, en el mismo borde del Caos."

La primera rama de investigación científica que penetró en el estudio de las situaciones caóticas fue la Climatología y el padre intelectual de esos esfuerzos fue John Von Newman, cuyas computadoras construidas en el Institute for Advanced Study en Princeton, N. J. en la década del 1950 mostraron que el estudio del tiempo era un terreno adecuado para su aplicación.

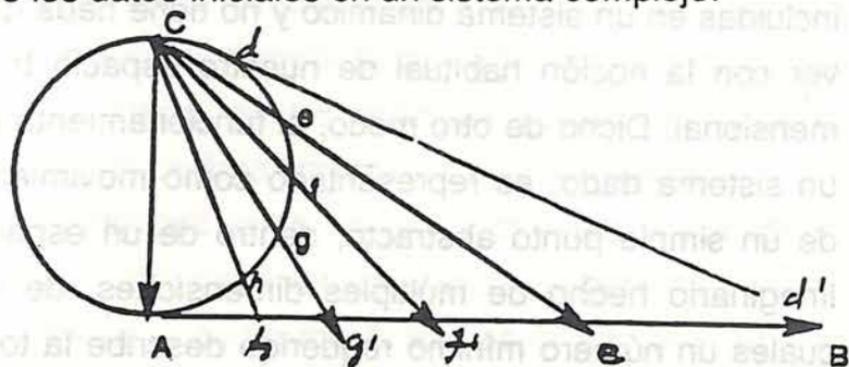
P. Iñiguez. Caos y Complejidades

Pero, Von Newman no previó una forma de Caos con inestabilidad en todos los puntos con variables prácticamente insolubles.

La persona predestinada a descubrir el Caos determinístico en la meteorología, fue Edward Lorenz, en 1961. Del mismo modo que muchas personas al revisar sus cuentas en pesos y centavos, consideran que los resultados son satisfactorios si las cifras por encima de 0.50 se consideran igual a un peso y las menores de 0.50 igual a cero, Lorenz tuvo la idea de que una diferencia de milésimas no debía ser significativa. Consecuentemente, después de haber obtenido las curvas correspondientes a tres de sus ecuaciones no lineales, quiso abreviar su trabajo y suprimió los tres últimos dígitos; esto es, que en vez de marcar 0.506127, usó, solamente, 0,506 y lo procesó una segunda vez. Fue a tomar un refrigerio y cuando regresó, pudo observar en los trazados obtenidos una enorme discrepancia con las curvas iniciales.

Pensó que, como en otras muchas ocasiones, se había producido un desperfecto en el fatigado equipo de cómputos.

Pero al verificar la situación pudo interpretar lo ocurrido en las variantes meteorológicas. Aunque las cifras totales y las que habían sido recortadas por Lorenz contenían diferencias aparentemente insignificantes, al ser ambas procesadas por la computadora como **cifras iniciales**, las diferencias se habían multiplicado de manera desconcertante. **La extrema sensibilidad de los datos iniciales, es la señal que caracteriza al "caos determinístico" que Lorenz acababa de descubrir.** La siguiente representación gráfica permite explicar esa relación del caos determinístico con la introducción de los datos iniciales en un sistema complejo:



Siendo A-C el inicio de introducir los valores, un pequeño error en el valor (d) se amplía enormemente al llegar a (d') en la proyección horizontal AB

P. Iñiguez. Caos y Complejidades

De este hecho se deriva el llamado "Efecto Mariposa". Para las personas ajenas a este tipo de elucubraciones, las ideas implícitas en este fenómeno pueden parecer inverosímiles y hasta ridículas, pues se postula que el vuelo de una mariposa en el patio de nuestra casa puede tener repercusión en la formación de una tormenta a muchos kilómetros de distancia.

Lorenz describió, también, lo que se ha llamado en inglés, el "**strange attractor**". Antes de continuar, es necesario explicar lo que es un "attractor" y lo que se entiende por "state space". Este último, representa la especificación de todas las variables incluidas en un sistema dinámico y no tiene nada que ver con la noción habitual de nuestro espacio tridimensional. Dicho de otro modo, el funcionamiento de un sistema dado, es representado como movimiento de un simple punto abstracto, dentro de un espacio imaginario hecho de múltiples dimensiones, de los cuales un número mínimo requerido describe la totalidad del sistema.

Un péndulo que se mueve, por ejemplo, posee un "state space" de dos dimensiones, una está representada por la posición del extremo móvil y la otra por su velocidad. En un sistema que incluyera, además, un movimiento en otra dirección, el state space consistiría en un punto dentro de un espacio tridimensional. Para cada variable adicional habría que añadir una nueva dimensión hasta el infinito. Esta manera de pensar en términos abstractos permite localizar el state space de un sistema como un simple punto en un espacio multidimensional, sin importar la cantidad de variables implícitas. A medida que el sistema cambia en el tiempo ese punto se mueve en su state space y muestra cómo se conduce el sistema en función del tiempo. Si las variables no son infinitas (como ocurre en los sistemas reales) el punto se mueve en un área limitada de su state space.

Entonces entra en juego otro factor que determina, dentro del área señalada, el lugar en que debe detenerse el punto móvil. Ese es el attractor. El área circundante se llama en inglés "basin of attraction" que es traducible como "laguna de atracción".

P. Iñiguez. Caos y Complejidades

Un attractor puede ser un punto fijo, como ocurre con el péndulo, que debido a la fricción se detendrá, eventualmente, en su posición de reposo con velocidad cero. Otras veces, el attractor se comporta como un círculo, debido a que las variables físicas dentro del sistema tienen movimiento periódico. Esto ocurre en algunas reacciones químicas.

En casos más complicados, el attractor se comporta como una línea interminable en la superficie de una figura similar a un salvavidas circular que los matemáticos denominan "torus" y que los norteamericanos comparan con un "doughnut". Esta modalidad constituye el *quasi periodic attractor* que nunca retorna a un mismo sitio aunque se mantenga en una zona reducida.. Finalmente, puede ocurrir que las trayectorias del punto en el state space, además de no regresar al mismo lugar tienden a ser divergentes y, rápidamente, se apartan unas de las otras. Este es el caso del **strange attractor**, donde no hay periodicidad y, contrariamente a lo que ocurre en las modalidades anteriores, una diferencia insignificante

P. Iñiguez. Caos y Complejidades

en los datos iniciales, es amplificada con gran rapidez. Ninguna ecuación puede definirlo de manera precisa y conduce al caos.

Los movimientos calculados por la computadora producen una imagen que es la representación gráfica del "strange attractor" como referencia a un complejo sistema de atracción entre estados particulares con un orden no apreciable superficialmente. No debe olvidarse que los attractors son propiedades de las ecuaciones no lineales. Éstas son necesarias para describir la realidad del mundo que nos rodea y entre las características de las situaciones complejas hay que incluir, además, la tendencia a las bifurcaciones y a los mecanismos de retroalimentación.

Es un hecho, que el funcionamiento de los órganos más importantes, como el cerebro, el corazón y el riñón está íntimamente ligado a situaciones caóticas.

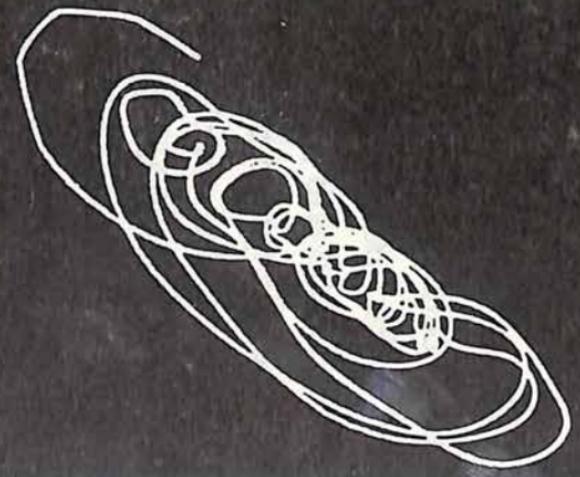
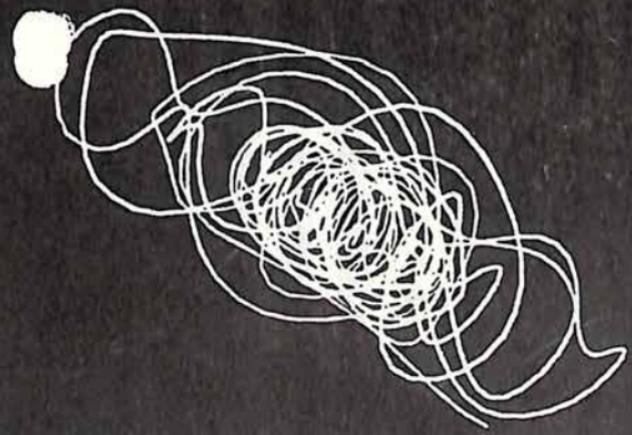
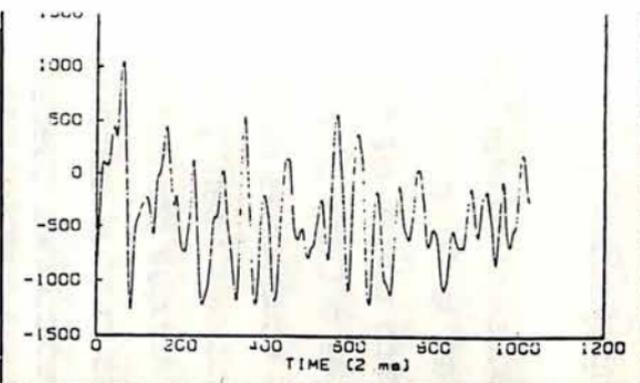
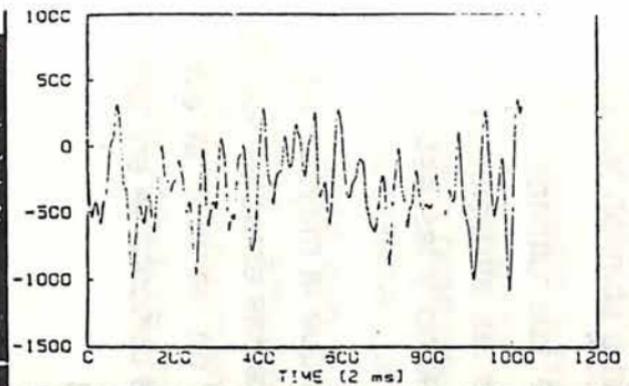
Esa condición es indispensable para que el organismo pueda obtener la adaptación rápida requerida, frecuentemente, frente a los cambios ambientales imprevistos.

Cuando el corazón pierde la condición caótica de su funcionamiento y adquiere un aspecto ordenado, se instala el paro cardíaco.

La siguiente gráfica representa dos atractores derivados de dos trazados electroencefalográficos con patrones similares de picos y valles. En el de la izquierda el paciente estaba sometido a la tarea de contar regresivamente desde el 700 restando 7 cada vez.

La computadora traduce el trazado del EEG hasta representar cada conjunto de datos del paso de un punto abstracto a través de un espacio multidimensional, como consecuencia del esfuerzo mental realizado.

A la derecha, la gráfica obtenida durante un período de reposo, es casi simétrica.



Trazados de EEG y gráficas de funcionamiento caótico.

P. Iñiguez. Caos y Complejidades

En este momento, es necesario reiterar que tal como ocurre con la Teoría de la Relatividad y la Mecánica Cuántica, encontramos que el ejemplo de Caos descubierto por Lorenz, es el Caos Determinístico, cuyo origen radica en las ecuaciones Newtonianas, donde las condiciones iniciales rigen, prácticamente, los resultados finales. Aunque por momentos parecería que se pretende resucitar al demonio de Laplace, en este caso, las predicciones quedan envueltas, necesariamente, en un manto de incertidumbre.

Nadie mejor que Ilya Prigogine, puede conducirnos por los nuevos senderos que nos brindan los actuales conocimientos científicos.

He aquí un abstracto de sus últimas publicaciones en lo que concierne a las situaciones complejas, los estados de no equilibrio y las estructuras disipativas:

“Desde Poincaré se sabía que la mayoría de los sistemas dinámicos no son sistemas estables, <<integrables>>. Hoy sabemos que, en general, la evolución de esos sistemas no puede describirse en térmi-

nos de trayectorias deterministas y reversibles. Curiosamente, el formalismo actual de la mecánica cuántica es *solidario* del ideal de la dinámica clásica. La mecánica cuántica actual constituye, sin duda, el mejor símbolo de una física desgarrada entre el tiempo y la eternidad”.

“La irreversibilidad, es la condición misma del conocimiento, y la evolución reversible y determinista de la función de onda, que está en el centro del formalismo cuántico actual, no puede entonces describir la evolución de un ente observable”.

“La mecánica cuántica debe sufrir entonces una modificación radical para que la flecha del tiempo pueda ser definida a nivel cuántico”.

“Finalmente, a nivel cosmológico, la cuestión del tiempo ha nacido de un problema que no podía tratar los modelos cosmológicos habituales: el de la creación de la materia que puebla nuestro universo actual cuya relación con la estructura geométrica del espaciotiempo describen las ecuaciones de Einstein... Todo conocimiento finito, ya remita a una computadora capaz de calcular con un número de cifras

P. Iñiguez. Caos y Complejidades

decimales tan grande como queramos, o a los observadores humanos, choca en el caso de los sistemas dinámicos caóticos con el mismo límite: tras un tiempo de evolución que depende de la dinámica intrínseca del sistema, la noción de trayectoria individual pierde su sentido; sólo subsiste el cálculo estadístico de las probabilidades de evolución”.

“La colisión, la transferencia de cantidad de movimiento y energía cinética entre dos partículas, constituye, desde el punto de vista dinámico, un ejemplo de *resonancia*”.

“...La teoría cinética, que corresponde al caso de un gran sistema dinámico que tiene puntos de resonancia <<casi por doquier>> en el espacio de fases, marca así la transformación de la noción de resonancia: ésta deja de ser un obstáculo para la descripción en términos de trayectorias deterministas y reversibles para convertirse en un nuevo principio de descripción, *intrínsecamente irreversible y probabilista*. Lo que hemos descrito no es <<la>> solución al enigma platónico, capaz de reconciliar el ser eternamente idéntico a sí mismo de Parménides ...

P. Iñiguez. Caos y Complejidades

pero tampoco es un mito como el que narraba Platón cuando debía proponer solución sin poder construir el camino que llevaba a su demostración”.

Cierro aquí las citas tomadas de la obra “Entre el tiempo y la eternidad”. A continuación, haré algunos comentarios acerca de la obra de Prigogine publicada ulteriormente: “*La fin des certitudes*” (El final de la certidumbre , publicada en inglés bajo el título, “The End of Certainty”).

Para evitar las complicaciones matemáticas que representan el objetivo principal del mismo, me limitaré a reproducir párrafos sobresalientes de su “Introducción” y luego, hablaré de las <resonancias>.

Mi interés personal por este último tema, se debe a mi inquietud, casi obsesiva, con respecto a la actividad enzimática. Durante más de una década he estudiado, la conducta prodigiosa de las enzimas; he publicado un modelo conceptual de su mecanismo de acción, que fue presentado en un congreso científico internacional y que ha sido modificado de manera progresiva en varias obras, publicadas por la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña.

P. Iñiguez. Caos y Complejidades

Uno de los fundamentos de ese modelo descansa en resonancias cuánticas asociadas con mecanismos de retroalimentación, propios de las situaciones complejas en las cercanías del caos. Y debo reclamar que esos trabajos anteceden a la publicación de los libros de Prigogine que acabo de mencionar. He aquí algunos de sus párrafos:

“Como es bien sabido, Einstein insistía en que el tiempo era una ilusión. Y realmente, el tiempo, como es descrito por las leyes básicas de la física, desde la clásica dinámica Newtoniana hasta la relatividad y la física cuántica, no incluye ninguna distinción entre el pasado y el futuro. Todavía, para muchos físicos, es un auto de fe, considerar que en lo concerniente a la descripción fundamental de la naturaleza, *no hay flecha del tiempo*. Sin embargo, en todas partes - en química, geología, cosmología, biología y en las ciencias humanistas- el pasado y el futuro juegan papeles diferentes.

¿Cómo puede la flecha del tiempo partir de lo que la física describe como un mundo simétrico en el tiempo?

P. Iñiguez. Caos y Complejidades

Esta es la paradoja del tiempo que constituye el tema principal de este libro. La paradoja del tiempo no fue identificada, hasta llegar a la segunda mitad del siglo pasado, cuando Ludwig Boltzmann quiso emular a Charles Darwin al introducir un mecanismo evolucionista para la física. Las leyes del mundo Newtoniano representaban, ya, el ideal del *conocimiento objetivo* y sus ecuaciones implicaban la equivalencia entre el pasado y el futuro. Ninguna proposición de una flecha del tiempo que atentara contra ese criterio, podía ser aceptada.

Las leyes de Newton eran consideradas finales en su dominio de aplicación, tal como pretende hoy, una gran parte, acerca de la mecánica cuántica.

¿Cómo atrevernos a contradecir semejantes logros del intelecto humano? Ya en vida de Boltzmann, la flecha del tiempo fue relegada a un nivel fenomenológico.

La diferencia entre pasado y futuro sólo era aceptable como producto de la imperfección del ser humano. Todavía, no sólo predomina ese criterio sino que muchos expertos se lamentan de estar ante

P. Iñiguez. Caos y Complejidades

un misterio insoluble, para el cual la ciencia no puede ofrecer ningún remedio. Yo creo, que ya no es posible sostener esa actitud debido al crecimiento espectacular de la física en estado de no equilibrio y la dinámica de los sistemas inestables, comenzando con la idea del caos.

La física de los procesos en estado de no equilibrio, es una nueva ciencia que ha nacido hace sólo varias décadas y ha conducido a conocimientos como la *auto-organización* y las *estructuras disipativas*, que se usan, ampliamente, en un extenso espectro de disciplinas que incluyen la cosmología, la química y la biología, al igual que la ecología y las ciencias sociales. La física de los procesos en estado de no equilibrio describe los efectos del tiempo unidireccional y ofrece significados frescos acerca del término *irreversibilidad*.

En el pasado, la flecha del tiempo aparecía en física, solamente, en simples procesos, tales como la difusión o la viscosidad; lo que podía ser entendido sin una extensión de la dinámica usual de tiempo reversible. Pero ese, ya no es el caso.

P. Iñiguez. Caos y Complejidades

“Hoy sabemos que la irreversibilidad conduce a una multitud de fenómenos novedosos, tales como la formación de vórtices, oscilaciones químicas y rayos laser que en su totalidad ilustran el esencial papel *constructivo* propio de la flecha del tiempo. Es imposible identificar, por más tiempo, la irreversibilidad como una simple aparición destinada a desaparecer si llegáramos a tener un conocimiento perfecto. Contrariamente, ella tiende a la coherencia, y al conocimiento de efectos que envuelven millones de millones de partículas. Hablando en forma figurativa, la materia en equilibrio sin la flecha del tiempo es “ciega” pero con la flecha del tiempo comienza a “ver”. Sin la nueva coherencia debida a lo irreversible y a los procesos en no equilibrio, la vida, hubiera sido imposible de imaginar. Pretender que la flecha del tiempo es simplemente fenomenológica o subjetiva, es un absurdo”.

“Somos los hijos de la flecha del tiempo, de la evolución. No somos sus progenitores”.

“El segundo evento crucial en la revisión del concepto del tiempo, fue la formulación de la física de

P. Iñiguez. Caos y Complejidades

los sistemas inestables. La ciencia clásica hacía énfasis en el orden y la estabilidad, ahora, como contraste, vemos fluctuaciones, inestabilidad, selecciones múltiples y pronosticabilidad limitada a todos los niveles de observación. Ideas, tales como el caos se han hecho populares e influyen el pensamiento en casi todos los terrenos de la ciencia, desde la cosmología hasta la economía y, como demostraremos, podemos extender la física clásica y la física cuántica hasta incluir la inestabilidad y el caos”.

“Podemos obtener formulaciones de las leyes de la naturaleza apropiadas para la descripción de nuestro universo en evolución; una descripción que contiene la flecha del tiempo, desde que el pasado y el futuro han dejado de tener papeles simétricos. Desde el punto de vista clásico- y aquí incluimos la relatividad y la cuántica- las leyes de la naturaleza expresan certidumbres. Cuando, en ellas, se dan condiciones iniciales apropiadas, podemos predecir con certeza el futuro o reconstruir el pasado. Pero desde que se incluye la inestabilidad, esto no es posible y el significado de las leyes de la naturaleza cambia radi-

calmente, porque entonces representan posibilidades o probabilidades. De ese modo, vamos en contra de una de las tradiciones básicas del pensamiento occidental: la creencia en la certidumbre”.

“Kant llegó a promover un determinismo causal universal al estatus de condición necesaria para todo conocimiento científico. Aunque desde entonces hubo, también, voces que disentían”.

“El gran físico, James Clerk Maxwell habló de ‘una nueva forma de conocimiento’ que rebasaría el prejuicio del determinismo. Pero en sentido general, prevalecía la opinión de que las probabilidades eran estados de la mente más que estados del mundo. Y eso, se mantiene aún, a pesar del hecho de que la mecánica cuántica ha incluido los conceptos estadísticos en el mismo corazón de la física. Porque el eje de la mecánica cuántica, la *función de onda*, satisface una ecuación determinista y reversible en el tiempo. Para introducir la probabilidad y la irreversibilidad, la formulación ortodoxa de la mecánica cuántica requiere un observador que al hacer sus medidas, introduciría la irreversibilidad en otro universo simétrico”.

P. Iñiguez. Caos y Complejidades

“Así, nuevamente, al igual que en la paradoja del tiempo, seríamos, en cierto sentido, responsables del patrón evolucionario del universo. Este papel del observador, que le dio a la mecánica cuántica su sabor de subjetividad fue la razón primordial para que Einstein no aceptara nunca la mecánica cuántica y surgieran controversias interminables”.

“El papel del observador era necesario para introducir la irreversibilidad o el flujo del tiempo en la teoría cuántica. Pero una vez que la inestabilidad rompe la simetría del tiempo, el observador deja de ser esencial. Al resolver la paradoja del tiempo, se resuelve también la paradoja cuántica y se obtiene, a la vez, una nueva formulación realística, de la teoría cuántica. Esto, desde luego, no implica un retorno a la ortodoxia del determinismo clásico; contrariamente, vamos más allá de las certidumbres asociadas a las leyes tradicionales de la cuántica y se hace énfasis en el papel fundamental de las posibilidades”.

“No sólo necesitamos leyes sino, también, eventos que traigan un elemento de novedad radical a la descripción del futuro”.

P. Iñiguez. Caos y Complejidades

“Esa novedad conduce a “la nueva clase de conocimiento” predicha por James Clerk Maxwell. Al adquirir la capacidad para incluir las probabilidades en la formulación de las leyes básicas de la física, se elimina el determinismo Newtoniano. El futuro deja de ser determinado por el presente y la simetría entre pasado y futuro desaparece. De aquí se derivan las más difíciles de todas las preguntas: ¿Cuales son las raíces del tiempo? ¿Comenzó con el Big Bang? o ¿Precede el tiempo al universo?”

“Estas preguntas nos colocan en las mismas fronteras del espacio y del tiempo. En síntesis, creo que el Big Bang fue un evento asociado a una inestabilidad dentro de un medio que produjo nuestro universo. Eso marca el origen del universo, pero no el origen del tiempo. El tiempo no tiene principio y, probablemente, no tiene fin”.

“Pero aquí estamos en terrenos de especulación y mi propósito principal es presentar una formulación de las leyes de la naturaleza a bajos niveles de energía”. “Este es el dominio de la física macroscópica, de la química y de la biología”.

P. Iñiguez. Caos y Complejidades

“Es el dominio en el cual tiene lugar la existencia del hombre”.

“Vivimos el inicio de una nueva racionalidad, en la cual la ciencia no se identifica ya con la certidumbre ni la probabilidad con la ignorancia. Al final de este siglo, se oye preguntar con frecuencia cual será la ciencia del futuro”.

“Para algunos, como Stephen Hawking, en su Brief History of Time, estamos cerca de un final, del momento en que seremos capaces de leer la ‘mente de Dios’. Yo creo, contrariamente, que comenzamos una nueva era. Estamos presenciando el nacimiento de una ciencia que ya no está limitada a situaciones idealizadas y simplificadas, sino que refleja la complejidad del mundo real; una ciencia que nos mira a nosotros y a nuestra creatividad como parte de una tendencia fundamental que está presente en toda la naturaleza”.

Para terminar, quiero expresar mi satisfacción al haber encontrado asidero para sostener mis ideas personales, en las brillantes expresiones del maestro.

HUMANISMO, HUMANITARISMO Y DESHUMANIZACIÓN

El Humanismo ha sido descrito como una actitud anímica e intelectual que considera al hombre y a los valores humanos como objetos de primera importancia.

Su origen se remonta a Petrarca, un poeta italiano del siglo XIV y su difusión fue favorecida por el uso universal del latín y la invención de la imprenta. Inicialmente, el aspecto dominante del Humanismo fue literario, pero luego fue orientado hacia las relaciones del hombre con Dios, la noción de su albedrío y su posición privilegiada en la naturaleza.

El Humanista más brillante del Renacimiento, fue Erasmo de Rotterdam (1466-1536); quien ofendió a las autoridades eclesiásticas al criticar la vida de los monasterios y la frecuente hipocresía de los frailes. Aunque, en un momento dado, rechazó duramente a Lutero, nunca logró reconquistar el favor de la iglesia. Contrariamente, Roma intensificó su intolerancia al Humanismo y a la divulgación del conoci-

P. Iñiguez. Humanismo y Deshumanización

miento científico; la obra de Erasmo, "Elogio de la Locura" fue incluida entre los libros prohibidos, su trabajo acerca del Nuevo Testamento fue excomulgado y Erasmo condenado por impío y hereje.

El ejemplo de Galileo (1564-1642) reafirmó la rígida actitud de la iglesia, en esos momentos. Pero, progresivamente, surgieron diferentes interpretaciones del Humanismo.

Desde el siglo pasado, el término ha sido empleado para referirse a un sistema de valores con énfasis en los atributos personales de cada individuo, sin incluir la creencia en Dios.

El filósofo positivista francés August Comte (1798-1857), estableció una modalidad filosófica orientada hacia las reformas sociales y sin incluir a Dios. Más recientemente, Jean-Paul Sartre (1905-1980) y otros filósofos existencialistas atribuyeron la mayor importancia al ser y al significado de la vida.

Pero, al mismo tiempo, ha perdurado la actitud de muchos teólogos cristianos, para quienes la religión es esencialmente humanista. Karl Barth, un teólogo moderno, ha dicho que: "No hay humanismo

P. Iñiguez. Humanismo y Deshumanización

sin la Biblia" y , hoy, la Iglesia Católica, se proclama como abanderada del Humanismo. No tengo la menor duda de que Su Santidad el Papa Juan Pablo II, pasará a la historia como como uno de los más progresistas, además de ser un gran ejemplo del Humanismo en nuestro siglo. Su visita a Polonia, su país natal, cuando el comunismo se debatía frente al movimiento Solidaridad, fue decisiva en la lucha por la libertad sostenida por su pueblo que fue el primero en liberarse del yugo esclavizante tras la cortina de hierro. Es de notar que, la Iglesia tardó más de cuatro siglos para exonerar a Galileo, pero gracias a la iniciativa de este Papa, sólo transcurrió un siglo, para que reconociera el valor científico del Evolucionismo y reivindicara a Darwin, en el mes de octubre del 1996. Sus palabras en favor de la colaboración entre la religión y la ciencia constituyen una señal orientadora que bien podría modificar el lamentable antagonismo entre estas dos entidades tan necesarias para la humanidad. Nunca antes fue un Pontífice capaz de tomar esa decisión. He aquí sus palabras: "...la ciencia puede evitarle a la religión

P. Iñiguez. Humanismo y Deshumanización

errores innecesarios y la religión puede humanizar a la ciencia". No ha sido menos significativo su empeño en promover un mejor entendimiento entre las tres grandes religiones monoteístas. Es de notar que sólo después del Segundo Concilio Vaticano, celebrado en 1965, decidió la Iglesia levantar la condena de los judíos por la muerte de Cristo. Y hay una gran diferencia entre la inconformidad de los judíos con respecto a las actuaciones del Papa Pio XII relacionadas con el Holocausto y el evidente esfuerzo del Papa Juan Pablo II, por limar asperezas.

El Papa Juan Pablo II, denunció el Holocausto como "una mancha indeleble en la historia de este siglo" y en 1987, en una reunión celebrada en Miami con reconocidos líderes judíos emitió declaraciones que fueron calificadas "no como un documento final, pero sí, como un gran un paso adelante y una enorme tarea".

Debido a sus actuaciones, se inició por primera vez, en Jerusalén, en abril del 1998 un novedoso ciclo de reuniones conciliatorias entre los dos rabinos de mayor jerarquía en la ciudad y el Pa-

P. Iñiguez. Humanismo y Deshumanización

triarca latino Michel Sab-bah, de nacionalidad palestina, en representación de la Iglesia Católica. Todos admitieron que "para ser una reunión inicial, se había caminado un largo trecho".

En un viaje a Nigeria, invitó, también, a los líderes de esa comunidad islámica, a unir sus fuerzas con los católicos para eliminar los obstáculos que se oponen a una vida democrática, como son la violencia, la corrupción y el ejercicio egoísta del poder. En una alocución se refirió a "Un Dios único y misericordioso que juzgará a todos los hombres en el juicio final".

Con respecto a la negación de libertad de conciencia y de religión que aún se mantiene en países comunistas, como China y en naciones islámicas, como Arabia Saudita, señaló que *"es la triste prueba de que ha sido la fuerza, la que ha prevalecido y no, los principios democráticos; que la intención no es servir a la verdad ni al bien común, sino defender intereses particulares a toda costa. "Nuestras tradiciones, en cambio, propugnan una ética que rechaza un individualismo a la búsqueda de la propia*

P. Iñiguez. Humanismo y Deshumanización

satisfacción y que no presta atención a las necesidades de los demás”.

En una crítica al actual régimen militar nigeriano, manifestó: “Somos conscientes de que el ejercicio del poder y de la autoridad debe entenderse como un servicio a la comunidad y que todas las formas de corrupción y de violencia representan una grave ofensa a la voluntad de Dios para con toda la familia humana”. Denunció como un atentado al propio sentido de la religión, el escudarse en ella para justificar la violencia y lanzó un llamamiento “para que católicos y musulmanes trabajemos unidos por una nueva era de solidaridad y de servicio conjunto frente a los enormes retos de construir un mundo mejor, más justo y más humano. Espero que los problemas, si surgen, se resuelvan por la vía del diálogo, según la tradición africana”.

El Humanitarismo, relacionado con la tercera de las virtudes teologales tendrá, necesariamente, un papel preponderante en el próximo siglo. Se necesitarán muchos seguidores de la Madre Teresa de Calcuta, y muchas instituciones que se dedi-

P. Iñiguez. Humanismo y Deshumanización

quen en todo el mundo a socorrer a los desposeídos, hambrientos y enfermos que constituyen, ya, la mayor parte de la humanidad.

Esto es así, porque al terminar este siglo, estamos viviendo un proceso galopante hacia la deshumanización. Si en cualquier reunión de personas con una educación que podría llegar o no al nivel académico y que practiquen cualquier religión, solicitamos un listado de las virtudes y otro con la jerarquización de valores que sirve de orientación en la vida de cada quien, recibiremos muchas sorpresas y amargos desengaños.

Quien se atreva, puede hacer su propio examen de conciencia y escribir ambos listados.

Personalmente, he llegado a la conclusión de que nuestra Naturaleza Humana nos convierte en una mezcla con proporciones variables, de pocas virtudes y muchas flaquezas. No venimos al mundo hechos con pasta de santos.

Pero nuestro albedrío garantizado por la religión y por las leyes que nos declaran libres e iguales en derecho, nos permitirá actuar en armonía

P. Iñiguez. Humanismo y Deshumanización

con el resto del universo, solamente, si somos guiados por una buena dosis de sensibilidad de conciencia, con suficiente conocimiento y acorde con los valores éticos y espirituales que diferencian a nuestra especie. Tanto el desarrollo intelectual como la percepción de lo ético y lo estético, son absolutamente necesarios y según Unamuno, *“el sentimiento puede más que la razón”*.

Lo que hace al hombre diferente de todo cuanto existe y lo que ha permitido decir a los religiosos que estamos hechos a imagen y semejanza de Dios, es la asociación de ambos componentes,.

La deshumanización es el resultado de la pérdida de esos atributos.

El objetivo final de la vida debería ser alcanzar la felicidad y proporcionarla a nuestros seres queridos. Y si un día el hombre renunciara a su alta dosis de egoísmo, podría desear la felicidad de todos sus congéneres. Platón nos señaló que el hombre desea, siempre, lo que cree que es bueno para él. Pero, frecuentemente, el juicio es engaño-

P. Iñiguez. Humanismo y Deshumanización

so por lo cual, anhelamos y perseguimos lo contrario a aquello que, realmente, nos conviene. El mismo Platón explica que eso ocurre cuando orientamos nuestros actos a espaldas de las virtudes. El respeto a la justicia, nos conduce a vivir en paz y el amor a la verdad nos induce a la búsqueda del conocimiento. Pero hay que advertir que el mucho conocimiento no garantiza la sabiduría.

He querido definir a la Sabiduría, como **la asociación armónica del conocimiento con las demás virtudes**. La prudencia, la templanza y las tres virtudes teologales nos proporcionan la tranquilidad de espíritu y las más gratificantes emociones.

Desde los inicios de la civilización, el hombre ha querido hallar el camino hacia la felicidad mediante la religión y las abstracciones filosóficas.

En el aspecto religioso, son ejemplos valiosos el Budismo y la tradición Judeo-Cristiana con los Diez Mandamientos, conocidos también, como El Decálogo, (en griego:Deca=Diez; Logo= Palabra o Precepto).

P. Iñiguez. Humanismo y Deshumanización

Se atribuye a Buda el siguiente mensaje a sus discípulos: *"Escuchen, ¡Oh monjes! una noble verdad que conduce al alivio del dolor. Es la ruta de las ocho vías. Hay que tener la visión correcta, la acción correcta, la intención correcta, la palabra correcta, el esfuerzo correcto, la actitud mental correcta y la concentración correcta."*

Debemos advertir que, Buda, hablaba a un grupo selecto de discípulos y su enseñanza quiere demostrar, básicamente, que las buenas actuaciones conducen a la felicidad. Sus palabras no llevan implícita la idea de obligación ni de castigo. Es evidente, que si adoptáramos esos preceptos, estaríamos en la ruta del buen vivir y, por lo menos, disfrutaríamos más momentos felices.

A su vez, Moisés, predicaba a todo un pueblo que reunía las virtudes y las flaquezas del ser humano. Él sabía que, muchas veces, sólo el temor al castigo puede evitar las actuaciones pecaminosas y, en ocasiones, ni los castigos más severos impiden las conductas reprochables. Por tanto, los Diez Mandamientos que entregó Moisés a los judíos en

P. Iñiguez. Humanismo y Deshumanización

las Tablas de la Ley, aunque persiguen los mismos objetivos, establecen de manera clara y precisa, que dicha Ley es impuesta por Dios y debe ser obedecida so pena de castigo divino.

Eso, no obstante, la historia nos relata que aun después de haber recibido las Tablas de la Ley, el pueblo de Israel insistió en adorar un becerro de oro y provocó la ira de Yahweh.

Hoy, el hombre se ha postrado, nuevamente, ante el vellocino de oro. Toda la cultura dominante reconoce el dinero como el valor único y absoluto, sin importar su procedencia. El narcotráfico, el asesinato, el despojo de los bienes perpetrado contra incautos, contra enfermos y contra ancianos indefensos, no sólo son crímenes frecuentes, sino que muchas veces escapan a la acción de la justicia, amparados por un sistema judicial manipulado por abogados para su propio beneficio, al servicio de los poderosos y de infaustas celebridades.

Como corolario del culto al dinero, se repite en forma dogmática, que el desarrollo económico es sinónimo de progreso. Sin que nadie quiera pregun-

P. Iñiguez. Humanismo y Deshumanización

tar: ¿Progreso, hacia qué? Y la respuesta es fácil. Todo parece indicar que el actual desarrollo económico, lejos de conducirnos a la felicidad anhelada, nos lleva, colectivamente, al desastre. Se reclama que los países industrializados explotan la pobreza y la ignorancia de los menos avanzados. Mientras las alteraciones climatológicas y los perjuicios ecológicos causados o intensificados por el progreso, se sufren, globalmente. La deforestación en los trópicos, es un ejemplo lastimoso. Se estima que en 1980 se talaron 20.4 millones de hectáreas.

Esos bosques fueron convertidos en oro por la Econocracia Internacional; pero el proceso es irreversible y el oro no puede ser convertido en nuevos bosques.

Paul Kennedy, el reconocido autor británico, en su bien documentada obra "Preparing to the Twenty First Century", analiza los efectos de la explosión demográfica, la deforestación masiva, el calentamiento del clima y otros factores negativos. Señala que en 1825, la población humana era de mil millones; hoy alcanza cinco mil quinientos millones y en

P. Iñiguez. Humanismo y Deshumanización

el año 2025, llegará a ocho mil quinientos millones. Además, el 80% estará ubicado en Africa, Asia, América Central y América del Sur; vivirán en extrema pobreza, víctimas de hambrunas, de enfermedades epidémicas y otras causas de sufrimientos intolerables.

Después del derrumbe del comunismo, Christopher G. Langton, de Los Alamos National Laboratory, uno de los más brillantes investigadores que encabezan los estudios acerca del Caos y las Complejidades, predijo lo siguiente: "La situación global es muy similar a lo que dicta la ley de distribución de estabilidad y revueltas en el borde del Caos. Si lo pensamos bien, la Guerra Fría fue uno de esos largos períodos donde no se producen muchos cambios; y aunque podemos acusar a los gobiernos de los Estados Unidos y de Rusia, de mantener una pistola apuntando a la cabeza de la humanidad, lo único que impidió la gran explosión fue la certeza de la destrucción mutua. Así se mantuvo un largo período de estabilidad. Pero una vez terminado ese episodio, se producirán estallidos bélicos, en los Balca-

P. Iñiguez. Humanismo y Deshumanización

nes, en el Medio Oriente y en cualquier otro lugar. Porque los modelos representativos de estos casos, desde que se sale de uno de esos períodos metaestables se cae en los episodios caóticos excesivamente cambates. La posibilidad de guerras es muy grande, inclusive, con la gestación de otra guerra mundial. Los procesos son muy sensibles a las condiciones iniciales. Estos períodos de cambios pueden ser sórdidos. Es la clase de ambiente en que los Estados Unidos pueden desaparecer como poder mundial. ¿Quién sabe lo que pueda ocurrir? "

Todo esto fue anunciado mucho antes de los acontecimientos actuales y Langton tomó como punto de partida, los modelos que nos brindan el estudio del Caos y las Complejidades.

Consecuentemente, es necesario analizar otros aspectos. de esa Guerra Fría. El Comunismo es una doctrina, puramente socio-económica, materialista y atea. El Capitalismo, enarboló la bandera de la Democracia, y los estandartes de los derechos inalienables del hombre, con los valores espirituales de una cultura basada en arraigadas creencias religiosas.

P. Iñiguez. Humanismo y Deshumanización

Sin embargo, el Comunismo fue derrotado en su propio terreno, pues sufrió una desastrosa quiebra económica. No obstante, los residuos ideológicos solamente cambiaron de vestimenta. Pero, progresivamente, las dos grandes instituciones políticas de los Estados Unidos, en sus actuales programas de gobierno, parecen ser discípulos avanzados de Carlos Marx. Sus actitudes representan un sistema de opuestos complementarios y lo único que cuenta en ambos casos, es producir y vender, producir y vender...

El materialismo craso predomina en todos los estratos..

Los valores espirituales y morales han sido desplazados del escenario en que se presenta el doloroso drama del diario vivir. Ha desaparecido el ejemplo de honorabilidad y de valor personal propios del héroe encarnado por John Wayne, Gary Cooper y otras figuras populares del Hollywood de ayer. La codicia, el afán de poder, la vulgaridad, el crimen y la violencia, son los aspectos dominantes en los productos que más se venden mediante el

P. Iñiguez. Humanismo y Deshumanización

cine, la televisión, el internet y todos los medios de comunicación. Así, envenenan las mentes infantiles con mensajes destructivos que se suman a la falta de simbolismo paterno y a la ausencia de la madre en el hogar, por la necesidad de buscar el sustento y otros bienes materiales, mientras los niños crecen inseguros y alienados por falta del amor.

Los efectos del proceso degenerativo se extienden del hogar a la escuela, de la escuela a la comunidad y de los niños a los adultos en conducta antisocial.

Los daños psicológicos se manifiestan de manera epidémica con criminalidad creciente en las escuelas y en las calles. perpetrados por adolescentes cargados de odio y de incompreensión ante un sistema que se empeña en no reconocer su propia culpabilidad.

La sensibilidad humana, brilla por su ausencia. La primera autoridad del país más poderoso del mundo, recibe sin inmutarse los calificativos de mentiroso, irresponsable, inmoral y otros atributos

P. Iñiguez. Humanismo y Deshumanización

vergonzantes, mientras las encuestas populares justifican y aplauden su conducta porque no lo habían elegido para Papa sino para gobernar el país y la situación **económica** actual es la mejor que registra la historia. Se ignora, sin embargo, que muchos aspectos de ese bienestar económico, existen no por intervención oficial alguna, sino a pesar de las disposiciones oficiales.

Las grandes ventajas tecnológicas derivadas de la Electrodinámica Cuántica, en la década de los años 40, fueron fundamentales para obtener el triunfo norteamericano en la lucha armamentista que determinó la quiebra del comunismo sin necesidad de una temida conflagración. Al añadir las consabidas riquezas naturales del país más poderoso del mundo, es fácil concluir que en este momento histórico nada podía impedirle al pueblo norteamericano alcanzar condiciones de vida excepcionalmente favorables.

El único país que pudo competir con los Estados Unidos en esas nuevas ramas del comercio, fue

P. Iñiguez. Humanismo y Deshumanización

Japón que se convirtió en la segunda potencia comercial del mundo, a pesar de sus limitaciones territoriales. Su éxito se debió a la increíble labor académica de Sin-itiro Tomonaga, que forjó una élite de discípulos capaces de conducir el avance tecnológico del Japón en la post guerra.

Para dar una idea de las cifras en dólares que producen algunas industrias norteamericanas, basta decir que IBM en el año 1997, produjo beneficios por U.S\$ 27 mil millones; América on Line junto a Netscape, produjeron más de U.S.\$3 mil millones; Sun Microsystems U.S.\$9,800 millones y Microsoft, U.S.\$14.5 mil millones. Lo que alcanza un total de U.S.\$78.5 mil millones.

Sin embargo, en medio de esa celebrada bonanza, Holly Star, autor del libro intitulado "Chaos or Community Seeking Solutions" emitió las siguientes declaraciones el Día de Acción de Gracias del 1998: "En este Día de Gracias, debido a la reducción de estampillas para alimentos, muchas familias tomarán sopas calientes en los refugios para desamparados sin hogar, si tienen suerte. Sister John-

P. Iñiguez. Humanismo y Deshumanización

ice, Directora de la "cocina de sopas" de Erie County en New York, dice: "Esa es la situación en muchos lugares del país. En Cuyahoga County, por ejemplo, los cupones para comidas han bajado en un 34% desde el año 1994. El año pasado el número de comidas calientes servidas en programas de caridad subió un 32% según el Greater Cleveland Commitee (para los hambrientos).

¿Puede justificarse esa situación en la mayor bonanza del país más poderoso del mundo? Pero en ese país, el 1% de la población posee más del 40% de las riquezas nacionales. Sin negarle sus merecimientos, Bill Gates, el joven mago de la informática, encabeza con un capital de 90 mil millones de dólares una lista de multimillonarios recientemente publicada. Los emporios nacionales y transnacionales prácticamente, gobiernan a los gobiernos.

Los conceptos de honorabilidad y de simple decencia, parecen cosas del pasado. Pero la tendencia deshumanizante de la actual manera de vivir, tendrá, obligatoriamente, graves repercusiones en un futuro no lejano.

P. Iñiguez. Humanismo y Deshumanización

En las postrimerías de nuestro siglo resulta evidente, que el hombre ha sido capaz de acumular una cantidad de conocimientos cuya realidad supera la fantasía más atrevida que fuera acariciada en cualquier otra época. Pero todo ese conocimiento que, indudablemente, ha proporcionado al hombre evidentes ventajas materiales, no ha podido darle la Sabiduría. Contrariamente, ha incrementado el temor, la inseguridad y la peligrosidad del hombre, muchas veces orientada contra sí mismo. El estudio del Caos y las Complejidades. nos ha enseñado que todo sistema dinámico en el cual se instala un proceso de retroalimentación ininterrumpido, termina en crisis catastrófica.

Es evidente que el avance científico favorece el progreso tecnológico y, a la vez, el progreso tecnológico favorece el avance científico. El incremento de la inversión de capital favorece ambos procesos y se instala el mecanismo de retroalimentación positiva, donde a final de cuentas, las mayores ganancias son para el capital. Pero llega un momento en que la producción creciente satura el

P. Iñiguez. Humanismo y Deshumanización

mercado que posee poder adquisitivo y se colapsa el sistema. Ante esa amenazante eventualidad surgió la idea de la Globalización cuyo objetivo primordial ha sido la de crear nuevos mercados para los productores de bienes de consumo. Con ese fin, los grandes recursos de la Econocracia Internacional, manejados por el Fondo Monetario Internacional, el Banco Mundial, el Club de los Siete y otras entidades, consideraron la venta de una parte de sus miles de millones de reservas en oro, para hacer préstamos a los países del tercer mundo aunque muchos de ellos no han sido capaces de saldar otras deudas antiguas de las mismas instituciones. Los Estados Unidos han puesto sus ojos, ávidamente, en la enorme población china como el futuro mercado para su inagotable capacidad productiva. Eso dio lugar a un peligroso coqueteo internacional que permitió a los agentes del Servicio de Inteligencia del Ejército de Liberación del Pueblo Chino, penetrar en los laboratorios y las oficinas de investigación nuclear, de misiles y de sistemas de cómputos de los Estados Unidos, desde los cuales

P. Iñiguez. Humanismo y Deshumanización

han estado enviando valiosos secretos militares a Pekín. Hace varios años que el FBI descubrió el sistema de espionaje, pero cuando lo reportó a las instituciones responsables, sus directores prefirieron encubrir los fallos que ponían en peligro la seguridad nacional, para no perjudicar a la Administración de Clinton. No puede sorprender a nadie, que los dirigentes militares chinos contribuyeran con sumas millonarias, para las campañas electorales de Clinton y Gore. Cualquier inversión era pequeña para mantener en el gobierno un aliado tan útil. Hasta el día de hoy, la frustración de los republicanos sigue en aumento, ante la imposibilidad de someter a juicio a los culpables e insisten furiosamente en que Janet Reno, gran colaboradora de Clinton que ocupa el cargo de Attorney General, presente su renuncia ante el Congreso.

Si pensamos que desde hace tiempo, muchos científicos rusos han vendido secretos nucleares al Irán y cooperan en la instalación de sus plantas, que por su parte los Coreanos del Norte mantienen sus propias investigaciones para obtener una bom-

P. Iñiguez. Humanismo y Deshumanización

ba atómica eficiente; que la India y Pakistán han hecho sus propias demostraciones de bombas nucleares, ¿Puede nadie negar la posibilidad de que en un futuro no lejano, algún fanático frustrado inicie una conflagración nuclear?

Esta podría ser la peor megacatástrofe entre las muchas que ha de padecer la humanidad.

En los ritos y tradiciones de las civilizaciones más antiguas aparece, frecuentemente, la predicción de grandes catástrofes. El Judaísmo, el Cristianismo y el Islam, han contribuido a perpetuar esos vaticinios. En el Antiguo Testamento, el libro de Daniel y en el Nuevo Testamento, el libro del Apocalipsis de Juan, son ejemplos sobresalientes. El título de este último, hace referencia a *revelaciones místicas*, donde las catástrofes reafirman la creencia de que, al final, los justos estarán al lado de Dios y los pecadores serán condenados.

El temor a la condenación eterna y el anhelo de justicia divina para los que han sufrido injusticia terrenal, son aspectos esenciales en la génesis de esas visiones apocalípticas.

P. Iñiguez. Humanismo y Deshumanización

Igualmente, en la antigua Persia encontramos a Zaratustra (¿660-583? a. de J.C.), fundador de una religión en la que sobresalen las predicciones catastróficas y que, todavía, tiene focos de influencia en Bombay y otras regiones de la India y de Irán. Para mí, son significativos dos hechos inspirados en este extraordinario personaje.

Primero, el inmortal poema en prosa, de Friedrich Nietzsche, "Así hablaba Zaratustra" donde expone la teoría del superhombre. De éste, surgió el Poema Sinfónico de Richard Strauss con el mismo título.

Considero interesante, el pasaje en que Zaratustra, después de soportar el ayuno, la soledad y las inclemencias del clima en las inhóspitas montañas, al ver salir el sol, exclama: "¡De que valdrían tu grandeza y tu esplendor si no estuviera yo aquí para contemplarte!". En esa escena, Nietzsche se adelanta a John Wheeler y su aforismo representativo de la teoría electrodinámica cuántica: "Un fenómeno elemental no es un fenómeno real si no es un fenómeno observado".

P. Iñiguez. Humanismo y Deshumanización

El poema sinfónico de Strauss, fue introducido con gran efecto como tema musical de la epopeya cinematográfica, "Odisea Espacial del año 2001".

Hoy, es la ciencia la que hace graves predicciones catastróficas y nos advierte, que de ocurrir un holocausto termonuclear, sería preferible morir en él, instantáneamente, en vez de sobrevivirlo.

Aunque quizás sea demasiado tarde, la única esperanza sería la aparición de un liderazgo capaz de orientar a la humanidad frente al peligro que representa el camino hacia la deshumanización por el que transita la cultura dominante.

Se requiere una orientación filosófica capaz de detener esa tendencia; una actitud colectiva basada en las virtudes y en el regreso a una jerarquización de valores con los eternos atributos morales y espirituales que diferencian al ser humano.

EPÍLOGO

Es siempre interesante verificar las coincidencias entre algunas ideas de los antiguos filósofos y poetas griegos, con las circunstancias actuales, inconcebibles miles de años atrás.

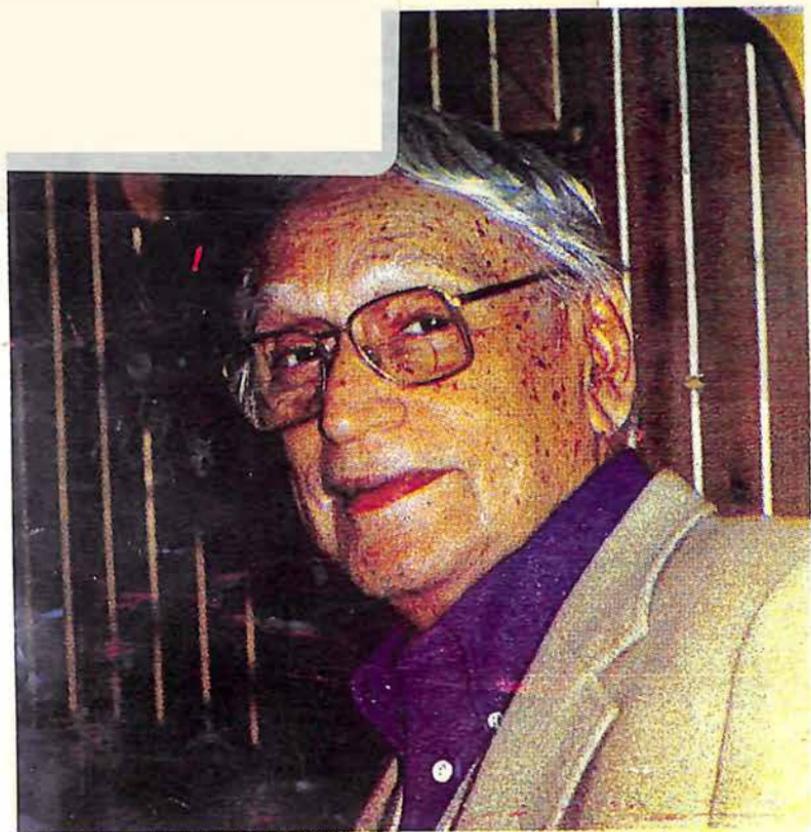
En la introducción de estas conferencias me referí al inmortal drama de Esquilo, "Prometeo Encadenado" y por razones obvias, quise, también, incluirlo en el epílogo.

Esquilo muestra a Zeus, opuesto a las actuaciones de Prometeo en su afán de ayudar a los mortales y tanto el autor como la deidad parecen conocer, profundamente, la "Naturaleza Humana" y el peligro de incrementar la capacidad destructiva del hombre, aun contra sí mismo.

Hoy, se han justificado con creces los temores de Zeus aunque Esquilo nunca pudo imaginar hasta donde podría llegar la devastación causada por el hombre. La deforestación impía realizada con rapidez asombrosa para transformar los bosques en oro, de manera irreversible; las alteraciones climatológicas; la destrucción de la capa de ozono y el manejo sombrío de la energía que hace brillar a las estrellas, son solamente, algunas de las amenazas que se ciernen sobre la vida en el planeta, sin excluir la del mismo Homo sapiens.

Pueden predecirse múltiples megacatástrofes, como producto inevitable de la deshumanización que caracteriza a este siglo. El extraordinario progreso científico y tecnológico no puede paliar las consecuencias de esa deshumanización. El materialismo craso, la codicia, la sed de poder y la ausencia de una jerarquización de valores que diferencie al hombre de las bestias serán, probablemente, los factores determinantes de nuestro destino.

Muchas gracias.



El Dr. Pablo Iñiguez, después de varias décadas de vida docente, es Profesor Emérito de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña. Su conocida obra de divulgación científica y filosófica incluye los libros: "Simplemente un Rayo de Luz", "Dialéctica del Biocosmos", "Quests" y "Symptoms of a Sick Culture" (publicadas en inglés), "Desde el Hombre de Neanderthal hasta el Renacimiento", "El Tiempo, El Espacio, La Vida y El Hombre" y próximo a ver la luz "Legado a mis nietos". Mantuvo durante más de 10 años la sección Extra Med de la prestigiosa revista Acta Médica Dominicana y es Miembro Laudatio Académica, de la Academia de Ciencias de la República Dominicana.