

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/273003136>

# Crónicas Científicas: Historia y curiosidades de las Ciencias Naturales

Book · September 2014

CITATIONS

0

READS

2,204

1 author:



**Nelson Falcon**

Universidad de Carabobo, UC

143 PUBLICATIONS 224 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Implementation of photodiagnosis services in the General Hospital "Dr. Enrique Tejera", [View project](#)



Development of probe for the positioning of Remote Sensors in the Stratosphere. Desarrollo de Sonda para el Posicionamiento de Sensores Remotos en la Estratosfera Terrestre [View project](#)

# CRONICAS CIENTIFICAS

## HISTORIA Y CURIOSIDADES DE LAS CIENCIAS NATURALES



**Dr. Nelson Falcón Veloz**



## PREFACIO.



He bautizado esta obra, *Crónicas Científicas*, para evocar el carácter pedagógico e informal de los temas tratados aquí, dirigidos a un público amplio; sin por ello excluir a los especialistas, quienes también la encontrarán de utilidad. Cuidando los detalles históricos y anecdóticos no siempre conocidos sobre el desarrollo histórico de las Ciencias naturales y Exactas, con énfasis en la Física, la Matemáticas, la Química, Astronomía, Geología, Ecología y Biología; y también por los prolegómenos de su epistemología y la filosofía natural. El lenguaje directo, a veces conciso y ameno, no pretende un análisis extenso de los problemas, sino más bien una síntesis de las ideas en torno a la Filosofía Natural y a la posición del Hombre ante los fenómenos naturales.

El enfoque reflexivo de cada tema pretende mostrar el desarrollo histórico de las ciencias exactas y naturales, centrados en los procesos y no en una cronología estricta, con el fin de dar una panorámica de cómo evolucionó el pensamiento abstracto de estas disciplinas. No es fácil una empresa como esta, que pretende amenizar y distraer a quienes dominan una disciplina, y a la vez informar e instruir a quienes se inician en ella; empleando el mismo discurso en ambos casos. Conviene aquí recordar el preámbulo de Bernard le Bouvier de Fontanelle en su obra *Entretiens sur la pluralité des mondes*; escrita en 1686 : “Debo advertir a los que leerán este libro y que tienen algún conocimiento de Física que no he pretendido en absoluto instruirlos, sino divertirlos presentándoles de manera algo más agradable lo

*que saben ya con mayor solidez. Y advierto a aquellos a quienes tales materias son nuevas que he creído poder instruirles y divertirles al mismo tiempo. Los primeros irán contra mi intención si buscan aquí utilidad; los segundos, si no buscan más que el recreo.”*

Las secciones pueden leerse alternadamente comenzando en cualquiera de ellas, cada una trata un tópico auto contenido. Los capítulos abarcan los tópicos relevantes de: Historia de las Ciencia, Conceptos fundamentales en la naturaleza y problemas aun sujetos de discusión o “misterios” científicos por resolver. La presentación de los mismos en forma secuencial permitirá, a aquellos lectores no especializados en estos temas, forjarse una panorámica actual de los prolegómenos de las ciencias naturales y sus logros.

Quiero expresar mi gratitud al Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACIT) y a las Autoridades del Gobierno Bolivariano de Venezuela, sin cuyo apoyo y entusiasmo, esta pequeña contribución no hubiera cristalizado.

Si esta obra le invita a reflexionar acerca del pensamiento humano, o sobre nuestro lugar en el Universo, o le anima, en alguna salida a campo abierto, a preguntarse por las leyes que rigen a la naturaleza; entonces el esfuerzo que supone la edición de la presente, se verán recompensados.

Valencia Agosto 2013

Dr. Nelson Falcón Veloz

## Índice.

I.	Reportajes de las Ciencias	07
	1. Génesis de las Matemáticas	09
	2. Génesis de la Astronomía	11
	3. Eclipse en la Odisea	13
	4. Almagesto: El Gran Libro del Cielo	15
	5. El Principio de Arquímedes	17
	6. La Biblioteca de Alejandría	19
	7. Mecanismo de Antiquitera	21
	8. Al Biruni	23
	9. La era de las Universidades.	25
	10. Tycho Brahe descubre una Estrella Nueva	27
	11. Armonía de los planetas	29
	12. Mensajero de las Estrellas	31
	13. Advenimiento del Telescopio	33
	14. Las Herejías de Galileo	35
	15. Los Hemisferios de Magdeburgo	37
	16. Gravedad: Ley Universal	39
	17. Pesando a la Tierra	41
	18. La Ciencia Origen y Aplicación	43
	19. El Ajedrez y el Teorema de Godel	45
	20. El método científico: ¿guía o trampa?	47
II	Aventuras en la Naturaleza	49
	21. Leewenhook y el Microscopio	51
	22. Naturaleza de la Electricidad (I)	53
	23. Naturaleza de la Electricidad (II)	55
	24. Naturaleza del Magnetismo	57
	25. Naturaleza de la Luz	59
	26. Naturaleza del Calor	61
	27. Kirchhoff y el oro del Sol	63
	28. Los Espectros discretizan la materia	65
	29. El Mundo de los Quantum	67
	30. Los Átomos y la Materia	69
	31. Naturaleza de la Radioactividad	71
	32. El Gato de Schrôndinger	73
	33. Partículas L-mentales	75
	34. El misterio de la Trinidad en la Naturaleza	77
	35. La naturaleza no es caprichosa.	79
	36. Y no solo de la Relatividad vivió Einstein	81
	37. La Paradoja EPR	83

38.	Dios no juega a los dados con la naturaleza	85
39.	La Invasión a la Luna	87
40.	Googol y la Red Mundial	89
III.	Evolución de los Mundos Habitados	91
41.	Orogénesis: Plutonismo versus Neptunismo	93
42.	La Edad del Hielo	95
43.	El Cráter de Chicxulub	97
44.	El bólido del río Curucá	99
45.	Pangea y las Extinciones masivas	101
46.	Némesis: compañero oscuro del Sol	103
47.	Lofling en el Orinoco	105
48.	Y Cuvier derrotó al Diablo	107
49.	El Caballero de Lamark	109
50.	Evolución y origen de las especies	111
51.	Pasteur y la generación espontánea	113
52.	La herencia del ADN	115
53.	Los Dólmenes danzan con estrellas	117
54.	Cuando los Moais Miraban al Cielo	119
55.	Aracnometeorología	121
IV	Misterios ancestrales	123
56.	El oráculo de Delfos	125
57.	Ophiuchus, el treceavo signo del Zodiaco	127
58.	La Piedra de Rosseta	129
59.	La serpiente emplumada de los Mayas	131
60.	Eclipse Solar en los petroglifos de Vigirima	133
61.	Sodoma y Gomorra	135
62.	La roca maldita: El cobalto	137
63.	La Estrella de Belén	139
64.	La estrella y la luna creciente	141
65.	La Fecha de la Crucifixión	143
66.	Euler demostró la existencia de Dios	145
67.	La Luna de Fausto.	147
68.	El misterio de los Voyager	149
69.	Misterio de la Bombilla encendida	151
70.	La guerra de los mundos	153
71.	Alguien llama desde el cosmos	155
72.	Aló ¿hay alguien allí?	157
73.	La fórmula de Drake	159
74.	Marcianos en la Antártida	161
75.	La Paradoja de Fermi	163
	Lecturas Recomendadas	165

## I Reportajes de las Ciencias





## 1 Génesis de las Matemáticas



La matemática, puede resumirse como el estudio de las relaciones que existe entre los entes, independientemente de su naturaleza; sean estos reales o formales, ideales o concretos. Ergo: La matemática no es una ciencia fáctica (natural) sino formal o exacta. Luego su génesis como ciencia formal es diferente a la habilidades de conteo o representación numérica, que se hallan ya en la antigua babilonia, en el Egipto prefaraonico, asiria y caldea del 3500 a.c. A pesar que en tales civilizaciones se registraron tablas de multiplicar y de dividir, además de sistemas de conteo y calculo elemental.

Es Perogrullo que la matemática formal nace a la par del razonamiento abstracto de la Grecia clásica y sus más conspicuos representantes fueron Tales de Mileto (624 ac-546 a.c) y su discípulo Pitágoras de Samos (580 a.C- 520 a.C). Tales de Mileto no dejó obra escrita pero sus casi contemporáneos Eudemo de Rodas, Diógenes Laertes, Calimaco y Herodoto, entre otros, lo citan frecuentemente. Fue el primero en comparar la magnitud del sol con la de la luna y encontró que ésta era 700 veces menor que el sol. Tales descubrió la constelación de la Osa Menor y recomendó a los navegantes guiarse por ella en lugar de la Osa Mayor. Delimitó las estaciones del año y le asignó 365 días. Fue el primero en estudiar el fenómeno magnético (nombre dado por Magnesia, lugar de la piedra imán), así como la electricidad del ámbar. Además, explicó los eclipses de sol y de luna. Su fama se inmortalizó al predecir el eclipse solar del 28 mayo del año 585 a. C. El eclipse que sorprendió a Medos y Lidios en plena batalla, fue tomado como un augurio de los Dioses y obligó al cese de la batalla y la inmediata tregua

entre los jefes rivales Alyattes y Cyaxares. Tales calculó por vez primera el tamaño de la pirámide de Keops usando la sombra de esta y de una vara, con el hoy conocido teorema de semejanzas de triángulos que lleva su nombre (teorema de Tales).

En las postrimerías de su fecunda vida, Tales conoció a un joven mercader de unos veinte años, Pitágoras, proveniente de Samos; que se interesó en las matemáticas y fue instruido por Anaximandro otro de sus discípulos.

La figura de Pitágoras está envuelta en un halo de leyendas y misticismo. Viajero por el mediterráneo, el Egipto donde fue sacerdote de Menfis y Babilonia, antes de radicarse en Crotona (hoy sur de Italia) donde funda una fraternidad para el estudio de las matemáticas y un estilo de vida que hoy juzgaríamos como alternativo, gracias a su mecenas Milán, cuya hija Teano fue desposada por Pitágoras. En esa época logra la demostración del famoso Teorema que lleva su nombre y la sistematización de la geometría por lo que se le considera hoy como el padre de las matemáticas. A partir del teorema aparece el problema de la raíz cuadrada de 2, un número inconmensurable al que los griegos no pudieron darte solución. Se descubrió así la irracionalidad que condujo inevitablemente a la elaboración de la teoría de la divisibilidad.

También fue el “creador” de la filosofía, toda vez que según la leyenda, Pitágoras al regresar a Grecia fue interrogado por el tirano Leonte, gobernante de Fliunte, quien reconocía su elocuencia:

-Oh, sabio Pitágoras ¿A qué te dedicas? ¿Cuál es tu sabiduría particular?

-No soy maestro en arte alguna, y tampoco soy un sabio (sophos), más bien soy un filósofo (philos-sophos): alguien que ama y aspira (philos) a la sabiduría (sophia), es decir, me dedico a la Filosofía”.

Leonte quedó maravillado por el vocablo nuevo y quiso saber más, “La vida; le explicó Pitágoras; es como los Juegos Olímpicos, donde acuden tres tipos de personas distintas: los atletas, que compiten por la gloria de algún premio; los comerciantes, que van con la intención de comprar y vender; y los espectadores, quienes sólo asisten para ver los juegos, siendo indiferentes a los aplausos y al lucro. Así es el mundo, unos buscan la fama y otros el dinero, pero un tercer grupo se dedica a la contemplación de la naturaleza, por amor a la sabiduría. Este último es el de los filósofos.

## 2 GENESIS DE LA ASTRONOMIA.



Puede decirse que el gran legado de la Grecia Clásica (del siglo V a.C al siglo I d.C) fue el empleo de la razón para la descripción del mundo; mas particularmente por imaginar modelos abstractos que nos acercaran a las causas de los fenómenos naturales; ese idealismo o proto-ciencia logró algunos resultados muy notables en la Astronomía.

La primera “especulación” relevante de la Grecia Clásica fue la redondez de la Tierra, atribuida a la Escuela Pitagórica, concretamente a Parménides. Si bien Anaximandro ya había advertido que la Tierra se curvaba de alguna manera en la dirección Norte-Sur no imaginó la forma esférica sino mas bien una superficie cilíndrica; deducida de su propia observación sobre las posiciones de la estrellas, vistas en Grecia parecían desplazarse hacia el sur cuando el observador viajaba al Egipto. Teofrasto y Platón, discípulos de Sócrates, arguyen la redondez de la Tierra en base al ideal de lo estético y perfecto, que el Creador debió imprimir al Mundo.

Hacia el 230 a. C., Eratóstenes calculó el diámetro de la Tierra con asombrosa precisión: a partir de la observación de la sombra producida por el Sol en un pozo en Alejandría, y de que en ese mismo instante (al mediodía del solsticio de verano) no se generaba sombra alguna en un pozo “idéntico” en Syene. La idea genial es que los rayos solares deben alcanzar dos puntos de la Tierra situados en dirección Norte-Sur haciendo el mismo ángulo, la diferencia en la inclinación de los rayos solares solo habría de producirse por la curvatura de la Tierra, midiendo esa diferencia y la distancia entre ambos puntos era fácil

estimar el radio Terrestre, el cual estimó en su valor correcto de 6400 kilómetros, ¡solo 113 kilómetros menos que el valor moderno!.

Con algunos años de diferencia, en el 260 a.C, Aristarco de Samos estimó el tamaño de la Luna y su distancia a la Tierra. Para ello bastaba con medir el diámetro aparente de la sombra de la Tierra durante un eclipse total de Luna y compararla con el tamaño de la esfericidad de la Luna y su tamaño aparente (un ejercicio interesante para todo lector avisado en geometría elemental y con un poco de tiempo libre).

Pero mas sorprendente es que también estimó la distancia Tierra-Sol; para ello bastaba con medir el ángulo de la posición del Sol respecto a la Luna, cuando esta exactamente en la mitad de la fase creciente (o en la Menguante). Conocido ese ángulo, medida harto difícil porque es muy pequeño, se obtiene el ángulo entre la Tierra y el Sol, muy próximo a noventa grados y por ende puede calcularse cuan lejos está el Sol. Claro está que para el cálculo se necesita la distancia Tierra-Luna, estimada anteriormente.

Para Aristarco el Sol distaba unos 7 millones de Kilómetros; valor erróneo debido a que subestimo el ángulo en solo  $87^\circ$ . Si se realiza la medida con instrumentos más finos para medir ángulos, como el *triquetrum* usados por Copérnico y Tycho Brahe en el siglo XVI, se obtiene  $89 \text{ y } 5/6^\circ$  y se puede estimar la distancia Tierra-Sol en unos 147 millones de kilómetros, muy cercano al valor actual de 149,59 millones de kilómetros.

Entre escuadra y compás los Pitagóricos y Alejandrinos midieron el Universo conocido, 27 siglos después la Academia dejó de ser Platónica; es tiempo de retomar el compás de los Grandes Arquitectos para reconstruirla y transformarla.

### 3 Eclipse en la Odisea



La Odisea; fechada por lo general alrededor de los siglos IX al XII antes de Cristo; describe el viaje de diez años del héroe griego Odiseo a su hogar en la isla de Ithaca luego de la guerra de Troya. Épica acaecida unos 400 años antes de que el poeta griego Homero la compusiera. Por siglos la epopeya de la guerra de Troya fue considerada una ficción hasta que un arqueólogo aficionado, Schliemann, tuvo la convicción de que la literatura homérica no era pura invención ni mera mitología sino que se basaba en importantes hechos históricos. En 1870 encontró las ruinas de la amurallada Troya, cercano al Mar Egeo, en la hoy Turquía. Sin embargo las ruinas de Troya encontradas corresponden a varios restos superpuestos de no una, sino varias ciudades destruidas y vueltas a florecer en el mismo lugar. La cronología arqueológica ubica entonces la Ciudad de Troya entre los años entre 1250 y 1125 a. C .

En el poema homérico de la Odisea, hacia el final de la historia, un adivino llamado Teoclímeno profetizó la muerte de un grupo de pretendientes que competían por el afecto de Penélope, la esposa de Odiseo, a quien se creía muerto. Teoclímeno anunció su profecía mientras los pretendientes, sentados alrededor de la mesa, esperaban por el almuerzo. El adivino anticipó la entrada de ellos al Hades y terminó su discurso con esta frase:

*“Pobre hombre, ¡qué terror es el que te abrumba así? La noche súbita cubre sus rostros, sus cabezas, hasta las rodillas. ¡Gritos de duelo rompen el fuego que emerge, lágrimas vivas arrasan sus mejillas, como las que brotan del cielo, en fantasmas que cruzan los cielos, con destellos rojos como la sangre! ¡El día final*

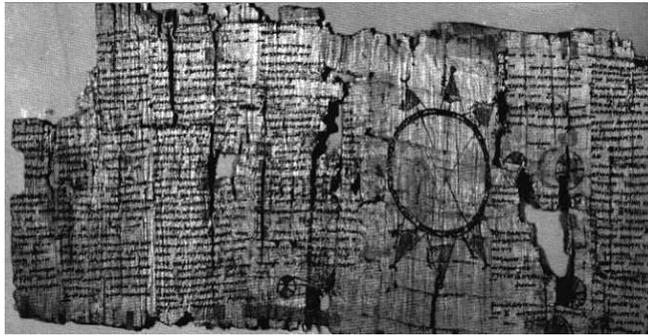
*ha llegado, las trompetas celestiales anuncian el triunfo del reino de la muerte!  
¡El Sol se borró del cielo, y una niebla mortífera se extiende por toda la tierra!"*.

Los escritores griegos Plutarco y Heráclito habían propuesto la idea de que el discurso de Homero, su personaje Teoclímeno describía poéticamente un eclipse. Citaron referencias en la historia acerca de que en el día de la profecía hubo Luna Nueva, lo que sería compatible con un eclipse. Sin embargo la idea de que Homero decidió escenificar la matanza de los pretendientes en el día del eclipse perdió fuerza porque los primeros escritos de astronomía griega aparecieron varios siglos después de la narrativa de la Odisea. Inspirados por estas referencias al mencionado eclipse de Homero, los biofísicos Constantino Baikouzis y Marcelo Magnasco, de la Universidad Rockefeller, investigaron minuciosamente la Odisea en búsqueda de otras claves, en un trabajo apenas publicado en el 2007. Odiseo, navegó de regreso a Ithaca en una balsa, guiándose por la observación de la constelación del Boyero y las Pléyades, que comparten el cielo dos veces al año, en marzo y septiembre. En la mañana en la que llegó a Ithaca, Venus salió antes del amanecer, lo que sucede aproximadamente en un tercio de las lunas nuevas. Pero la clave más importante provino de una referencia al dios Hermes volando hacia el oeste de la isla de Ogigia. Los investigadores propusieron que el viaje del dios en realidad se refiere al planeta Mercurio, que siempre está a poca altura sobre el horizonte e invierte su trayectoria de oeste a este cada 116 días.

Baikouzis y Magnasco reprodujeron computacionalmente la totalidad de las 1684 lunas nuevas entre 1250 y 1125 a.C. buscando fechas que cumplieran con esas condiciones, y encontraron que solo una coincidía con todas las referencias astronómicas citadas por Homero, correspondería al eclipse total de Sol; en el que la Luna tapa por completo al Sol; el 16 de abril de 1178 a.C. en las islas jónicas, donde se compuso el poema de Homero.

Luego la cronología de la Odisea y los eventos astronómicos ahí mencionados, incluido el eclipse, coinciden razonablemente con la realidad histórica. Homero en su epopeya hace gala para sí del epíteto que le acuña a Odiseo, el de ser experto en ardidés para ubicar temporalmente su crónica.

## 4 ALMAGESTO: EL GRAN LIBRO DEL CIELO



El número de estrellas visibles a “ojo desnudo”, las de primera a quinta magnitud visual, alcanza la cifra de 7.108. El primer astrónomo del mundo antiguo, Hiparco, escogió las 1.022 más brillantes observables en los cielos del hemisferio norte, particularmente en Rodas (Grecia), donde residió y murió en el 120 a.C. Hiparco, nacido en el año 190 a.C. en Nicea Bithynia (ahora Turquía), se le considera el primer astrónomo científico. En su primer y tercer libro de la obra titulada *Commentary on Aratus and Eudoxus* (uno de cuyos fragmentos ilustra estas líneas), efectuó un catalogo estelar con 47 constelaciones: 20 boreales, 12 zodiacales y 15 australes. Las estrellas brillantes de cada constelación las nombró con letras del alfabeto griego, comenzando por la más brillante, tal y como se acostumbra descriptivamente hoy día.

Hiparco pudo medir el desplazamiento aparente de las estrellas en la bóveda celeste debido a la precesión del eje terrestre en su ciclo de 25.800 años. El “cabeceo” del eje de la Tierra, como el que realiza un trompo o peonza, hace que el polo norte apunte en ocasiones hacia la estrella polar (alfa de la Osa Menor) como en nuestros días, hacia la estrella Thuban (alfa del Dragón) como en tiempos de las primeras pirámides egipcias, hacia Kochab (beta de la Osa Menor) en época de Cristo y señalará hacia Vega (alfa de Lira) dentro de 14.000 años.

Para efectuar tal descubrimiento, Hiparco comparó sus observaciones sobre la posición aparente de la estrella Espiga (alfa de Virgo) con las efectuadas, siglo y medio antes, por el astrónomo alejandrino: Timocharis.

La obra de Hiparco influenció en Claudio Ptolomeo (nacido en Grecia: 100 d.C.-170 d.C) quien la compiló en su obra *Syntaxis Matemática*. La primera y más famosa obra de Ptolomeo se tradujo al

árabe como al-Majisti, y luego la traducción latina de Boccio la reprodujo como Almagesti. Desde entonces se le conoce simplemente como Almagesto, es decir: el Gran Libro.

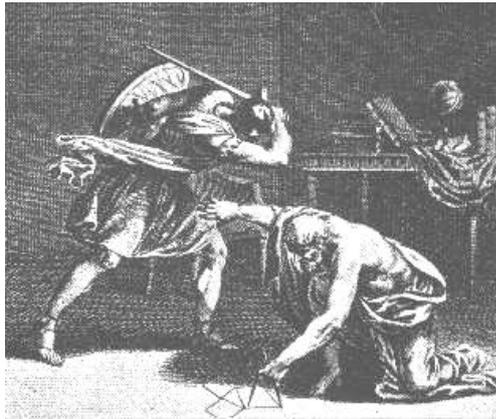
Ptolomeo fue un erudito, contribuyó sustancialmente a las matemáticas a través de sus estudios en trigonometría. En Geografía, obra de gran importancia histórica, describe el mundo tal como lo conocía la gente de su tiempo. Esta obra, que utiliza un sistema de latitud y longitud, influyó a los cartógrafos durante cientos de años. También dedicó un tratado a la teoría musical: *Harmónicos*, y en *Óptica* exploró las propiedades de la luz, especialmente la refracción y la reflexión. *La Óptica*, conocida solamente por una versión árabe, hace hincapié en los experimentos y en la construcción de aparatos especiales para promover el estudio de la luz y desarrollar una teoría matemática de sus propiedades.

Sobre la vida de Ptolomeo sabemos poco, 'Ptolemaeus' indica que vivía en Egipto y 'Claudius' significa que era ciudadano romano. Prácticamente toda la información que se conoce proviene del Almagesto. Su teoría Geocéntrica, hoy equivocada, fue el paradigma del universo hasta el siglo XVI. Con una descripción matemática adecuada (*Ciclos y epiciclos*) podía dar cuenta del movimiento aparente de todos los astros con la precisión de la época, con todo partía de una hipótesis plausible aunque errónea: la Tierra, y no el Sol, en el centro.

Vale recordar que no fue hasta bien entrado el siglo XVII que el sistema Geocéntrico fue reemplazado por el modelo de Nicolás Copérnico, según el cual la Tierra y los demás planetas orbitan en torno al Sol. Tal y como expusiera en su *De revolutionibus orbium coelestium*, cuyo primer ejemplar impreso solo lo pudo tener en sus manos justamente el día de su muerte, el 24 de mayo de 1543.

Desde el *Almagesto* a las *Revoluciones de las Orbitas Celestes* hay tantos años como estrellas del primer catálogo del cielo. Es una pena que el siglo XXI todavía podamos contar más luminarias en el firmamento que títulos de libros en nuestras bibliotecas institucionales.

## 5 EL PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES



Narra la historia que en el siglo III a.c. el rey Hierón de Alenjanría habría entregado a un joyero cierta cantidad de oro para hacer una corona. Corrieron rumores sobre la honestidad del orfebre, quién pudo usar para su provecho parte del oro y reemplazarlo por plata en la confección de la corona. ¿Cómo descubrir el supuesto hurto sin destruir la hermosa diadema llena de finos arabescos? se preguntaba el Rey Hierón. Así que decidió encargar del asunto al filósofo Arquímedes.

Ya para entonces Arquímedes era bien conocido por su catálogo de figuras geométricas y por el invento de la polea. También su fama debida al descubrimiento de la palanca. Suya fue la frase "Dame un punto de apoyo y moveré el mundo", la cual pronunció con motivo de una exhibición en el Puerto de Siracusa, en la cual pudo mover un barco el solo, usando una vara de casi media legua de largo. Además inventó el tornillo de agua, hoy conocido como tornillo de Arquímedes, suerte de manivela con alabes que permitía extraer agua de los pozos con el simple giro de la misma.

Cavilaba sobre el particular, el físico Arquímedes, mientras tomaba una ducha en el baño público. Observó que el nivel de agua de la piscina subía mientras introducía su cuerpo en ella, dándose cuenta de la solución al problema de la corona real, salió gritando semidesnudo, por las calles de Siracusa, "Eureka! Eureka!" (lo descubrí).

En efecto, a posteriori de la anécdota, él observó que sumergiendo en agua una cantidad de oro, igual a la entregada por el

soberano, se derramaba una cierta cantidad de líquido. Repitió el experimento con plata y con la corona. Al observar que la corona sumergida desplazaba más líquido que el oro y menos que la plata probó la deshonestidad del orfebre. No dice nada la historia sobre la suerte de este último.

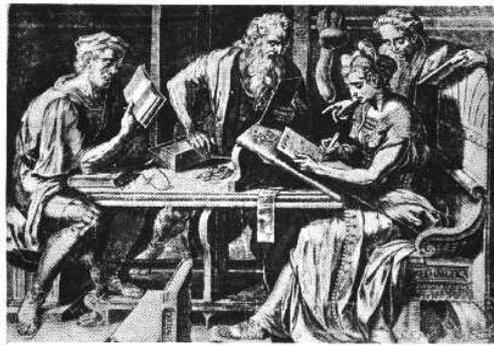
El principio descubierto por Arquímedes, y que hoy lleva su nombre, expresa que la fuerza con la cual un líquido empuja un cuerpo sumergido es igual al peso del líquido desplazado por el cuerpo. Es decir, Arquímedes notó que existe una fuerza, denominada empuje hidrostático, que obra sobre los cuerpos sumergidos en los fluidos, en dirección contraria al peso de ellos.

Las leyes de la Mecánica de los fluidos y de los cuerpos no avanzó más en el mediterráneo del siglo III a.c. debido a la desaparición física de Arquímedes y de sus discípulos, cuando los romanos le pasaron el arado a la ciudad. Arquímedes murió en el 212 a.c., cuando tenía 75 años, a manos de un soldado romano. La leyenda cuenta que estaba Arquímedes dibujando en el suelo de su patio, la pizarra de la época, signos y figuras cuando un inconsciente soldado pisoteó los cálculos. La repuesta al reclamo del anciano fue el acero de la espada.

La fama y admiración por el genio de Arquímedes era tal, que al enterarse de su muerte, el Cónsul Marcelo mandó a ejecutar al soldado insolente y ordenó enterrar al sabio con los miramientos que se tenían para los héroes, previamente Marcelo había ordenado pasar cuchillo a todos los habitantes excepto a Arquímedes.

Sorprende que fue el propio Arquímedes el que durante años le arrebató el triunfo a la flota romana de Marcelo, que sitiaba a la ciudad. Primero con la invención de la catapulta y luego con la discutida leyenda del incendio de las tirrenas romanas mediante enormes espejos cóncavos que concentraban la luz solar, como gigantescas lupas, sobre los barcos. Sea cierta o no, la leyenda de los espejos, nos demuestra que el artífice más remoto de los misiles, cohetes y de las armas de ciencia ficción fue sin duda Arquímedes de Siracusa.

## 6 LA BIBLIOTECA DE ALEJANDRIA



A la muerte Alejandro Magno, por el 323 a.c.; se funda el Museum, en la Ciudad capital del vasto imperio Alejandrino en el delta del río del Nilo. El Museum o Templo de las Musas; fue culminado en el 300 a.c. por el sucesor de Alejandro, el general Tolomeo I.. Puede decirse que el Museum, hoy día conocido como la Biblioteca de Alejandría, es la remembranza más antigua de la Universidad moderna. Se dividía en cuatro Departamentos: literatura, matemáticas, astronomía y medicina, y contaba con cerca de 400 000 manuscritos del saber del mundo antiguo en su época de mayor esplendor. Aconsejo a los lectores no preguntar cuantos títulos existen en alguna biblioteca conocida, veintitrés siglos después de aquella, seis siglos después de la invención de la imprenta y cinco siglos posterior a la llegada de Colón a América; como no sea el morbosos deseo de revisar nuestra noción de progreso.

Tolomeo I, un general ilustrado, reunió a los más eminentes sabios de aquel tiempo. Así desde el 323 a.c. hasta el 415 d.c. se destacaron en su dirección o en su actividad Euclides (con sus 10 libros de "Elementos de Geometría"), Arquímedes (el padre de la Ingeniería), Apolonio (el "inventor" de las secciones cónicas), Diofanto ( con sus ecuaciones de congruencias; entre otros aportes); Claudio Tolomeo ( con su obra el "Almagesto"; primer catálogo estelar), Aristarco de Samos ("Sobre los Tamaños y Distancias del Sol y la Luna"), Hiparco de Nicea (creador del observatorio de Rodas y de la trigonometría esférica) y Eratóstenes su principal Director.

Eratóstenes (276-195 a.c.) no solo determinó con asombrosa precisión el radio terrestre y la inclinación del eje terrestre con el plano

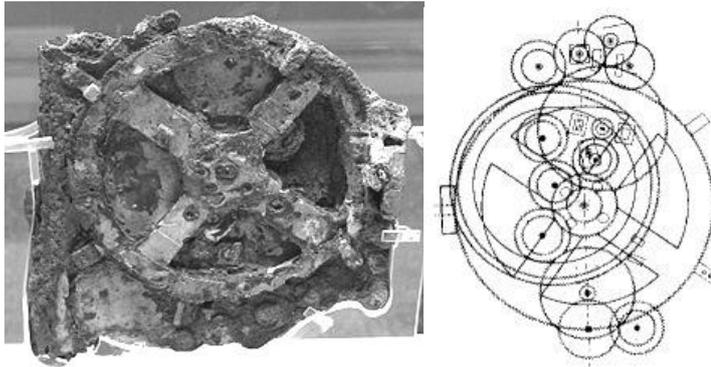
de la eclíptica, sino que aglutinó en Alejandría a lo mejor de la Ciencia de la época, le dotó de medios e instrumentos y acrecentó la producción de pergaminos en pieles de cordero; vale decir incentivó la única producción posible de la antigua Universidad: sus libros y conocimientos.

Es bien conocida la inferencia genial de Eratóstenes, al notar que el fondo de un pozo en Siena (la actual ciudad de Aswan) era completamente iluminado por el Sol y que, el mismo día una vara vertical (nogmón) producía sombra en Alejandría. ¿Como era posible que en dos puntos distantes, una vara produjera sombra y otra no? necesariamente los puntos estaban montados sobre una superficie curva; quizás sobre una circunferencia, formando un ángulo de un cincuentavo de su superficie. Como la distancia de Siena a Alejandría era de unos cinco mil estadios (un estadio egipcio son 160 metros aproximadamente) entonces la circunferencia terrestre tendría cincuenta veces esa distancia, es decir 25.000 estadios. Eratóstenes no tenía aparatos para medir la distancia de Siena a Alejandría, por lo que encargó a un atleta hacer el recorrido estimando así la distancia. Con la medida del radio Terrestre logró estimar la distancia Tierra-Luna por la sombra formada durante un Eclipse. El ingenio de Eratóstenes suplía; como en todas las empresas humanas, la carencia de medios y recursos para hacer Ciencia de calidad.

El ocaso de la biblioteca de Alejandría, sobrevino hacia el 415 d.C., durante la regencia de Hipatia; única mujer de ciencia conocida de la antigüedad. Se ha culpado a las hordas del populacho de San Cirilo del asesinato de Hipatia y del incendio de la Biblioteca. Según algunos por la desvinculación del saber de la época con las necesidades prácticas de la sociedad alejandrina durante el apogeo del Cristianismo mas ortodoxo; según otros por la inconciencia de Cirilo y su Tío el arzobispo Teófilo.

Los Universitarios de hoy, herederos de la cultura universal, estamos obligados a preservar y difundir la civilización contra la barbarie y el autoritarismo, a propugnar la confrontación de ideas en base a la razón. No podemos limitarnos a ser meros técnicos de una especialización parcelada, ni simples ejecutores acríticos de reglamentos y directrices cuando estos subordinan lo académico a lo administrativo en el que hacer diario.

## 7 Mecanismo de Anticitera



En 1900 entre las islas de Creta y Anticitera se rescató entre los restos del naufragio de un barco de carga, del 65 A.C. un trozo de roca con una rueda dentada dentro. En un principio se pensó que era una de los primeros relojes mecanizados sin embargo se trataba de un hallazgo mucho más importante que incorporaría avances tecnológicos de los que no se volvería a saber hasta el siglo XVI. El barco que lo transportaba sería un barco de carga romano o griego, de camino a Roma, y el mecanismo podría formar parte de un botín saqueado de Rodas por los romanos.

El artilugio en cuestión, recibió el nombre de Mecanismo de Anticitera y se trata de un mecanismo de 33cm de altura por 17cm de anchura y 9cm de grosor, hecho en bronce que estaba originariamente dentro de una caja de madera con dos puertecitas. Tenía una inscripción de 3.000 caracteres, los cuales sólo se ha conseguido descifrar recientemente. Esta inscripción enseñaría como manejar el instrumento y como usar las observaciones obtenidas. El dispositivo tiene un nivel de miniaturización y complejidad, que sólo es comparable al de los relojes del siglo XVIII. Tiene entre 30 y 70 engranajes, que incluiría los engranajes diferenciales, reinventados en occidente apenas en el siglo XVII. Este artilugio podía recrear, gracias a un ingenioso mecanismo, la órbita irregular de la Luna, que hace que unas veces se mueva en el cielo ligeramente más rápida que otras

Se supone que fue construido entre el 150 y el 100 A.C. en Grecia y que su creador podría ser el astrónomo Hiparco ya que el mecanismo emplea su teoría sobre el movimiento de la Luna. El mecanismo constaría de tres esferas principales, una en la parte delantera y dos en

la posterior. La frontal mostraría el recorrido del sol a través del zodiaco griego y el calendario egipcio en escalas concéntricas. Las dos esferas en la parte posterior mostrarían información sobre los ciclos lunares y serían capaces de predecir eclipses solares y lunares, según la reconstrucción llevada a cabo por un equipo de investigación en el 2006 que examinó los fragmentos mediante tomografía tridimensional. Bastaba con introducir una fecha con una manivela y el mecanismo calculaba la posición del Sol y de la Luna, muy probablemente también indicara la posición de los planetas pues las inscripciones refieren a Martes y Venus. El estudio realizado en el 2006 también permitió descifrar gran parte del manual grabado. Curiosamente el nombre de "Ispania" en estos textos, sería la referencia más vieja a España, y figura al lado de Pharos (Alexandria) en lo que sería una mención de los extremos del mundo conocido hasta la fecha.

Algunos expertos creen que podría haber llegado a tener indicadores para los otros tres planetas de manera similar al planetario de Arquímedes. Y es que el filósofo romano Cicerón (106a.C.- 43a.C.) cita a Arquímedes en su diálogo *De re-publica*. Se dice que, después de la captura de Siracusa en 212 a. C., el General Marco Claudio Marcelo llevó a Roma dos mecanismos que se usaban como herramientas para estudios astronómicos, que mostraban los movimientos del Sol, la Luna y cinco planetas. Cicerón menciona mecanismos similares diseñados por Tales de Mileto y Eudoxo. Cicerón dice que Marcelo guardó uno de los mecanismos como su botín personal de Siracusa y donó el otro al Templo de la Virtud en Roma. De acuerdo a Cicerón, Cayo Galo hizo una demostración del mecanismo de Marcelo, y lo describió como un planetario mecánico: *"Cuando Galo movió el globo, ocurrió que la Luna siguió al Sol tantas vueltas en ese invento de bronce como en el cielo mismo, ..., y la Luna llegó a esa posición en la cual estaba su sombra sobre la Tierra, cuando el Sol estaba en línea."*

También, el matemático Pappus de Alejandría (340 d.c.) afirma en su obra *Colección matemática* que Arquímedes había escrito un manuscrito "Sobre hacer esferas" acerca de estos mecanismos y hoy día perdido. ¡Cuánto hubiera avanzado hoy la humanidad si se hubiera preservado la Biblioteca de Alejandría!

## 8 AL-BIRUNI



Sorprende la erudición de Al-Biruni (973-1074), cuyo nombre completo fuera *Abū 'r-Raihān Muhammad ibn Ahmad al-Bīrū*, el intelectual más destacado del mundo islámico; cultivó todas las ciencias de la época: farmacopea, alquimia, historia, física, cartografía, matemáticas y astronomía. En esta última disciplina inventó el astrolabio y determinó el radio terrestre con una precisión mayor que Aristarco. El astrolabio es un artilugio mecánico que permite medir la posición de cualquier astro en el cielo, calcular la posición calendárica del Sol y la Luna, y permite estimar la hora local, la latitud y longitud del observador.

Al-Biruni fue original de Kath (actual Uzbekistán) vivió en Persia (Irán) y la India; y murió en Gazni (Afganistán). Sus contribuciones a la Ciencia Islámica son solo comparables con los logrados, siglos después en el mundo Occidental, por Kepler o Galileo. Elaboró teoremas y desarrollo la trigonometría esférica, las ecuaciones algebraicas, los numero irracionales y la teoría combinatoria, estudio la luz y el calor, elaboró mapas, observatorios astronómicos y fundó laboratorios incipientes.

El genio de Al-Biruni se desarrolló en “la época de oro” de la cultura musulmana, que para entonces contaba con el mayor centro de investigación y biblioteca que haya existido luego del declive de la Biblioteca de Alejandría. Y es que, la llamada Casa de la Sabiduría, fue una biblioteca, centro de traducción e instituto de investigación establecida en la época abasí de Bagdad (Iraq). Fundada por el califa omeya Harun al-Rashid, y culminada bajo el califato de su hijo Al-

Ma'mun (813-833) a quien se le atribuye su institución, que perduró desde el siglo IX al XIII.

Sorprendentemente, los omeyas también se apropiaron de las técnicas de fabricación de papel a partir de los chinos. Bajo la regencia de Al-Ma'mun, muchas obras extranjeras fueron traducidas al árabe y reproducidas, del griego, el chino, el sánscrito, el persa y siríaco; se fundaron observatorios astronómicos motivados por las festividades musulmanas que siguen un calendario estrictamente lunar, y se unieron a muchos intelectuales bajo su gobierno. En la época de Al Biruni, la Casa de la Sabiduría era el mayor repositorio de libros en el mundo

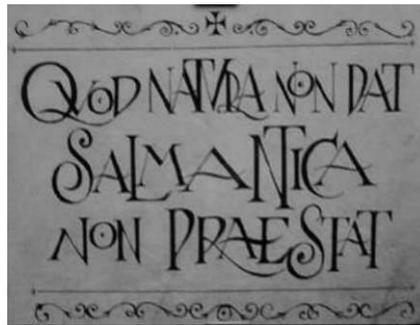
A semejanza con el Museum de Alejandría, la Casa de la Sabiduría, vio florecer entre sus predios a lo más granado de la intelectualidad musulmana, entre los que destacaron junto a Al Biruni: Sahl ibn Harun, jefe de la biblioteca; Hunayn ibn Ishaq, médico; aquib Ibn Ishaq Al-Kindi, filósofo y pensador; los hermanos Banu Musa, ingenieros y matemáticos; Sind Ibn Ali, el astrónomo, Abu Uthman( Al-Jahiz) escritor y biólogo; Al-Jazari, físico e ingeniero y Muhammad Al-Khwarizmi (780-850), matemático. Este último escribió la obra: "Ilm al-Jabrwa mugabalah", corrientemente conocida como el "al-Jabr" de donde proviene la palabra álgebra y de su autor "A-Khwarizmi", se deriva el vocablo algoritmo. Al-Khwarizmi (Aljuarizmi) es el padre del álgebra y fue el que introdujo el sistema decimal y el cero, también descubrió el método para solucionar ecuaciones de segundo grado. La numeración y las reglas comunes del álgebra que conocemos se deben a la matemáticas desarrollada en la Casa de la Sabiduría, por genios como Al Biruni, Al-Khwarizmi y Al-Jazari

La Casa de la Sabiduría fue destruida durante la invasión mongol en 1258. Los mongoles echaron al río Tigris el esfuerzo de varios siglos, hasta el punto que sus aguas se tiñeron de negro por la tinta de los libros y los jinetes tártaros usaron los manuscritos como puente para atravesar el río a caballo.

El conocimiento resurgiría nuevamente como Ave Fénix, en los siglos siguientes, en la Europa ocupada por los árabes, y daría continuidad a la Academia-Liceo griego, al Museum de Alejandría y a la Casa de la Sabiduría de Bagdad.

La casa que vence las sombras... a pesar de sables y caballos.

## 9 La era de las Universidades.



Etimológicamente, Universidad deviene del latín *Universitas*, más precisamente de *Univērsus A Um*: todo, entero, universal. Entendida en su sentido más amplio, como sitio de encuentro donde se crea y transmite conocimientos, habría que buscar su origen en la Academia y en el Liceo de la Grecia de Pericles (siglo V a.c.). Pero vista así, resultaría un concepto vago, pues todo Instituto de sería también una Universidad. Si la entendemos además como centro de creación y difusión de conocimientos, su origen se retrotrae a la legendaria Biblioteca de Alejandría o *Museum*, (323 a.c - 415 d.c.) En *strictus sensus* el *Museum* difiere de lo que entendemos por Universidad.

La Universidad es algo más que todo lo anterior, hay que entenderla como *Alma Mater*, vale decir como sitio donde se transforma al hombre por obra de la Ciencia y el saber. Por ello sus reminiscencias son La Casa de los Saberes (Bagdad siglo IX) y las Escuelas Palatinas medievales, aquellas en la que la Iglesia confiaba la enseñanza de la Doctrina revelada a Maestros, sacerdotes y laicos. Recordemos que tales escuelas del siglo X al XII impartían el *Trivium* (Lógica, Gramática y Geometría) y el *Cuadrivium* (Retórica, Aritmética, Astronomía y Música). Estas escuelas palatinas dan origen a las primeras Universidades Bolonia (1088), Paris (1090), Oxford (1096), Cambridge (1209) y Salamanca (1214) creada a instancias de Alfonso X ("El Sabio"); y aun más antigua fue quizá la de Fes en Marruecos.

El progreso de las Universidades como agremiación de Profesores y Estudiantes fue tan rápido que, hacia el 1500, había en Europa unas 70 universidades propiamente dichas. Es de notar que desde su origen la Universidad surge como una asociación corporativa e incluso como sindicato, mas no como una institución Estatal, ergo: el

atributo de autonómico, de la universidad solo es alcanzable bajo la asociación corporativa de sus actores: profesores y estudiantes.

Las primeras universidades, se llamaron en realidad *Universitae Studium Generale*, para denotar que eran Escuelas con Instalaciones para Estudiar y con alumnos de varias zonas geográficas, que en forma de asociaciones contrataban profesores para instruir en *Artes Liberales*, es decir en Leyes, Teología y Medicina principalmente. Luego desde su origen la Universidad es “liberal” y Global, en el sentido de que los estudiantes y profesores provienen de distintas comarcas, ergo: la Universidad no puede ser Universidad y municipalizarse a la vez.

La primera gran reforma Universitaria ocurre con la creación de la Escuela Politécnica de París, por Napoleón Bonaparte en 1794, profesionalizando y titulando a los ingenieros. La reforma incluye la educación general (liceos) según la cual la enseñanza es Estatal, Laica y Oficial, en el sentido de tener programas y contenidos prescritos. Se crean el *magistri*, o profesor, y se oficializan las Escuelas Normales y las Facultades. Las profesiones, devienen de profesar, es decir como resultado de los “secretos” (saberes) de la congregación. La Universidad pasa a ser Titulante en el sentido de que certifica saberes y destrezas específicas para las profesiones Liberales, aquellas que tienen un corpus de conocimientos organizados con métodos propios para el cultivo de determinado Arte o Ciencia. Ergo: la Universidad no titula el ejercicio de labores empíricas o por ejercitación; a Napoleón se le ocurrió crear una escuela de Jinetes, y una Academia de Pintura pero no las llamo Universidad; como tampoco existe en el mundo ninguna universidad del baseball o del futbol.

Fue Wilhelm Guillermo von Humboldt, hermano de Alexander, quien introduce la segunda gran reforma en 1810, en la Universidad de Berlín, al concebir la Universidad como establecimiento científico de nivel superior, y considerar la ciencia como búsqueda incesante del conocimiento, la universidad debe realizar investigación. El trabajo del profesor, requiere de su dedicación permanente y la colaboración de los estudiantes, que son parte integrante de su labor de investigación y sin ellos ésta no sería igualmente satisfactoria. Ergo: No puede hacerse una verdadera Universidad sin la creación de conocimientos basados en la investigación científica. Como lo dice el pórtico de la Universidad de Salamanca, que ilustra estas líneas: “*lo que natura no da, Salamanca no lo presta*”.

## 10 TYCHO DESCUBRE UNA ESTRELLA NUEVA



En el siglo XVI, la Astronomía no era una profesión adecuada para un noble. Pero el astrónomo danés Tycho Brahe, que procedía de muy buena familia, no pudo evitar serlo. Primero observó un eclipse de Sol. Luego, una conjunción entre Saturno y Júpiter. Y, el 11 de noviembre de 1572, una nueva estrella muy brillante en la constelación de Casiopea. Esta estrella era una "supernova", un fenómeno que contradecía la inmutabilidad de los cielos propuesta por Aristóteles, según se desprende de su obra "*De nova et Nullius aevi memoria prius visa Stella Contemplatio Mathematica*". La muerte violenta de una estrella, cuando llega el final de sus días, es todo un espectáculo de pirotecnia que se conoce como supernova. Primero y de forma repentina, como si quisiera llamar nuestra atención, la estrella incrementa su luminosidad varias decenas o cientos de miles de veces liberando una gran cantidad de energía (la equivalente a la producida por el Sol durante mil millones de años). Después, aparece como un punto muy brillante en el cielo, allí donde antes pasaba inadvertida. Y, tras unos meses, desaparece de nuestra vista para siempre.

Tycho Brahe realizó observaciones astronómicas durante más de veinte años sin telescopio, que no se utilizó en Astronomía hasta después de su muerte (se cree que Thomas Digges, astrónomo inglés coetáneo de Tycho Brahe, ya conoció el telescopio, pero no se divulgó por la ventaja que proporcionaba en la prevención de un ataque naval). Pero el astrónomo danés no fue el único que observó la supernova de

1572. Un contemporáneo, el valenciano Jerónimo Muñoz, escribió por entonces, a petición de Felipe II, el *Libro del nuevo cometa* (pues así la llamó), con el fin de demostrar que la nueva estrella estaba situada en la esfera celeste, en contra de la doctrina aristotélica. El mismo Tycho Brahe comentó este libro en su extensa recopilación en los *Astronomiae Instauratae Progymnasmata* de 1603, comparando las observaciones de Muñoz con las suyas propias.

La rivalidad en torno a la *stella nova* no llegó al extremo de batirse en duelo, como había hecho a los 20 años (en esa ocasión, Tycho perdió parte de su nariz, que substituyó con una prótesis de oro y plata). El danés citaba extensamente los trabajos de diversos autores sobre esta supernova en su compilación de 1603, y en particular elogiaba los conocimientos astronómicos de Jerónimo Muñoz. Los astrónomos han buscado, aun sin éxito, la estrella compañera de la supernova de Tycho con algunos de los mayores telescopios del mundo. En los alrededores de los restos de la supernova han hallado una estrella subgigante (denominada "Tycho G") que se mueve mucho más rápido que las estrellas de la vecindad y concuerda con las expectativas de posición, distancia y velocidad previstas.

La primera obra de Tycho, citada, le granjeó la fama y la protección de l rey Federico II de Dinamarca, quien fuera su mecenas por mas de 20 años, dotándolo de las ventajas que astrónomo alguno haya tenido jamás: la concesión de toda la Isla Hven, cerca de Copenhague, un castillo, laboratorios, talleres y hasta una imprenta propia, además de la servidumbre y custodia.

De suerte que la nova de Casiopea trajo dicha y prosperidad para Tycho, en la misma medida que elaboraba las agoreras profecías de los horóscopos Reales para Federico II. La vida de Tycho, de alguna forma nos ayuda a comprender porque, en las orbitas adulantes del poder, son mejor recompensados los vaticinios catastróficos que los buenos augurios, por inciertos o inevitables que sean los primeros.

## 11 ARMONIA DE LOS PLANETAS



Ya en la era de las universidades europeas un joven egresado de Teología en la Universidad de Tübingen (Alemania); Johannes Kepler (1571- 1630) se granjeaba la vida como Profesor de Matemáticas y Astronomía, en 1584, en el colegio de Granz. Durante 1597, contrajo nupcias con Barbara Müller, y publicó *Mysterium Cosmographicum*, obra que gana la admiración del ya famoso astrónomo Tycho Brahe quien le invita en 1600 a Praga como matemático y astrónomo de la corte. Durante años fue el ayudante y discípulo de Brahe, midiendo el tiempo de revolución de Marte, cuyo año es de unos 687 días; pero en sus efemérides; basadas en las ideas de Copérnico según la cual los planetas giran en orbitas circulares en torno al Sol; el escurridizo Marte se desviaba de su posición en el cielo hasta por 8 minutos de arco. Tras muchas cavilaciones, años después de la muerte de Tycho, logró reproducir la órbita de Marte y de todos los planetas suponiendo que giraban en torno al Sol en orbitas elípticas en lugar de esféricas. En 1609 publicó su obra *Astronomía Nova*, resumen de sus cálculos de la órbita de Marte. En ella expone dos de sus tres "leyes del movimiento de los planetas". Hábil astrónomo y no menos matemático sentencia en *Astronomía Nova*: "La vista debe aprender de la razón".

En 1610 publicó *Dissertatio cum Nuncio Sidereo*, sobre las observaciones de Galileo y, al año siguiente, realizó sus propias observaciones de los satélites descritos por el italiano con la ayuda de un telescopio, publicando sus observaciones en su obra *Narratio de Observatis Quatuor Jovis Satellitibus*. En 1615 su madre fue acusada de brujería por la Inquisición y Kepler asumió su defensa, hasta conseguir su liberación. En 1619 publicó *Harmonice mundi*, obra en la que hizo pública su tercera ley. En Linz, ya viudo, contrajo segundas nupcias, no

sin antes elaborar un *“tratado de cómo conseguir esposa”*, breve opúsculo con cálculo de probabilidades, que al menos le garantizó una nueva compañera con 4 descendientes adicionales a sus tres hijos previos.

Y en 1613 publicó un trabajo sobre la fecha del nacimiento de Jesús demostrando que el calendario estaba errado y que Jesús había nacido en el año 4 a.C. En 1621 publicó *Epitome astronomiae copernicanae*, reuniendo todos sus descubrimientos, obra que ayudó a difundir el heliocentrismo copernicano, *“Mi intención es demostrar que la máquina celestial no es como un ser divino, sino como un reloj”*.

En 1625 publicó las *“Tablas Rudolfinas”*, tablas del movimiento planetario basadas en los datos de Brahe que reducían notablemente los errores de las tablas anteriores respecto de la posición de los planetas y estrellas, de singular uso para la navegación comercial. Kepler se destacó también por sus aportes a la óptica, descubrió la reflexión total, formuló la primera Teoría de la Visión moderna, además, desarrolló un Sistema Infinitesimal, antecesor del Cálculo Infinitesimal de Leibnitz y Newton; y empleó en sus cálculos los logaritmos recién inventados por Neper.

La complejidad inteligible de la armonía planetaria nos recuerda la otrora reflexión de Kepler, en su obra de 1604, *De Nova Stella in pede Serpentario...* *“ayer, cansado de escribir, con el espíritu fatigado por mis meditaciones..., me senté a la mesa en la que mi esposa acababa de servir una ensalada ¿crees tú, le dije, que si desde la creación del mundo, hubiera platos de estaño, hojas de lechuga, sal, aceite, vinagre y pedacitos de huevo duro flotando en el espacio en todos los sentidos y sin orden ni concierto, el azar habría podido reunirlos hoy para confeccionar una ensalada?. En todo caso, respondió mi bella esposa, no sería ni tan buena ni estaría tan bien preparada como ésta”*.

Las Tablas Rudolfinas con las medidas realizadas por él y Tycho Brahe, le trajo fama pero no fortuna. Tras innumerables percances y litigios con los herederos de Tycho, con las calamidades del incendio de su imprenta, y el cobro infructuoso de honorarios ante Rodolfo II, su mecenas y empleador. Fallece Kepler; el Einstein del siglo XVII; antes de poder cobrarlas, nunca descansó en su prolífica actividad académica, quizá por ello el epitafio de Kepler dice *“Medí los cielos, y ahora las sombras mido. En el cielo brilló el espíritu. En la tierra descansa el cuerpo.”*

## 12 MENSAJERO DE LAS ESTRELLAS



Desde los albores de la civilización, el hombre ha escrutado los cielos, para inquirir sobre la naturaleza y en sus divagaciones mágicas religiosas. Es Perogrullo que esa cosmovisión del orden inmanente en la naturaleza deviene del movimiento cíclico de los astros en la bóveda celeste y de la curiosidad por explorar sus causas.

Si en el universo hay orden impuesto, entonces los cielos son inmutables y también las estrellas; razona Aristóteles en su obra *Physica* (naturaleza). Principios estos tomados para sí por el cristianismo hasta bien entrada la Edad Media. Luego los astros deben orbitar alrededor de los humanos y su planeta (Geocentrismo) tal y como lo postulara el astrónomo alejandrino Claudio Ptolomeo, en el *Almagesto* (s II d.C.) y cuyo modelo Geocéntrico explicaba satisfactoriamente el movimiento de los astros y facilitaba la navegación.

Los pensadores griegos anteriores a Ptolomeo lograron, como Eratóstenes, estimar correctamente el radio terrestre, o como Aristarco de Samos, estimar la distancia Tierra-Luna, imaginar al Sol millones de veces más distante e intuir que los planetas giran a su alrededor (Heliocentrismo), lecturas antiguas que influenciaron en el Doctor en Derecho canónico Nicolás Copérnico; quien revitalizó la concepción de que era Sol y no la Tierra, el centro del sistema planetario; en su obra *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (Sobre las revoluciones de las esferas

celestes) que apenas pudo verla publicada el día de su muerte el 24 de mayo de 1543.

La inmutabilidad de los cielos, pregonada por Aristóteles y la ortodoxia católica, fue puesta en entredicho por la aparición súbita de estrellas “novas” (nuevas) como las estudiadas por el astrónomo Danes Tycho Brahe en 1572; y su discípulo Johannes Kepler en 1604.

También en 1605, Galileo, profesor en la universidad de Pisa, observa una estrella nova, que comunica en *Dialogo in Perpuosito de la Stella Nova*. Por eso un discípulo le da detalles de un aparato “para mirar de lejos” expuesto en la Feria anual de Frankfurt de 1608, procedente de Holanda; donde Juan Lippershey solicitó una patente en agosto de 1606, inspirado según parece hoy, en el precario instrumento construido en Middelbourg por Zacarias Jansen en 1590.

Con esos detalles y los excelentes cristales de la isla de Murano (Venecia), Galileo escrutó por vez primera los cielos con un telescopio de su construcción, observando los accidentes lunares, descubriendo miles de estrellas invisibles hasta entonces y en particular las que se movían entorno a Júpiter (bautizadas como Mediceas, y conocidas hoy como satélites galileanos); confirmando la Teoría Heliocéntrica de Copérnico y fundaba la astronomía telescópica.

Sus resultados fueron publicados en Marzo de 1609, en la obra *Sidereus Nuncius* (Mensajero de las Estrellas). Ese libro de solo veinticuatro páginas, escrito sin rigor coherente se lo envía a Kepler. Quien respondió con el ensayo titulado *Conversación con el Mensajero de las Estrellas*, que se publicó en Praga en mayo de 1609, donde elogia las ideas de Galileo, para acallar las diatribas y el escepticismo de sus colegas frente al entonces desconocido Galileo. Como la afirmación del jesuita Martin Horkey “Los astrólogos han hecho sus horóscopos teniendo en cuenta todo aquello que se ve en los cielos. Por lo tanto los astros mediceos no sirven para nada y, Dios no crea cosas inútiles, estos astros no pueden existir”...que Galileo responde: “No son inútiles, sirven para hacerle irritar a Ud..”

### 13 ADVENIMIENTO DEL TELESCOPIO.



La cofradía epistolar entre Galileo Galileo (1564-1642) y Johannes Kepler (1571-1630) se debe a la invención del Telescopio o “Tubo Óptico” como lo bautizo Galileo. Quien por cierto no lo invento, como el mismo lo reconoce en su obra *Sidereus Nuncius* (Mensajero de las Estrellas), publicada en Venecia en 1610. Ya en septiembre de 1608 durante la Feria anual de Frankfurt se exhibía un ejemplar para su venta, probablemente procedente de Holanda, donde Juan Lippershey solicitó en Middelbourg una patente del instrumento para “mirar de lejos” el 02 de agosto de 1606, inspirado según parece hoy día, en el precario instrumento construido en esa ciudad por Zacarias Jansen en 1590. De hecho la primera observación astronómica con telescopios parece más bien deberse al Ingles Thomas Harriot que trazó un mapa de la Luna en el verano de 1609, al menos un año antes que Galileo.

Galileo admite haber fabricado su antejo a partir de otro prototipo holandés en 1609, obteniendo así mejor poder de magnificación. Leemos en *Sidereus Nuncius* “sin ahorrar ni trabajo ni gastos, construí por mi mismo un instrumento tan superior que los objetos vistos a través de el aparecían aumentados casi un millar de veces y parecían estar mas de treinta veces mas cerca que vistos solos con el poder natural de los ojos”. Esta fue la primera obra certifica de Galileo y donde describe entre otras los accidentes lunares y el descubrimiento de los satélites de Júpiter (estrellas “mediceas” como las bautizo Galileo en honor a su mecenas el Gran Duque de Toscana).

Ese libro de solo veinticuatro paginas, escrito quizás apresuradamente y sin rigor coherente le fue enviado por el propio

Galileo a Kepler, recibéndolo el 8 de abril de 1610. Luego de lo cual Kepler respondió con el ensayo titulado *Conversación con el Mensajero de las Estrellas*, que se publicó en Praga en mayo de ese mismo año. Allí Kepler hace una valoración muy positiva de las ideas de Galileo, para acallar las diatribas y el escepticismo de los académicos de las Universidades ubicadas fuera de Florencia, frente a lo escrito por el entonces desconocido Galileo. Sorprende sin embargo que Galileo jamás le enviara a Kepler un ejemplar de su "Tubo Óptico" a pesar de los ruegos y del envío de dinero que le hiciera Kepler., entre otras porque según Galileo "lo he entregado al Gran Duque quien quiere exhibirlo en una galería como su más preciado tesoro, luego de lo cual se lo enviare a los amigos".

Ello fue el resultado de aquel espectáculo del 08 de agosto de 1609, donde Galileo invitó al Senado Veneciano a probar su catalejo desde la Torre de San Marcos, luego de lo cual le donó un ejemplar al Senado, explicando que "el Tubo Óptico podía divisar velas y naves situadas tan lejos, que incluso a toda velocidad, se distinguirían horas antes de su llegada al puerto".

Hay así una anécdota atribuida a ese suceso, según la cual Cosimo II, Gran Duque de Toscana, al mirar por el anteojo de Galileo, le dice "lo felicito, es sublime", a lo cual Galileo, padre de varias hijas y con oficio de profesor a domicilio, le responde: "nada es tan sublime como para no tener precio, ese instrumento se llama "Tubo Óptico", sirve para prevenir un ataque por mar y vale 500 Florines". No sabemos la exactitud de la anécdota que el dramaturgo alemán Bertolt Brecht (1898-1956) puso en boca de Galileo. Lo cierto es que el Senado de Venecia dobló a 1000 Florines al año el salario de Galileo y le nombro Profesor vitalicio de Padua, por entonces perteneciente a la Republica de Venecia. Quizás por esa razón y no por otra jamás le envió el telescopio a Kepler.

## 14 LAS HEREJÍAS DE GALILEO.



“Yo, Galileo, hijo de Vincenzo Galilei, florentino, de 70 años de edad, intimado a presentarme personalmente frente a este tribunal y arrodillado frente a vos, Eminentísimos y Reverendísimos Señores Cardenales Inquisidores-Generales contra la gravedad herética en toda la comunidad cristiana, ..., juro que siempre creí, que creo, y, merced de Dios, creeré en el futuro, en todo cuanto es defendido, pregonado y enseñado por la Santa Iglesia Católica y Apostólica. Pero considerando que ... escribí e imprimí un libro en el cual discuto la nueva doctrina ya condenada y aduzco argumentos de gran fuerza en su favor, sin presentar ninguna solución para ello, fui, por el Santo Consejo, acusado de vehementemente sospechoso de herejía; esto es haber sostenido y creído que el Sol está en el centro del mundo y que la Tierra no está en el centro pero se mueve;...abjuro, maldigo y detesto los citados errores y herejías y sectas contrarios a la Santa Iglesia, y juro que en el futuro nunca más diré, ni afirmaré, verbalmente ni por escrito nada que proporcione motivo para tal sospecha respecto a mí.”

Así se expresó el 22 de Junio de 1633 en un salón del convento dominicano de Santa María Sopra Minerva, en Roma, Galileo, para cerrar uno de los capítulos más oscuros de renacer del pensamiento científico, racional y académico en favor de la Teoría Heliocéntrica, según la cual la constitución del Sistema Solar, difería de la otrora doctrina, osificada y paradigmática, del Geocentrismo (Egocentrismo, como diríamos hoy) postulada por Aristóteles, defendida luego por Claudio Ptolomeo y asumida acriticamente por los Santos Conciliábulo de la Iglesia católica de la época. En el mundo de Aristóteles, cada cosa tiene su lugar, y en él debe permanecer. Cuando, por cualquier razón,

algo se separa de su posición “natural”, tiende a reasumirla de nuevo por acción divina. Tal pensamiento ejerció una fuerte influencia, incluso en los círculos académicos, pues posibilitaba para todo la acción omnipresente de Dios en la naturaleza y en las acciones humanas, actuando entonces como mecanismo de poder y coacción.

Sin embargo, los métodos “heréticos” y las particularidades observadas por Galileo, permitieron que contemporáneos de avanzada se aventuraran a producir cambios en las sagradas escrituras. Así Kepler, utilizando las posiciones del planeta Marte observadas por Tycho Brahe , abdicó a favor de las órbitas elípticas de los planetas en lugar de los complicados Ciclos y epiciclos inventados por Ptolomeo para explicar el movimiento de los planetas sobre el firmamento estrellado. También el pensamiento de Galileo dejó huellas indelebles en Torrichelli, inspiraron a Newton y despertaron la investigación en el letargo medieval de la Europa de entonces.

Se rumora que el propio Galileo, después de retractarse, pronunció la frase: “eppur si muove” (y sin embargo se mueve) con lo cual terminó refugiado en la residencia del gran duque de Toscana, su protector y amigo, para cumplir la sentencia de prisión domiciliaría perpetua (que le impediría viajar; por ejemplo) y la repetición semanal por tres años de los siete salmos penitenciales.

Las herejías modernas en contra de la “ciencia oficial” no son tan dramáticas como antes, pero sí igualmente frecuentes. Solo la discusión racional y sincera, racional, respetuosa y valiente producirá los ansiados cambios para un futuro mejor. Cerremos esta reflexión con la cita del inmortal Cervantes, cuando el Quijote le dice a Sancho: “ladran, Sancho, ladran, señal de que avanzamos”.

## 15 LOS HEMIFERIOS DE MAGDEBURGO



¿Quién no ha “sufrido” los rigores de destapar un envase firmemente sellado? Y es que los alimentos y otros productos cerrados “al vacío” ofrecen a la vez una prueba de paciencia y, ¿por que no?, la oportunidad de reconciliarnos con la naturaleza de la presión atmosférica. Para algunos, el destapar un envase tan firmemente cerrado al vacío es cuestión de horror, epíteto tan Aristotélico como la frase “la naturaleza siente horror por el vacío”, frase que en el siglo XVII constituía el principio según el cual todo espacio debería contener materia bien sólida, líquida o gaseosa; y a falta de esta última habría una membrana invisible o *funículo* como la llamaba Linus, o bien un *éter invisible* como proclamaban los alquimistas. Si un tubo capilar abierto en sus dos extremos y cuasi lleno con algún líquido se tapa con el dedo pulgar, se siente una succión hacia el interior del tubo, esta succión o presión negativa era la evidencia de la existencia de ese elemento denominado *funículo*.

Evangelista Torricelli (1608-1647), discípulo de Galileo, fue el primero en advertir que el aire pesaba y que, en consecuencia, la presión atmosférica es la fuerza que ejerce la columna de aire sobre una superficie unidad. Es casi Perogrullo el afirmar hoy día que la masa de aire atmosférico, sobre un metro cuadrado de superficie terrestre, disminuye con la altura respecto al nivel del mar. Blaise Pascal (1623-1662) en Francia y Robert Boyle (1627-1691) en Inglaterra refutaron las interpretaciones Aristotélicas sobre el vacío, probaron la inexistencia del *funículo* y elaboraron la comprensión moderna de la Presión Hidráulica. Bien conocida es la relación entre el volumen y la presión de un gas (a temperatura constante) que algunos autores citan como la Ley de Boyle; relación que el propio Robert Boyle le atribuye en realidad a

su ayudante Robert Hooke y que reobtendría, años mas tarde de forma independiente, el químico francés Demé Mariotte.

Los experimentos de Boyle y de Pascal fueron motivados por la “máquina de vacío” que ideó en Magdeburgo el físico alemán Otto von Guericken (1602-1686). Guericken ideó la forma de crear artificialmente vacío, calentando un par de semiesferas de cobre o hemisferios para extraerles el vapor de su interior (como las modernas ollas a presión), y mostraba las bondades del vacío en un conjunto de demostraciones circenses. Quizás la más conocida es aquella en la cual participaron 16 caballos o bestias de tiro, colocadas de a ocho por lado y amarradas a las asas de los hemisferios, galoneando a las recuas se intentó sin éxito separar los hemisferios; falleciendo dos de los mejores corceles del Conde de Magdeburgo, quien perdió públicamente la apuesta. Luego Guericken mostraba como podían ser separados los hemisferios hasta por un niño, al accionar la válvula para la entrada de aire.

La relación entre presión y vacío es todavía motivo de controversia en la Cosmología moderna, porque la expansión que exhiben los grupos de galaxias a gran escala, podría ser causada, a decir de las Teorías Inflacionarias del Universo, por una cierta “presión de vacío” en los instantes iniciales del Big Bang que originó el Universo. Claro está que contextualizar esta “presión negativa” por medio de oscilaciones cuánticas del vacío dista mucho de la discusión presente sobre la presión atmosférica, sin embargo cabe preguntarse que tan distinto es en esencia el término *fluctuaciones cuánticas* del término *funiculo*. En ambos casos se trata de una interpretación de un hecho observacional, y ambas proponen la existencia de “algo” que no puede ser demostrado de forma independiente.

Al final la elección de Teorías y Modelos es cuestión de criterios, y todo aquello donde quepa el libre albedrío o el criterio de elección vale recordar, parafraseándonos con Blaise Pascal, “ *hay razones del corazón que la razón desconoce...es insuficiente convencer a la inteligencia; es necesario persuadir al corazón. Por lo tanto, el espíritu geométrico es impotente y se debe recurrir al espíritu de la finura*”.

Cuenta la leyenda que una de estas espectaculares demostraciones de von Guericken y otras de su invención como la del generador eléctrico, le valieron gran popularidad y fama en la localidad de Magdeburgo, al punto que fue elegido su alcalde, cargo que ejerció ininterrumpidamente durante ¡ 35 años!, posiblemente por unir los hemisferios aquellos que otros querían dividir.

## 16 GRAVEDAD: LEY UNIVERSAL



Al ver la Luna describiendo un arco bajo un fondo estrellado, en su movimiento aparente en el cielo, no imaginamos que en realidad la Luna cae continuamente a la Tierra de la misma forma en que cae un objeto cuando lo lanzamos al aire. Se requiere de cierta abstracción para descubrir que las Leyes que gobiernan el movimiento de los astros son las mismas que describen la trayectoria de los cuerpos en la superficie terrestre. Esa gran síntesis que iguala la gravitación terrestre (responsable de la caída de los cuerpos) con la gravitación celeste (responsable del movimiento planetario y de los astros) fue demostrada por Isaac Newton en su magna obra "*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*", publicada por S. Pepys con fecha 5 de Julio de 1686. La Ley de Gravitación Universal afirma que la fuerza gravitacional con la cual se atraen dos cuerpos es proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellos.

Parece cierto que Robert Hooke, en forma independiente encontró primeramente la ley de la inversa del cuadrado, hay evidencia epistolar de 1679 entre Hooke y Newton donde aquel comunicaba esta conclusión. Quizás por ello, y por los trabajos previos de Plutarco y del profesor Borelli, de la Universidad de Pisa, que Newton aseveró respecto de su propia obra: "me he elevado muy alto porque me he montado en los hombros de gigantes". Y es que Borelli en 1666 estudió las lunas de Júpiter, descubiertas por el antecesor profesor de Pisa: Galileo, y esbozó algunas ideas de la gravitación en su obra *Theoricae Mediceorum Planetarum*. También es historia que fue Halley, quien

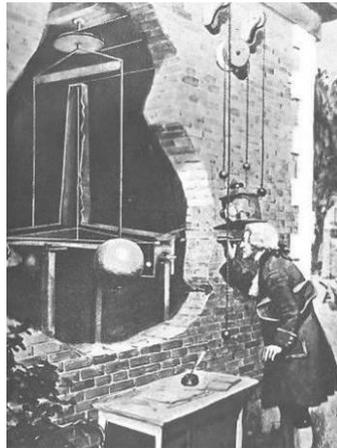
animo a Newton para que publicara sus resultados, al punto que financió la impresión de los *Principia*; nueve años después de que este hiciera la demostración de las leyes de la Mecánica.

La grandeza de Newton y su obra no es en sí el descubrimiento de la Ley de la Gravitación, sino mas bien la gran síntesis teórica al de derivar dicha ley a partir de las leyes de la mecánica sintetizadas en los dos primeros tomos de los *Principia* y mostrar que podía derivarse analíticamente las Leyes del movimiento planetario, descubiertas otrora por Kepler. Además de explicar en el tercer tomo de los *Principia*, el fenómeno de las mareas y predecir analíticamente la periodicidad de los cometas como el descubierto por su amigo Halley. Todo ello en un solo tratado, donde además calculó la aceleración de la gravedad terrestres en su valor medio de 9.8 metros por segundo cuadrado, la masa del Sol y de la Luna y de estimar las dimensiones del Sistema Solar, vale decir de las distancias al Sol de cada planeta.

La gravitación es hoy día una de las tres interacciones fundamentales de la naturaleza, y su causa ultima nos resulta desconocida, el propio Newton lo confiesa: “ He explicado hasta aquí los fenómenos celestes y los del mar por la fuerza de la gravedad, pero en ninguna parte he señalado cual es la causa de la gravitación...- Fue solo hasta 1916 que Albert Einstein, en su Teoría de la Relatividad Generalizada, señala la curvatura del espacio como la causa de la fuerza de la gravedad. Hoy todavía en discusión, quizá, parafraseandonos con Newton, por la frase ya famosa: “*hypotheses non fingo*” que resume la actitud del científico: no admitir nada, en sus razonamientos, que vaya más allá de los hechos.

La sobrina de Newton, Catherine Barton, le escribió a Voltaire; amigo de éste y asistente a su funeral, que a Newton se le ocurrió la Ley de Gravitación Universal en su huerto de Woolsthorpe al ver caer una manzana. Y uno reflexiona: Newton vio caer una manzana y se le ocurrió la Ley de Gravitación Universal...algunos políticos ven que el país se les viene encima y no se les ocurre nada !!.

## 17 PESANDO A LA TIERRA



Establecida, la ley de gravitación universal por Newton, todos sus cálculos estaban basados en la atracción relativa entre objetos de masas diferentes. El valor que permitiría establecer la fuerza absoluta de la gravedad, la constante gravitatoria, era desconocido. Un siglo después de la publicación de los Principia de Newton, todavía quedaba sin realizar un experimento sugerido en el libro: si se suspendía una plomada junto a una montaña, la gravedad de la montaña la empujaría ligeramente fuera de la vertical, y la desviación podría ser lo bastante grande que permitiría calcular las masas relativas de la montaña y de la Tierra. Y si la masa de la montaña podía ser estimada, entonces sería posible llegar hasta el valor de la masa de la Tierra y, por consiguiente, a la constante de la gravitación. El propósito de determinar la densidad terrestre era requerida en la astronomía del siglo XVIII, puesto que, una vez conocida, se podrían encontrar las densidades de la Luna, el Sol y el resto de los planetas.

El problema era encontrar una montaña adecuada, así la Royal Society se lanzó a buscar una montaña conveniente en 1772, en las highlands escocesa, encargando para ello a Charles Mason y Charles Hutton, para ejecutar la experiencia; junto a Henry Cavendish, que no participó finalmente en los experimentos, del llamado "comité de la atracción". El cálculo sólo había sido posible basándose en suposiciones sobre la forma de la montaña y en el tipo de roca que la componía.

En 1798 Henry Cavendish se replanteo el problema de estimar la densidad de la Tierra. Era ya conocido por sus aportes en la química

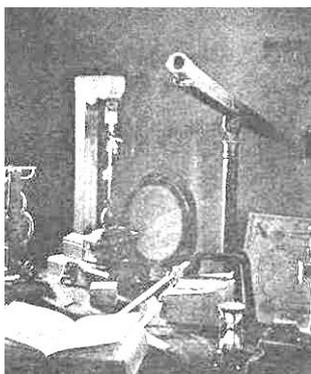
de gases y en la electricidad, y a sazón pertenecía a la Royal Society, a la que perteneció también su difunto padre, Lord Charles Cavendish, prestigioso meteorólogo que fuera director del Museo Británico.

John Michell, propuso medir la densidad de la Tierra mediante una balanza de torsión pero murió en 1793 antes de completarla, y el instrumento llegó a manos de Cavendish; quien lo reconstruyó, realizando varios experimentos muy cuidadosos y sus informes aparecieron publicados en 1798, en 57 páginas de *Philosophical Transactions*, dedicadas en su mayoría a eliminación de posibles fuentes de error en la medida. Y todo esto cuando contaba con 67 años.

. El instrumento reconstruido por Cavendish Consistía en dos esferas metálicas, de plomo de unos 175 kg cada, suspendidas de un caballete de acero y separadas 1,8 metros; además de dos bolas más pequeñas de 5 centímetros diámetro, suspendidas cerca de las primeras y conectadas entre sí por un fino cable de cobre. Estaba diseñado para medir el movimiento de torsión creado en el alambre por la atracción gravitatoria que ejercían las bolas más grandes sobre las más pequeñas mientras se movían sobre unas poleas que las mantenían suspendidas. Para impedir perturbaciones causadas por corrientes de aire, Cavendish emplazó su balanza en una habitación a prueba de viento y midió la pequeña torsión de la balanza utilizando un microscopio. Finalmente propuso que la densidad de la Tierra era de 5,48 veces la densidad del agua, dentro del 1 % de error que se acepta hoy día. Y con ello fue posible, años después de la muerte de Cavendish, estimar el valor de la Constante de Gravitación Universal, empleando su método y finalmente, todo el sistema solar había sido pesado y medido.

A principios del siglo XIX, Cavendish probablemente era el hombre más rico de toda Inglaterra, pero vivía muy humildemente. En cierta ocasión, su banquero le comentó que poseía en su cuenta corriente el equivalente a 7 millones de euros, y le instó a invertirlo para conseguir mayor interés, Cavendish le respondió que si volvía a molestarlo, se llevaría su dinero a otro banco. Hizo construir una escalera posterior en su casa a fin de entrar y salir sin ser visto por su servidumbre. Misógino, introvertido y ermitaño al extremo de comunicarse con sus sirvientes solo por notas escritas. Su ambición era saber, no ejercer de sabio, no le preocupaba la fama, sólo publicó veinte artículos y ningún libro por lo que muchos de sus descubrimientos no se conocieron hasta después de su muerte. Henry Cavendish fue el más rico de todos los sabios y el más sabio de todos los ricos.

## 18 LA CIENCIA: ORIGEN Y APLICACIÓN.



La ciencia como tal surge a partir del siglo XVI cuando se separó de la filosofía a la cual estuvo unida en forma escolástica desde sus inicios grecolatinos, propiamente con Aristóteles. Dicha separación se debió tanto a los nuevos métodos y objetos de la ciencia renacentista como al nacimiento de nuevas concepciones filosóficas, tales como el empirismo de Lock, ya iniciado si se quiere por Bacon, al Cartesianismo que proveyó un método de escepticismo contra los dogmas, y más tardíamente por el positivismo de Comte.

Es así como, en medio de profundas controversias y antítesis filosóficas, nace la ciencia de hoy día, pero su método y objeto se fue moldeando a través de la luz de los nuevos descubrimientos y en gran parte al resurgimiento de la cultura occidental. Tomando la ciencia como objeto orientar, guiar y conducir las acciones del hombre y sus actividades con el fin de conocer la realidad objetiva y sus consecuencias, y de buscar soluciones a los problemas del hombre.

Debido al desarrollo social y humano se impuso la división acrecentada de las ciencias, la misma división que se inició con Bacon y se consolidó con las definiciones Kantianas sobre los fenómenos, dando origen a las ciencias naturales, sociales y teológicas que conforman las áreas del saber del mundo moderno (Edad Moderna).

En la búsqueda de las Ciencias Naturales (fácticas) se ha adoptado el método inductivo de la lógica donde partiendo de casos particulares se llegan a conclusiones generales, así; investigando una porción ínfima del Universo se llega conclusiones válidas para su totalidad. Al contrario las ciencias formales como la matemática y la lógica asumen una posición razonada, desde el todo hacia las partes, debido a que "el

todo es más que la suma de las partes", claro está que por el simple pensamiento razonado se puede abarcar todo el universo y luego analizar sus partes, pero no ocurre así las Ciencias Naturales que tan sólo pueden experimentar con una porción de él.

Sin embargo, esta división de los métodos de las ciencias, tiende más a su interrelación que a su distanciamiento debido a la necesidad de subdividir las actividades y áreas del saber y vemos como la generalización científica ha tenido que ceder ante los descubrimientos. Hoy se tienen leyes físicas para un macrocosmo y un microcosmo, igualmente el actual desarrollo de la técnica plantea una revisión objetiva en cuanto a la finalidad y actuación de la ciencia ya que se ha logrado un gran desarrollo en el campo objetivo y un atraso en el campo subjetivo o plano social y moral.

En un síntoma de la postmodernidad el avance científico en manos del poder ingente de la deshumanización, a la vez que se alienan a los valores humanos y sociales para llegar a un estado en que el progreso (desarrollo) es cada vez menor para un mayor número de personas. Dialéctica que sin duda se opone al actual objeto de la ciencia como es el de velar por la resolución de los problemas de la comunidad en lugar de acrecentarlos a través del tecnicismo destructivo (bombas de neutrones, radiación y contaminación como ejemplos) que son los caminos seguros de un Apocalipsis prematuro, producto no de las ciencias como podría interpretar el neófito, si no de "mala" utilización de ésta.

La Ciencia, en su acepción como ciencia natural y fáctica, es amoral; los prolegómenos de su aplicación son producto de las decisiones políticas de su empleo. Fácil es verlo: la invención del fuego en la prehistoria (propia de la manera de producirlo) no es un éticamente censurable, claramente lo sería su aplicación y uso; de la misma manera la clonación humana, la manipulación genética y la tecnología nuclear son, en principio logros tecnológicos para la civilización, corresponde a las sociedades y a las ciencias humanas educar (y legislar quizá) para el sabio empleo de los mismos.

## 19 EL AJEDREZ Y EL TEOREMA DE GÖDEL



Estamos acostumbrados a pensar que la Matemática es una ciencia exacta, en el sentido de completa. Creemos, de ordinario, que el sistema axiomático en el cual se fundamenta la estructura algebraica de los entes matemáticos (números, matrices, tensores, etc) nos permite demostrar o derivar, a partir de aquellos, conclusiones válidas (Teoremas, lemas, corolarios) y recíprocamente que toda proposición puede ser, positivista, deducida a partir de un cierto conjunto de verdades supuestas a priori (axiomas). De ordinario creemos que, por ejemplo, partiendo de los axiomas de Peano o de los postulados de la Geometría Euclídea, se puede probar la validez o no una proposición sobre los números enteros o sobre la geometría plana respectivamente.

Esta creencia, positivista, fue relegada a partir de 1931; cuando el joven matemático Kurt Gödel publicó su trabajo "*Sobre proposiciones formales indecibles de Principia Mathematica y sistemas relacionados*". Gödel probó que todo sistema axiomático es incompleto; lo que equivale a probar que existen proposiciones matemáticas que no pueden ser demostradas ni negadas. Vale decir, que las Ciencias formales como las Matemáticas son incompletas.

Para aclarar la compleja y sutil demostración de Gödel debemos considerar la distinción entre matemáticas (sistema de expresiones sin significado concreto) y lo que Hilbert denominó las metamatemáticas (afirmaciones sobre matemáticas).

La distinción se nos aclara con el ejemplo del juego de Ajedrez. Cada una de las 32 piezas del ajedrez, los cuadrados del tablero y las posiciones de las piezas carecen de significado fuera del juego; por lo cual son análogas a los signos elementales del cálculo. Las posiciones iniciales de las piezas corresponden a los axiomas del cálculo y las reglas para moverlas dentro del ajedrez son análogas a las reglas del

cálculo matemático formalizado. Las posiciones subsecuentes de las piezas son derivadas a partir de sus posiciones originarias como en matemáticas los teoremas son derivados de los axiomas. Dada una posición es posible deducir o probar cierta afirmación (teorema) como por ejemplo, para un cierto partido dado, valdría afirmar "las Blancas darán jaque mate en seis jugadas".

Sin embargo hay afirmaciones (teoremas) que son independientes de las posiciones de las piezas tales como "no es posible dar jaque mate solo con los reyes y dos caballos" o "existe una sola combinación de movimientos que llevan a las blancas a dar jaque mate en dos movimientos". Tales afirmaciones que versan sobre el Ajedrez, no del ajedrez mismo ni de un partido particular, forman parte del metaajedrez. Tales teoremas metaajedrecísticos pueden ser contados; análogamente los metateoremas matemáticos también.

Gödel se ideó la forma de contabilizar las afirmaciones o teoremas de las Metamatemáticas, aritmetizandolas a través de un cardinal  $h$  (número de Gödel) y en seguida probó que la afirmación de la metamatemáticas:  $G =$  "la fórmula con número  $h$  no es demostrable" solo podía probarse en el caso que su negación  $\neg G =$  "la fórmula con número  $h$  es demostrable" fuera también cierta. Con ello Gödel demostró que la aritmética es incompleta porque existe al menos una verdad aritmética que no puede ser derivada a partir de los axiomas establecidos. Más aún, si añadimos un nuevo postulado, puede generalizarse el argumento para mostrar que también existe ahora una nueva verdad aritmética indemostrable, sin importar cual o cuantos axiomas se anexen al sistema original.

El legado de Gödel, es que todo sistema axiomático es forzosamente incompleto, la consecuencia inmediata es que el conocimiento humano está formalmente limitado. En las matemáticas, como en el ajedrez, las cuestiones que se confrontan no es si los postulados que supone o las conclusiones que deduce de ellas son verdaderos, sino solamente si las conclusiones que se presentan son de hecho las conclusiones lógicas necesarias de las hipótesis iniciales. Por último, debemos recordar aquí aquel famoso epigrama de Bertrand Rusell "la matemática pura es un campo de estudio en el cual no sabemos de que estamos hablando, ni tampoco si lo que estamos diciendo es verdadero".

## 20 EL MÉTODO CIENTÍFICO: ¿GUÍA O TRAMPA?



La percepción global del significado y significantes de la Ciencia y la Tecnología en la Sociedad Postmoderna presenta varios prejuicios o paradigmas asumidos acríticamente que constituyen creencias no demostradas (mitos) o son producto de un razonamiento que aparenta ser correcto (sofismas) en torno a las Ciencias Naturales, presentes incluso entre los propios científicos. Uno de esos sofismas es la creencia en la existencia de un Método Científico, entendido como un conjunto de procedimientos, reglas o pautas que permite alcanzar el conocimiento. Si bien es cierto que las Ciencias Naturales, tienen un carácter empírico que la distingue de las especulaciones, puede decirse que son, grosso modo, la resulta de tres aspectos fundamentales: el racionalismo (Mayéutica Socrática, lógica Aristotélica, Criticismo de Kant), el empirismo que nace con la incorporación de la experiencia controlada; conspicuamente representada por Grosseteste y Bacon en el siglo XII; y la incorporación de un metalenguaje (Galileo, Al Biruni, Newton por citar algunos).

De allí a que el proceso del conocimiento científico sea consecuencia de un "método" es un sofisma; pues un método es el camino o la vía para llegar a un fin. De modo que por método científico se debe entender la vía o camino para alcanzar el conocimiento contrastable o verificable ("científico"). Y estrictamente no existe una única vía para el conocimiento científico, ni histórica ni metodológicamente. Los procedimientos empíricos de observación, medición, experimentación e inferencia pueden estar o no presentes en una investigación científica particular, pero no son ni etapas ni pasos de

un procedimiento. La confusión proviene quizá, para el ciudadano común, de la difusión de la obra cartesiana del Discurso del Método, o recomendaciones para el criticismo filosófico ya sugerido por Kant. O quizá deviene de Éramos Darwin, abuelo de Charles, en sus estudios sobre el comportamiento animal, procedimiento que los conductistas emplearon como “método” en la neonata psicología de los años cincuenta. Aceptar que hay un método científico para la producción de conocimientos es cosificar la investigación científica. El mito del Método Científico, así entendido, supone entonces que el conocimiento científico se puede fabricar como los bienes: mediante un procedimiento basado en la tecnología (mediante el uso extendido de la telemática, o mediante costosísimos mega-aparatos experimentales). El quehacer académico y científico se genera en el sentido de creación intelectual, no se produce como los bienes. No está regido por pasos, vías prescritas, ni pautas; como lo ilustra la historia misma de los “descubrimientos” científicos. A pesar de que esa actividad creadora y creativa está sujeta a la contrastación y verificación (en el sentido Popperiano del término) son varias las formas, incluso simultáneas, de verificación: con las observaciones, con los experimentos (reales o mentales), e incluso con los constructos y metalenguaje (formalismo y “andamiaje” matemático) de una disciplina particular.

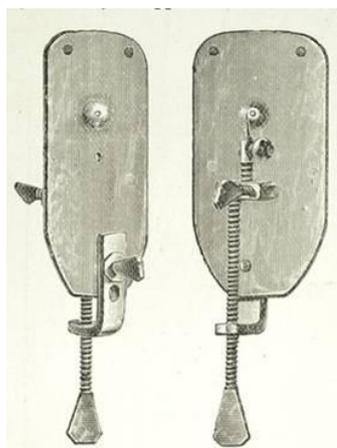
La Sociedad Postmoderna caracterizada por los rápidos y constantes cambios de una realidad ampliada exponencialmente por la globalización informática y por la complejidad tecnológica, que invade todas las actividades humanas, puede ocasionar, en el “ciudadano común o de a pie”, una nueva alienación y una mitificación errónea de la Ciencia y la tecnología. Es preciso desmitificar la Investigación Científica, debe ser presentada como un ejercicio permanente entre el intelecto humano y el mundo que le rodea, donde la contrastación racional y el libre pensamiento permiten las realizaciones concretas para satisfacer las necesidades humanas, materiales y espirituales. Esa actitud indagadora, crítica, positiva, trascendente, faliblemente humana, es justamente el espíritu científico. Y eso es lo que hay que difundir, no un “método” ni una vía o reglas para alcanzar una verdad develada que pretenda, erróneamente, reemplazar la ética religiosa a través de una cosificación mítica de la Ciencia y la Tecnología.

## II AVENTURAS EN LA NATURALEZA





## 21 Los animálculos de Leeuwenhoek



Se reconoce al comerciante de telas holandés, y ayudante de cámara del alguacil de la ciudad de Deft, Antoni Van Leeuwenhoek (1632-1723), como el descubridor del mundo microbiano e inventor del microscopio (ilustración). Si bien es cierto que el término microscopio aparece años antes, en 1625, en una publicación de la Accademia dei Lincei, la más antigua de las sociedades científicas Europeas, en un trabajo titulado *Apiarium*, donde Federico Cesi y Francesco Stelluti, reportaban sus observaciones de las abejas bajo una potente lupa que denominaron microscopio (de griego: micro: pequeño, y scopio: observar). También parece cierto que Seneca (4 a.e.-65 d.c.) y Plinio (23-79 d.c.) referían ya las esferillas de vidrio para corregir la visión, al igual que Confucio (500 a.c) y Marco Polo (1254) señalan el uso de anteojos en la antigua China.

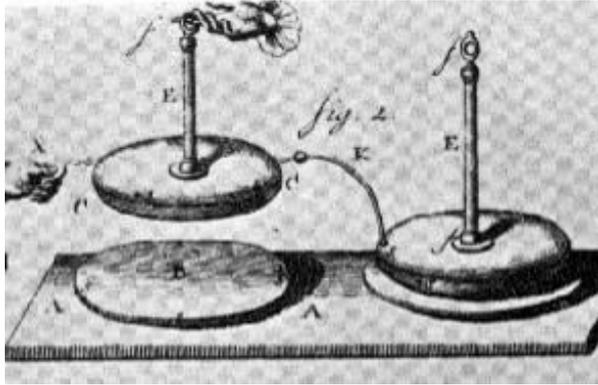
Leeuwenhoek se enteró de que los objetos cercanos vistos a través de una lente parecían de mayor tamaño. Incitado por la curiosidad aprendió a tallar las pequeñas lentes. Su curiosidad lo llevó a construir lentes cada vez más pequeñas y de menor distancia focal, inventando el primer microscopio simple. Así descubrió el mundo de los "animálculos", como los denominó, vivían en todas partes: en la lluvia, en las agua estancadas, en el sarro dental, en la levadura y granos, incluso algunos podían vivir sin oxígeno. De esta manera las clases principales de microorganismos que hoy conocemos (protozoos, algas, levaduras y bacterias) fueron descritas por primera vez por Leeuwenhoek. Quien comunicó sus observaciones en 1673 al famoso

fisiólogo holandés Regnier de Graaf, y éste a su vez a la Royal Society de Londres. Invitado oficialmente a comunicar sus resultados, en mayo de 1673, envió su primera carta a la Royal Society. No había grandes novedades en comparación con las células o celdillas descubiertas por Robert Hooke en su obra *Micrographia* (1665). Pero en sucesivas cartas, que fueran publicadas en *Philosophical Transactions* en los siguientes cincuenta años, aparecieron las descripciones de los glóbulos rojos (1673), los protozoos (1675), las bacterias (1676), los espermatozoides (1677) y la circulación de la sangre en la cola de un renacuajo (1688). Era el descubrimiento de un nuevo universo. Los numerosos trabajos de Leeuwenhoek fueron recopilados en cuatro volúmenes en la obra *Arcana naturae* (Arcanos de la naturaleza) donde escribió: *"He visto una multitud de animalitos vivientes, más de mil, moviéndose en un volumen igual al de un granito de arena"*.

Leeuwenhoek visitó ópticas y talladuras de vidrio, donde aprendió sus técnicas, logrando lentes diminutas de pocos milímetros de hasta 300 aumentos, sin revelar nunca los secretos de construcción de los centenares de microscopios que atesoró en toda su vida. Al mantener en secreto el arte de construir sus lentes, no se realizaron nuevas observaciones de bacterias hasta que se desarrolló el microscopio compuesto en el siglo XIX. A los 91 años, ya en su lecho de muerte, Leeuwenhoek hizo llamar a su amigo Hoolvliet, a quien le dijo: *"Sé bueno y toma esas dos cartas sobre la mesa, tradúcelas al latín y envíalas a Londres, a la Real Sociedad, anéxale además unos cincuenta ejemplares de mi colección (de microscopios)"*. Hoolvliet anexó la siguiente nota: *"Les envío, apreciables señores, el postrero regalo de mi amigo muerto, esperando que sus últimas palabras sean del agrado de ustedes"*.

Leeuwenhoek al descubrir que el semen humano está compuesto por "animalitos pequeños" quedó abismado por la cantidad de ellos en una gota de semen, se preguntó de pronto cuánta población de gente podía vivir en la Tierra. Calculó que la población de Holanda era de aproximadamente un millón de personas. Luego estimó que la superficie terrestre habitable debía ser unas 13.385 veces más grande que Holanda, por lo tanto, la capacidad máxima de la Tierra para albergar gente, debía ser de unas 13.385 millones de personas. Tanto como "animalitos pequeños" podrían generar un hombre a lo largo de su vida... sobre todo si como él, hubiera vivido plenamente, durante 91 años.

## 22 NATURALEZA DE LA ELECTRICIDAD (I)



Se desconoce cuándo se observaron por vez primera los fenómenos de la Electricidad. Según parece fue Tales de Mileto quien refiere la observación, por allá en el siglo VI a.C., de que el ámbar (resina fósil) podía atraer otros cuerpos si previamente se le frotaba con un paño. Quizá por ello la propia palabra electricidad deriva del latín moderno *electrius*, que significa fenómeno producido por la fricción del ámbar, o mejor: del latín antiguo *electrum* que significa ambar y también aleación de oro y plata. La etimología de la palabra nos refiere a *elektron*, vocablo griego del mismo significado y relacionado, según los entendidos, con otra raíz lingüística que se relaciona con la idea de brillo y/o resplandor.

El estudio moderno de la electricidad tiene su origen en la "máquina" ideada por Otto von Guericke en 1660, la cual generaba electricidad estática por fricción de una esfera de azufre entre cojinetes de lana. Este dispositivo pasó inadvertido por sus contemporáneos hasta que se publicó la obra de Charles Du Fay, quien advierte la existencia de dos "fluidos" eléctricos resinosa y vítrea (hoy diríamos, como las denominó Benjamín Franklin, dos tipos de carga eléctrica: "positiva" y "negativa"). En 1791 Luigi Galvani, a la sazón médico de la Universidad de Bolonia, publica su obra *De Viribus Electricitatis*, sobre sus experimentos, ya bien conocidos, de la contracción de los músculos de una rana muerta al ser sometidas a pequeñas descargas eléctricas.

Ya en 1745 la electricidad motivaba a un sin fin de experimentos sensacionalistas. El pastor von Kleist, ideó la forma de almacenar la carga eléctrica en una botella de vidrio con un corcho atravesado por un clavo de cobre, la cual se cargaba por contacto con la máquina de von

Guericke. Este experimento fue perfeccionado por Pieter van Musschenbroek, profesor de la Universidad de Leyden. El paroxismo llegó a tal que el abad Nollet realizó algunas demostraciones de la conducción eléctrica a través de enormes filas humanas: en un caso con 180 guardias reales y en otro haciendo pasar una corriente de electricidad estática entre 700 monjas tomadas de la mano.

La relación de la electricidad con los metales: el clavo de la botella de Leyden, y la varilla de metal con la que Galvani accionaba la pata de la rana, le sugirió a Alessandro Volta que estos fenómenos eran inherentes al comportamiento de la materia. Volta fue antes que nada un autodidacta, su descubrimiento del metano en 1776 y el diseño del eudímetro, además del Eléctroscopio que ilustra la fotografía, le valieron la designación a la cátedra de Física en Pavía. Luego ideó la pila, demostrando que las atracciones químicas y eléctricas son de la misma naturaleza. Ya en 1785 se le nombra rector de dicha Universidad y en 1801 Napoleón Bonaparte le invita a la academia de Ciencias de París para presenciar en persona sus experimentos donde una serie alternada de placas de zinc, de plata y de esparadrapo imbuido en sales iónicas generaban electricidad como la botella de Leyden. La batería de los autos modernos es, en esencia, la "pila" inventada por Volta. A los 67 años deseaba retirarse de la vida académica y presentó su dimisión, la cual fue rechazada por Napoleón quien sentenció: "que si las actividades académicas le causaban fatiga debe reducirlas, que no se le obligue a dictar mas de un curso al año, que un sabio tan ilustre es como un General...y que un buen General debe morir en el campo de batalla". Así el Conde Alessandro Volta siguió dictando cátedras en Pavía hasta su muerte a los 82 años de edad.

## 23 NATURALEZA DE LA ELECTRICIDAD (II)



La electricidad o manifestación de la carga eléctrica, es un término con el que se suele designar específicamente a los fenómenos asociados a la carga eléctrica. ¿Que es en suma la electricidad?, esta pregunta se la formularon Galvani, Volta, Faraday y Franklin, entre otros, durante los siglos XVIII y XIX. Los experimentos de Volta, de la generación de electricidad por medio de metales y sales (electrolitos), evidenciaron que la electricidad era un fenómeno inherente a la constitución misma de la materia. En principio se pensó que la electricidad era una suerte de fluido y los primeros experimentos del siglo XVII ya evidenciaban que existían al menos dos tipos: cargas “vítrea” y “resinosa”; términos acuñados por Charles Du Fay.

Fue Benjamín Franklin en su obra publicada en Filadelfia en 1749, “Opiniones y conjeturas sobre las propiedades y los efectos de la electricidad”, que las bautizaría con el nombre de cargas positivas y negativas; en el sentido de poseer o no un determinado atributo en la materia objeto de los fenómenos eléctricos. Bien entrado el siglo XVIII, Cavendish y Charles Augustin Coulomb realizaron, respectivamente, los aportes más significativos con el objeto de cuantificar las leyes de la electricidad, midiendo la carga eléctrica y formulando la ley que rige dichas interacciones.

Franklin es quizá el más popular de los científicos que contribuyeron a la comprensión de la electricidad, quizá por ser tan prolífero en sus actividades: librero, educador, jurisconsulto, diplomático, prócer norteamericano, y figura obligada en los actuales billetes de 100 dólares. Quizá también por su experimento con la cometa o “papagallo” que hizo volar en medio de una tormenta para demostrar el carácter eléctrico de los rayos. Experimento que le resultó fatal a su contemporáneo Georg Rochmann, profesor de Historia Natural en San Petersburgo, al intentar repetir dicha experiencia. El paroxismo por los rayos y la electricidad fue tal, que incluso se expendían paraguas con un cable “a tierra”, como en el grabado que encabeza estas líneas.

Con el desarrollo de la teoría atómica, a comienzos del pasado siglo, se estableció que los fenómenos e interacciones químicas son, esencialmente, consecuencia de la interacción eléctrica. Las fuerzas nucleares (llamadas “Fuerte” y “Débil”) y la fuerza de gravitación, prácticamente no participan en los fenómenos químicos y menos aún en las interacciones entre los seres vivos. La carga eléctrica es en sí, desde la perspectiva del mundo humano, la interacción más importante.

Es difícil admitir que la pregunta: ¿qué es la carga eléctrica?, carece aún de respuesta en su aspecto más fundamental, como no sea el afirmar crudamente que la “carga eléctrica es una propiedad fundamental de la materia”, en forma análoga a la propiedad que llamamos “masa” o a cualquier otro conjunto de atributos con los cuales suelen caracterizarse a las llamadas partículas elementales o “bloques” constitutivos de los átomos. Hoy sabemos también que el magnetismo, o la fuerza magnética, no es más que la manifestación del movimiento de las cargas eléctricas.

Las leyes que prescriben los fenómenos eléctricos, vale decir las formas como interactúa la materia y/o la radiación a través de su propiedad de carga eléctrica son bien conocidas hoy día. Los avances en electrónica y en radiocomunicaciones nos dan la sensación, un tanto ilusoria tal vez, sobre el “conocimiento” que tenemos de la electricidad. Debe destacarse, sin embargo que la conceptualización última de las fuerzas de la naturaleza aún está lejos de completarse.

## 24 NATURALEZA DEL MAGNETISMO



En el apogeo de Macedonia, en el siglo IV a.c., eran conocidas una rocas provenientes de la región de Magnesia, que mostraban la curiosa propiedad de atraer algunos metales como el hierro y el níquel. Tales rocas se denominaron Magnésicas y se conocen hoy como Magnéticas. Y a los fenómenos similares se les apelan con el calificativo de magnéticos. El mineral de hierro Magnetita es en realidad un imán natural capaz de atraer al cobalto, al hierro y al níquel. La presencia de imanes en una región del espacio modifica las propiedades del espacio en sus alrededores, se dice entonces que crea un “campo de fuerzas” magnético; que se representa por líneas entre los polos del imán.

Podemos visualizar las líneas de fuerza magnética colocando limaduras de hierro o alfileres en las cercanías de uno o más imanes. . Las limaduras de hierro quedan “atrapadas” o “congeladas” en el campo magnético, de forma similar, la materia al interior del Sol también resulta atrapada por los campos magnéticos de la “atmósfera” exterior del Sol y se puede apreciar en las manchas solares.

También nuestro planeta posee un campo magnético, quizás debido al núcleo de hierro y níquel (NiFe) de su interior. Este campo magnético global tiene su polo norte magnético en la Antártica y el polo norte geográfico corresponde al polo sur magnético, así la aguja norte de una brújula apunta siempre al Norte geográfico. El campo magnético alrededor de nuestro planeta forma un escudo contra los rayos cósmicos emanados por el Sol y son desviadas hacia los polos, donde colisionan con el aire y se muestran como cortinas luminosas conocidas como auroras boreales..

Los fenómenos eléctricos y magnéticos fueron tratados separadamente hasta bien entrado el siglo XIX. Christian Oersted (1777-1851) al finalizar una clase práctica en la Universidad de Copenhague, fue protagonista de un descubrimiento que lo haría famoso. Al acercar

una aguja imantada a un hilo de platino por el que circulaba corriente advirtió, perplejo, que la aguja efectuaba una gran oscilación hasta situarse inmediatamente perpendicular al hilo. Al invertir el sentido de la corriente, la aguja invirtió también su orientación. Este experimento, considerado por algunos, como fortuito, constituyó la primera demostración de la relación existente entre la electricidad y el magnetismo. Aunque las cargas eléctricas en reposo carecen de efectos magnéticos, las corrientes eléctricas, es decir, las cargas en movimiento, crean campos magnéticos y se comportan, por lo tanto, como imanes.

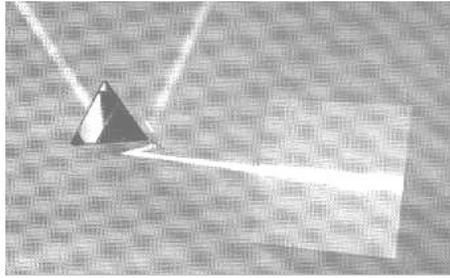
Los trabajos de Michael Faraday (1797-1878) y de James Maxwell (1831-1867) entre otros, evidenciaron la correspondencia entre ambos fenómenos y sentaron las bases matemáticas del campo electromagnético. Puede construirse un electroimán fácilmente enrollando alambre de cobre sobre un carrete de hilo. Mientras esté conectado una batería se evidencia el campo magnético inducido, capaz de atraer algunos metales.

Hoy día sabemos que la fuerza magnética es consecuencia del movimiento de las cargas eléctricas. Los electrones, como partículas cargadas en movimiento, generan un dipolo magnético intrínseco en el átomo. Los materiales presentan, de acuerdo a su composición molecular, diferentes grados de momentos magnéticos orbitales y consecuentemente, responden de forma diferente ante los campos electromagnéticos.

El magnetismo de los imanes se presenta en aquellos materiales donde los momentos magnético orbitales de las moléculas se alinean; apuntando en la misma dirección en zonas macroscópicas del material. Si el alineamiento es casi total como en el hierro, se denominen materiales ferromagnéticos. En otros materiales, como el oro y los plásticos, no hay dominios magnéticos y se dicen Diamagnéticos,. Otros como el Aluminio, solo alinean sus dominios magnéticos parcialmente, retornando a su configuración original cuando cesa toda influencia magnética externa, se dicen paramagnéticos.

Los campos magnéticos inducidos son proporcionales a la intensidad de las corrientes eléctricas. Si una corriente eléctrica cambia alternadamente su polariza, generará campos magnéticos con polaridades alternas y, en consecuencia, producirá fuerzas en direcciones opuestas. Una pieza metálica sometida al vaivén de tales fuerzas en una y otra dirección puede oscilar respecto a un eje, girando sobre él. Este es justamente el principio de funcionamiento de los rotores o motores eléctricos. Estamos rodeados en nuestra vida cotidiana de tales dispositivos..

## 25 NATURALEZA DE LA LUZ



Reconocemos en la luz un carácter diferente a la agregación ordinaria de materia, sin embargo posee la propiedad de viajar en forma rectilínea a velocidad prodigiosa y de “rebotar” sobre los objetos pulidos (espejos). ¿Es acaso la luz una sucesión de finísimas partículas? ¿Cómo puede vagar por el espacio e incluso en el vacío, en una policromía de matices?. Con un par de polarizadores (suerte de filtro parcialmente oscuro usado en fotografía) podemos hacer que un rayo de luz se combine para “cancelarse” mutuamente y tener oscuridad en lugar de luz. Este fenómeno y el fenómeno de interferencia es típico de las ondas. La interferencia puede visualizarse en las olas (ondas) que se juntan en un estanque de agua; también la luz presenta un fenómeno similar de interferencia. La Interferencia y el fenómeno de la Difracción, o la desviación de la propagación rectilínea de los rayos luminosos al pasar por el borde de un objeto, pudo ser explicado por la teoría Ondulatoria propuesta por Christian Huygens (1629-1695), desarrollada después por Thomas Young (1773-1829) y Agustín Fresnel (1788-1827); según la cual la luz es un tren de ondas.

El estudio de la luz y su conceptualización surgió paralelamente al desarrollo de la óptica y al desarrollo conceptual de la Física hasta bien entrado el siglo XX. Filósofos como Demócrito, Platón y Aristóteles intentaron teorías al respecto, en el antiguo Egipto se emplearon espejos metálicos desde la época del Imperio antiguo (2000 a.C.), Aristófanes en su poema “Las Nubes” alude en el 424 a.C. a las lentes convergentes llamándolas “vidrio quemador”, Euclides publica su libro *Catóptrica* (300 a.C.) también Arquímedes, según cuenta la leyenda, logró incendiar barcos empleando espejos esféricos durante el sitio de Siracusa.

El fenómeno de la refracción de la luz, o de la desviación de los rayos luminosos al pasar por diferentes medios, fue estudiado en la antigua “Biblioteca” de Alejandría por Herón, Cleomedes y Claudio

Tolomeo. La refracción fue teorizada por Willebrord Snell (1591-1626) y luego demostrada por René Descartes (1596-1650). La refracción de la luz puede ser fácilmente visualizada al sumergir un lápiz en un vaso medio lleno de agua, el lápiz se nos aparece como partido. El rebote o reflexión de la luz sobre alguna superficie plana, fue demostrado por Descartes quien encontró que el ángulo del rayo incidente tiene igual valor que el ángulo del rayo reflejado. Ambos fenómenos, el de la reflexión y el de la refracción, pueden ser fácilmente explicados por la teoría corpuscular de la Luz, elaborada por Isaac Newton (1624-1727); según la cual la luz es una sucesión de partículas.

Existían, hasta los albores del siglo XX, dos paradigmas sobre la naturaleza de la luz: la teoría Ondulatoria y la teoría Corpuscular, ambas podían resumirse en la pregunta ¿es la luz, un tren de ondas o una sucesión de partículas?. Por un lado estaba la formulación del Electromagnetismo debida a James Maxwell (1831-1879) que demostraba la existencia de Ondas de Luz y por el otro la formulación de la Mecánica Newtoniana que explicaba bien el movimiento de los cuerpos ¿y por que no? también de la reflexión y refracción de los rayos luminosos.

La controversia sobre la naturaleza de la Luz culminó con los trabajos de Max Planck (1858-1947) y Albert Einstein (1879-1955); según los cuales la luz estaría compuesta de paquetes de energía o fotones que se propagan incluso en el vacío como un tren de ondas. La velocidad de la luz depende entonces del medio donde se propaga y es independiente de la velocidad a la cual se mueve la fuente que la emite, la máxima velocidad de la luz ocurre en el vacío (300.000 km/s). La energía de los fotones resulta proporcional a su frecuencia; y el concepto de partícula y de onda se confunde o unifica en un solo ente, en el dominio del mundo submicroscópico.

Ese carácter dual, en el cual la Luz se nos aparece a veces como onda y otras veces como partículas es común a todo ente subatómico; como lo demostrará Louis Victor De Broglie. Así los electrones, protones y neutrones (constituyentes fundamentales del átomo) presentan también la propiedad de reflejarse, difractarse y refractarse como lo hacen los fotones. La naturaleza dual, escurridiza y asombrosa de la luz, se comprende bien a través de la Teoría Mecánico-Cuántica de la naturaleza. Sin embargo el comportamiento dual de la materia debería desaparecer en el dominio del mundo macroscópico de los humanos. Recordando al físico y literato Ernesto Sábato: habrá luz al final del túnel.

## 26 NATURALEZA DEL CALOR.



El lenguaje cotidiano es abundante en frases, a veces infelices, sobre los conceptos de calor y temperatura. Así, con frecuencia decimos “los ánimos están caldeados”, “eso está al rojo vivo” e incluso existen quienes erróneamente afirman al colocar dos cuerpos en contacto a diferentes temperaturas: “le paso el frío” o “le transfirió la temperatura”.

Es el caso que los conceptos de calor, temperatura y energía fueron objeto de arduas polémicas durante el siglo XVIII y XIX. El químico francés Antoine de Lavoisier (1743-1794) sostenía erróneamente que el calor era una sustancia, o elemento químico denominado calórico, que se impregna en los cuerpos como el agua en una esponja, y se transmite como la materia. El calórico, sin embargo, nunca pudo ser aislado y se demostró que carecía de peso. La distinción entre la cantidad de calor y la temperatura la propuso el escocés Joseph Black (1728-1799) al considerar ésta última como una medida de la “intensidad” del calor. Pues la temperatura para hacer hervir una olla con agua no depende de la cantidad de agua pero si depende del tiempo al cual se pone en contacto con un foco calorífico (llama).

Fue Benjamin Thompson (1753-1814) luego conocido como el Conde Rumford, quién demostraría que el trabajo mecánico genera calor. Su experimento crucial lo efectuó en Baviera durante su desempeño como oficial militar, y consistió en probar que se puede generar todo el calor que se quiera conforme efectuemos trabajo mecánico. Colocó una pieza de bronce para fabricar cañones, sumergida en agua, y por medio de caballos hizo girar un taladro sobre el “alma” del cañón para horadarlo. El agua del recipiente hirvió todo el tiempo mientras que la fuerza ejercida por los caballos permitiera girar el taladro. ¿Cómo podría generarse un supuesto elemento llamado calórico si la materia no se crea?. El experimento refutaba a la teoría del

calórico de Lavoisier. No se sabe si ello influyó en la vida personal de Rumford, quién terminó divorciándose de su segunda esposa Marie-Anne Paulze, viuda de Lavoisier, cuando ella, en un típico arrebato de ira femenina, lanzó agua hirviendo sobre los rosales del jardín cultivado por el Conde. Con ello demostró, la ex-esposa de ambos sabios, que las teorías científicas sobre el calórico, podían al menos “caldear los ánimos matrimoniales” en un otrora floreciente jardín de rosas.

Por esa época, Humphry Davy (1778-1829) demostraba que dos bloques de hielo en fricción continua se derretían, demostrando que el calor era producido por el trabajo mecánico. En efecto la cantidad de calor para aumentar en 1° Celsius la temperatura de un gramo de agua (la caloría) equivale precisamente a una energía mecánica de 4,18 unidades; vale decir de 4,18 Joules. El establecimiento del equivalente mecánico del calor se debió a los trabajos del médico Robert Mayer (1814-1878) y de Precott Joule (1818-1889). Como una ironía del destino Mayer termino su vida por suicidio, a causa del rechazo sobre sus correctas teorías sobre el calor. El mismo destino sufriría luego Boltzmann al conceptualizar la entropía y las bases microfísicas de la termodinámica (Mecánica Estadística).

El calor y el movimiento son pues manifestaciones de la energía, de la propiedad que tienen los sistemas físicos de efectuar trabajo mecánico, de ocasionar cambios. En particular el calor o la energía térmica equivale a la energía cinética de las partículas que componen a los cuerpos, las cuales se encuentran en constante movimiento. Una medida de la intensidad de la misma es la temperatura.

La energía adquiere diversas formas y son solo sus variaciones las que pueden ser ponderadas y medidas. Al físico alemán Hermann von Helmholtz, se le atribuye el denominado principio de la Conservación de la Energía, según el cual la energía se conserva y no se crea ni se destruye. Pero la energía en forma de calor disipado al medio ambiente no es aprovechable, de allí que en el lenguaje popular: “ahorrar energía” se refiera en realidad a ahorrar energía “aprovechable” o “utilizable” y en particular se refiere a la energía eléctrica.

Los cambios en los sistemas lo genera la energía, y el trabajo se convierte en energía térmica, en calor, que puede llevar a la elevación de la temperatura, a aumentar la entropía. Ello es también cierto en las sociedades e instituciones: si se trabaja se genera “entropía” se “caldean los ánimos” se “producen cambios”. ¿Cómo lograr el crecimiento sin alterar el equilibrio? ¿Cómo mantener el equilibrio sin detener el crecimiento?.

## 27 Kirchhoff y el oro del sol



La historia data de 1814, cuando Joseph Fraunhofer, a la sazón técnico vidriero, ideó un aparato capaz de estudiar en detalle los colores de la luz emitida por los cuerpos, empleando un prisma (como lo hiciera Newton) y aumentando luego la gama de colores mediante una lente. Ello le permitió demostrar que el espectro solar posee líneas oscuras que hoy llevan su nombre, midió tales líneas y las designó con letras, nomenclatura que es usada hoy día. Como su trabajo consistía en perfeccionar telescopios, acopló su dispositivo ("Espectroscopio") a un gran telescopio y enfocó al planeta Venus, comprobando que la luz que nos llega de este astro es una reflexión de la luz solar, por lo cual presenta el mismo espectro. Observó además, que la luz proveniente de otras estrellas, como Sirio, presentan un espectro diferente. Entre las líneas oscuras observadas por Fraunhofer se encontraba la línea D.

Robert Wilhem Bunsen (1811-1899) Profesor en Heidelberg y su colega de Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887) fueron los desarrolladores de la espectroscopia, a mediados del siglo XIX. La espectroscopia se basa en que los elementos químicos al calentarse emiten cierta luz, la cual al pasar por un prisma se descompone en un conjunto característico de líneas de colores denominado espectro.

A partir de esa línea D, Kirchhoff obtuvo junto a su discípulo Bunsen, un espectro similar al observar la combustión en una llama con el Espectroscopio ideado por Fraunhofer. En una epístola de 1859 refiere Bunsen su asombro sobre los espectros: "...Por ese método también es posible determinar la composición de los materiales terrestres, distinguiendo las partes componentes con la misma facilidad con que se pueden distinguir los materiales constituyentes en el Sol...". Un mes después de escribir esta carta, Bunsen descubre el cesio, estudia sus derivados y establece su relación con otros metales alcalinos: el sodio y el potasio.

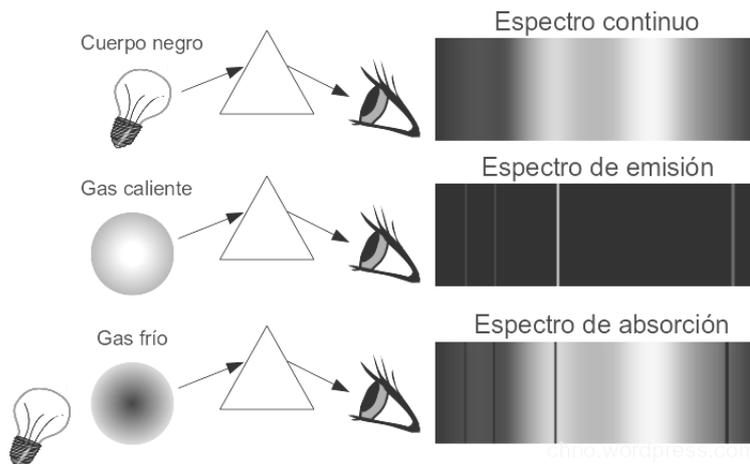
Motivado por estos descubrimientos, Bunsen, idea la forma de generar la combustión rápida a la llama, creando así la pila de carbón y zinc, que genera un arco voltaico capaz de volatilizar diversas sustancias para analizar su espectro. Con ella, publica en 1875 sus resultados sobre el estudio y descubrimiento de las "tierras raras", elementos químicos muy poco abundantes en la naturaleza. Empleó tales descubrimientos, originarios en la astronomía, para el campo de la siderúrgica al analizar los subproductos de las fundiciones en Inglaterra.

En cierta ocasión se les ocurrió aplicar su espectroscopio a las llamas de un incendio a varios kilómetros en la localidad alemana de Hamburgo. Lo que descubrieron fue un espectro igual al que habían observado al quemar sodio. La explicación fue que se trataba de una fábrica de salazones. Entonces ya que podían detectar sodio de las llamas de un incendio se preguntaron ¿porqué no intentar deducir la composición del sol?.

Kirchhoff se dio cuenta que el espectro del sodio presentaba una doble línea brillante en la misma posición de la doble línea oscura del espectro del sol que Fraunhofer había descubierto y llamado "línea D". Durante el Eclipse del 18 de agosto de 1868, varios científicos se trasladaron a la India, armados con los espectroscopios perfeccionados por Bunsen, y estudiaron la línea D; con ello descubrieron un nuevo elemento químico, encontrado en el Sol antes que en la Tierra y le denominaron con el nombre griego de este astro: Helio.

Un día en un banquete el banquero de Kirchhoff, que estaba al tanto de sus descubrimientos aunque para nada impresionado, le dijo burlescamente a Kirchhoff - Señor Kirchhoff, ¿de que me sirve a mi saber que hay oro en el Sol si no puedo traerlo a la Tierra?. A lo que Kirchhoff no le respondió en ese momento. Sin embargo tiempo después el gobierno británico recompensó a Kirchhoff con una medalla de oro por sus descubrimientos y éste se la pasó a su banquero con una nota que decía "Aquí tiene usted el oro del sol"

## 28 LOS ESPECTROS DISCRETIZAN LA MATERIA



Mucho se dice hoy sobre los aspectos Cuánticos del mundo subatómico, de la Física Cuántica y de la naturaleza cuántica de la materia. Que significa esto realmente y cómo surgió este paradigma acerca de la naturaleza?. Para el lector no avezado en estos aspectos comenzaremos por aclarar que cuántico o discreto se refiere por antonomasia lo que no es continuo o "fluido"; así por cuántico se quiere expresar que las magnitudes siguen una relación de múltiplos enteros, como los números marcados sobre una regla. Es decir objeto es continuo si puede tener cualquier longitud no necesariamente coincidente con los números enteros marcados sobre una regla, en cambio una magnitud es discreta o cuántica, si solo acepta valores que sean múltiplos enteros de alguna cantidad como 1,2,3,4...ect. Es claro que en la escala humana los objetos no tienen dimensiones discretas, su longitud y masa pueden tener cualquier valor sea entero o semi-entero (con decimales). Pero ocurre que al examinar la luz emitida por los gases incandescentes mediante un prisma (espectroscopio) se encuentran líneas de colores separadas, cuyas posiciones son diferentes según sea el tipo o naturaleza del gas en cuestión. Estas líneas en conjunto constituyen el espectro característico del gas. No están, como en el arcoíris, abarcando un área continua, sino separadas entre sí.

En 1885, un sexagenario profesor de un colegio de señoritas en la ciudad de Basilea, Johann Jakob Balmer (1825-1898), encontró que las líneas del espectro del Hidrogeno incandescente, seguía una "ley" o

proporción muy simple. Vale decir que las longitudes de onda de las líneas del espectro podrían modelarse por una ecuación de valores enteros ( $n=3,4,5 \dots$ ) para los colores rojo, celeste, cian y violeta; y en consecuencia el espectro presentaba una naturaleza discreta, discontinua, a saltos o como se dice hoy "cuántica". Años más tarde se encontraron relaciones similares por Lyman (1906) para la región ultravioleta del espectro del Hidrogeno, por Paschen (1908) y Pfund (1924) para la región infrarroja.

La comprensión de la naturaleza cuántica a escala del micromundo se inicia con los espectros, con la formulación teórica de la radiación dada por los quantum de Planck, o fotones como los llamó Einstein en su explicación de la emisión de electricidad de algunos metales cuando se les incide luz (efecto fotoeléctrico) y en los modelos atómicos. Le corresponderá al físico Niels Borh (1913) en su teoría atómica enlazar todas estas ideas a través de la llamada Mecánica Cuántica, según la cual la energía de los electrones en los átomos, está también discretizada. De tal modo que la emisión o absorción de luz, se produce en forma discreta cuando los electrones pasan de un nivel de energía a otro; la separación entre niveles de energía esta cuantizada es decir igualmente discretizada en la estructura de los átomos.

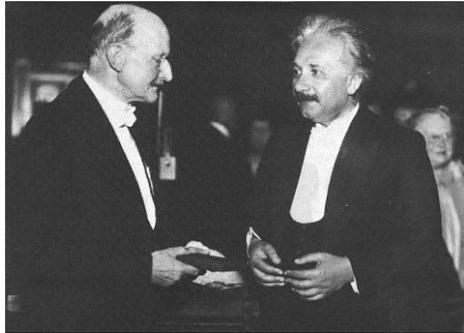
Max Planck puede considerarse como el creador de la naturaleza cuántica de la materia, y su genio fue tal que a los 17 años comenzó en Física en la universidad de Munich. Allí le dijo a su profesor Phillipp von Jolly que tenía la ambición de hacer física teórica, curiosamente éste le intentó desanimar diciéndole "*la física teórica es ciencia esencialmente completa con muy pocas posibilidades de desarrollos ulteriores.*" No refiere la historia lo dicho por Jolly cuando Planck obtuvo el premio Nobel en 1918.

Planck alcanzó en 1879 su tesis doctoral y fue nombrado profesor en Kiel al año siguiente, a la temprana e inusual edad de 22 años. Un día, habiendo olvidado que aula le habían asignado para una clase se dirigió a la portería de la universidad a ver si allí se lo podían decir.

- "Por favor, dígame. ¿En que aula tiene el profesor Planck su clase hoy?"  
le preguntó al viejo responsable que estaba atendiendo. El hombre le dio unas palmaditas a Planck en el hombro mientras le decía:

- "Muchacho no vallas allí. Eres demasiado joven para entender las clases del profesor Planck..."

## 29 EL MUNDO DE LOS QUANTUM



Un problema no resuelto a comienzos del siglo XX, cuando se encontraron las series cuánticas de los espectros de los gases, era la forma (distribución) de energía de un cuerpo emisor de luz en función de su temperatura. Así es un hecho empírico que a medida que un objeto se calienta, como un trozo de hierro por ejemplo, la emisión de luz cambia conforme aumenta su temperatura; desde el rojo, luego al naranja, al amarillo y si se calienta más, adquiere el típico color azul a violeta. Hecho éste que es casi intuitivo para el lector, quien habrá observado que una cerilla medio apagada es color naranja, la llama de una vela es amarillenta, y que las llamas de la cocina y de un soplete, cuya temperatura son mucho mayores que la de la vela, son respectivamente azules y violetas. ¿Cómo es entonces la Ley de emisión de la radiación en función de las frecuencias (“colores”) y la temperatura? La respuesta finalmente es encontrada en 1900, por Max Planck (1858-1947) profesor de Física Teórica en la Universidad de Berlín. La idea de Planck es que los objetos radiantes (que emiten energía) lo hacen en múltiplos enteros de unidades pequeñas, separadas y discretas, denominadas cuantos. De suerte tal que la energía emitida es proporcional a la frecuencia; la constante de proporcionalidad, denominada hoy día Constante de Planck, es una cantidad muy pequeña, y en consecuencia, en las escalas humanas de longitud y tiempo (mundo macroscópico) lo percibimos como un continuo, pero en escalas atómicas (de los espectros por ejemplo) se observa esa discretización de las longitudes y de la energía.

Los cuerpos emiten energía por el mero hecho de hallarse a cierta temperatura. Un cuerpo a 500 °C emitirá más energía que otro que se encuentre a 30 °C. La energía que emiten debido a su

temperatura, si la temperatura es lo suficientemente alta, se puede percibir en forma de luz. Por ejemplo, el cuerpo humano emite energía entre 36 y 37 °C pero lo hace en un rango de colores que nuestros ojos no pueden percibir. Cuando la energía que emite un cuerpo es debido únicamente a su temperatura, no porque refleja la que le llega de otros cuerpos, entonces se dice de él que es un “cuerpo negro”. Las estrellas que emiten su energía propia, resultan en ese sentido “cuerpos negros”, en ellas el color de su emisión es función de su temperatura, así el Sol radia mayormente en el amarillo-verdoso y su temperatura superficial es de unos 5 mil °C, la estrella Aldebarán de color naranja 4 mil y la roja Antares solo 1400, mientras que una estrella azul como Rigel tiene una temperatura superficial de 25 mil grados Celsius.

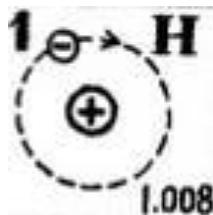
La teoría de los quantum de Planck le conferiría el Nobel de Física en 1918, luego de la confirmación de sus ideas por los aportes de Einstein en 1905 y del desarrollo de la mecánica Cuántica debida a Niels Borh y Heisenberg. No sin arduas polémicas con sus contemporáneos que defendían la tesis de la continuidad de las cantidades mensurables en contraposición a las nuevas ideas sobre la naturaleza discreta del mundo atómico.

Parte de esas controversias quedan plasmadas en las palabras del propio Max Planck; quien refiere en su Autobiografía Científica (Gottingen 30.10.1947):

*“Pero solo cuando llegué a Berlín ... mi horizonte científico se amplió considerablemente bajo la orientación de Hermann von Helmholtz y Gustav Kirchhoff, cuyos alumnos tenían toda clase de oportunidades para proseguir sus actividades, conocidas en todo el mundo. Debo confesar que no saqué ningún beneficio perceptible de los cursos impartidos por ellos. Era evidente que Helmholtz jamás preparaba sus clases debidamente. Hablaba titubeando e interrumpía su disertación para buscar los datos necesarios en su pequeña libreta; más aún, con frecuencia se equivocaba en los cálculos que hacía en el pizarrón y era obvio que la clase le aburría a él, casi tanto como a nosotros. Con el tiempo, sus clases fueron quedando cada vez mas desiertas, hasta que por último sólo asistían a ellas tres estudiantes, entre ellos yo ... Kirchhoff era el extremo opuesto. Sus clases eran cuidadosamente preparadas, cada frase estudiada y tenía una aplicación correcta. No faltaban ni sobraban las palabras; pero daban la impresión de un texto memorizado, carente de interés y monótono. Sentíamos admiración por él, pero no por lo que decía...”*

Si eso fue así en Alemania, con Helmholtz y Kirchhoff, cuyos aportes a la Física trascendió y son indubitables, que nos queda a nosotros aquí con profesores que solo se parecen a ellos en su forma de impartir las cátedras.

## 30 LOS ATOMOS Y LA MATERIA



En los albores de la filosofía clásica griega, los pensadores Jónicos del siglo VI a.c., se preguntaban sobre la naturaleza: ¿De qué están hechas todas las cosas? Interrogante que sus principales pensadores: Tales de Mileto, Anaxímedes, Anaximandro y Heráclito de Efeso, respondieron de manera diferente. Para Tales era el agua, para el segundo el aire, según el tercero el "éter", especie de efluvio continuo e infinito, y para el último el fuego. El pensamiento lógico y contemplativo del materialismo Jónico partía de la premisa de que el mundo que les rodea puede ser comprendido, que se rige por reglas innatas y eternas que no dependen del pensamiento y la voluntad de los hombres y que, tras la complejidad aparente de la naturaleza existe un "orden" inteligible. Ese pensamiento racional y positivista es el germen del pensamiento científico actual.

En ese orden de ideas los filósofos pre-Socráticos advirtieron que la diversidad de sustancias materiales resulta de las combinaciones, en diferentes proporciones, de otras sustancias puras o elementales. Leucipo de Mileto y su discípulo Demócrito (470- 400? a.c.) llamaron átomos (indivisible) a esos constituyentes, pensándolos como uniformes, sólidos e incompresibles, y en continuo movimiento en el espacio. Reconocieron que el agua en forma de vapor y en forma de hielo es la misma sustancia, pero en estadios (Estados) diferentes, donde el espacio entre sus constituyentes cambia, moviéndose más rápido en el vapor que en el hielo. Para entonces toda la materia resultaba de la combinación de solo cuatro atributos: fuego, aire, tierra y agua; y quizás también de una quintaesencia o "éter" como propusiera luego Aristóteles.

Hoy día reconocemos no 4 o 5 elementos sino un total de 118 elementos químicos o tipos de átomos. Estos se combinan entre sí, en proporciones diferentes, en grupos de dos o más para formar los

ladrillos fundamentales del cual están hechas las cosas. Todos los cuerpos materiales ponderables, vale decir aquellos que son susceptibles de ser pesados y que ocupan una porción del espacio, están constituidos por esas unidades ínfimas e indivisibles compuestas de dos o más átomos (denominadas moléculas por Amadeo Avogadro en 1811), existiendo en forma natural 118 tipos de átomos o sustancias elementales. El reconocimiento de los átomos y de la existencia de los elementos químicos no es tan antiguo como parece, de hecho fue motivo de dilatadas controversias hasta la aparición, en 1808, de la obra “Un Nuevo Sistema de Filosofía Química” de John Dalton; en el cual, además del atomismo, funda la simbología química moderna. Dalton concibió a los átomos como esferas duras e impenetrables, de diferentes masas y tamaños para cada elemento químico, reconociendo al Hidrogeno como el más simple de ellos.

La diferenciación de los elementos por su masa atómica le sirvió a Dimitri Mendeleiev para clasificar las propiedades de los 64 elementos químicos conocidos en 1870, y predecir incluso las propiedades físicas y químicas de tres de ellos: el eka-aluminio (Nº 31 denominado ahora como galio), el eka-silicio (Nº 32: germanio) y el eka-boro (Nº 21 escandio); sus predicciones fueron confirmadas al ser descubiertos estos elementos. A comienzos del siglo pasado, se comprendió que los átomos son en realidad entes compuestos, y por ende divisible, constituido por partículas positivas en su núcleo (protones) junto a partículas neutras (neutrones) en torno a la cual existe una “nube” de partículas de carga negativas (electrones). La masa atómica reside casi por completo en el núcleo. La moderna Tabla Periódica ordena a los elementos químicos por su número atómico (número de protones): 1 para el Hidrogeno, 2 para el Helio, 3 para el Litio y sucesivamente hasta el Oberon 118.

La ilustración muestra las notas de Mendeleiev, usadas para dictar la cátedra de Química General, cuando se inició como Profesor en la Universidad de San Petersburgo, en 1869. Buscaba Mendeleiev la forma más cómoda y clara para explicar a los estudiantes las propiedades químicas de los elementos, cuando le surgió la idea genial de la Tabla Periódica. ¡Tiempos aquellos de la docencia bien realizada !.... a muchos, como diría Goethe, “aunque se les diese la piedra filosofal no la verían, porque faltaría el filósofo”.

## 31 NATURALEZA DE LA RADIOACTIVIDAD



Se denomina radiactividad al proceso mediante el cual un núcleo atómico inestable decae o se transmuta en otro núcleo más ligero con la consiguiente emisión de energía (partículas o “rayos”). Etimológicamente se puede definir como la actividad del radio, vale decir del elemento químico descubierto por los esposos Curie en 1898.

La radioactividad la observa por vez primera Henri Becquerel en febrero de 1896 (fotografía izquierda), al notar que ciertos compuestos del Uranio; elemento químico aislado por Peligot en 1841, de peso atómico 238; tenían la propiedad de ocasionar fosforescencia en otros materiales, de impresionar a distancia las placas fotográficas y de originar la conducción eléctrica de gases. Becquerel demostró que las sales del Uranio emitían de manera continua y espontánea “rayos”, vale decir radiación. Esta radiación resultó incluso más penetrante que los rayos descubiertos apenas un año en Munich por el Prof. Wilhelm Röntgen (Rayos X).

Inspirados por estos nuevos hallazgos, Pierre Curie y su esposa (fotografías centro y derecha), estudiaron el mineral del cual se extraía el Uranio, la pechblenda, y encontraron un nuevo elemento químico aún más activo en las “misteriosas” emisiones, se trataba del Radio cuyo peso atómico era de 226. Casi enseguida se encontró otro elemento tan activo como el Radio, de peso 210 y bautizado primero como Radio F y luego como Polonio. Así resultaba que todos los elementos radioactivos eran más pesados que el Bismuto (209).

En 1899 Debierne y Geisel encontraron el Actino (de peso atómico 227) y Ernest Rutherford demostró que los rayos emitidos por

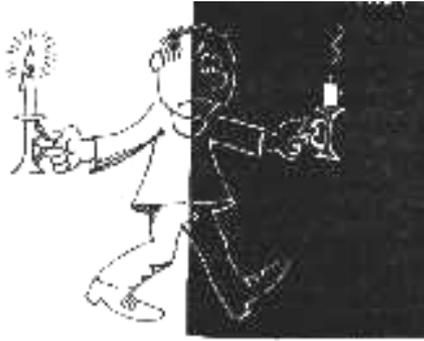
los elementos radioactivos parecían ser de dos clases diferentes: unos con cargas positivas y poco penetrantes, emitidos por el Uranio, y otros con cargas negativas y muy penetrantes, llamo a tales rayos alfa y beta respectivamente. Al año siguiente Villard mostró que el Radio también emitía rayos aún mas penetrantes que los rayos X, los denominó rayos gamma, estos rayos carecían de carga eléctrica.

Experimentos sucesivos de Rutherford y colaboradores (Royds, Soddy, etc.) mostraron que los rayos alfa eran núcleos de átomos de helio, los rayos beta eran electrones y, los rayos gamma y los rayos X eran radiación electromagnética o fotones de mucha más energía que la luz ultravioleta.

Hoy, luego del desarrollo de los modelos atómicos pioneros de Rutherford y Bohr, se puede decir eufemísticamente que los átomos están constituidos por un núcleo, o suerte de agregado de partículas positivas (protones) y neutras (neutrones), y una nube de cargas negativas (electrones). La interacción eléctrica mantiene unida la nube al núcleo y otra fuerza, de mayor intensidad que la fuerza de repulsión eléctrica, mantiene la cohesión entre los protones, y entre estos y los neutrones en el núcleo. Tal interacción, denomina fuerza Fuerte, liga a cada protón de su neutrón vecino. En los núcleos más pesados la estabilidad no puede mantenerse generando radiactividad. La interacción responsable de la desintegración del neutrón, y de otras partículas subatómicas, es mucho más débil, de allí su nombre: Fuerza Débil. Está interacción también conocida como decaimiento beta explica las emisiones de rayos beta, por desintegración o ruptura de partículas más pesadas en otras más ligeras. Verbigracia el decaimiento de un neutrón, cada 930 segundos, en una tríada de partículas constituidas por: un protón, un electrón (rayos beta) y un neutrino, "partícula" ligera (leptónica) sin masa ni carga eléctrica.

La templanza de Marie Curie como mujer de Ciencia queda reflejada en la ocasión que enviaron a un periodista a entrevistarle. La encontró en su cabaña de pesca, sentada en la puerta limpiando sus sandalias. Curie no mostró ningún interés por la entrevista, contestando con frases cortas todo el rato. No obstante ante aquella escena de "intimidad" el periodista intentó aprovechar el momento para obtener alguna confidencia de la vida de Curie, sobre su juventud, forma de vida... Pero Curie terminó la entrevista con una frase que se convertiría en uno de sus lemas y que dice mucho de su forma de ver las cosas: "En ciencia debemos interesarnos en las cosas, no en las personas".

## 32 EL GATO DE SCHRÖDINGER



El advenimiento de la Mecánica Cuántica, como teoría física, para describir el mundo material a escalas atómicas ha revolucionado la concepción de la realidad física y ha sido motivo de arduas controversias filosóficas. Es bien conocido el Principio de Incertidumbre, debido a Heisenberg, que establece la imposibilidad de medir y conocer con infinita precisión la posición y el momentum de una partícula sub-atómica. Esta limitación es independiente del desarrollo de la técnica; y hay quienes la extrapolan hacia el conocimiento humano, signándolo como intrínsecamente limitado.

También forma parte del formalismo de la Mecánica Cuántica el principio de dualidad onda-partícula; descubierto por Louis Víctor De Broglie, según el cual toda partícula sub-atómica es también una onda. De suerte tal, que los electrones tienen asociada una onda y pueden ser focalizados como los rayos de luz para fabricar lentes y microscopios. La veracidad de ese hecho posibilitó los microscopios electrónicos de uso cotidiano hoy día en investigación biomédica. Erróneamente se extrapola tal principio al mundo macroscópico interpretándolo como que los entes materiales puedan tener doble esencia.

En realidad estos principios y leyes físicas solo tienen validez en el mundo sub-atómico, en los cuales las magnitudes físicas toman valores discretos, a "saltos", discontinuos o cuantizados. Estas ideas de la Mecánica Cuántica florecieron en el mundo intelectual de comienzos de siglo, principalmente en Copenhague; lugar donde laboraba su principal mentor: Niels Bohr; de allí que la "Escuela" de pensamiento se le conozca como la interpretación o Escuela de Copenhague. Para ellos los resultados y las leyes de la física solo adquieren veracidad con la

medida; concepción también conocida como el Instrumentalismo: “el electrón existe solo cuando es medido”.

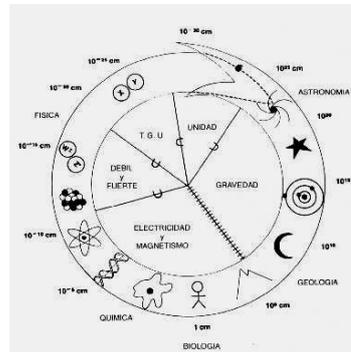
En oposición a tal concepción estaban otros físicos de la época como Einstein, Planck y Schrödinger; quienes a pesar de haber hecho significativos aportes a la comprensión del micromundo físico, se situaron en el “Realismo”, según el cual las partículas tienen una existencia real trascendente. De acuerdo con el realismo el Principio de Incertidumbre y la Mecánica Cuántica con todo su formalismo es una Teoría incompleta; falta conocer algunas variables por ahora “ocultas”. La realidad puede ser comprendida en todas sus partes.

Una de las objeciones, aún no resuelta del todo, es la propuesta por Schrödinger en 1935. En ella se pretendía demostrar por reducción al absurdo que tanto la Mecánica Cuántica como la concepción probabilista de la naturaleza que se deriva de ella, son incompletas. Para ello propuso un experimento imaginario: una fuente radiactiva se coloca, en un intervalo de tiempo dado, unida a un dispositivo (un relé con un martillo, por ejemplo) que al accionarse mataría un gato. Según la Mecánica Cuántica la probabilidad de emisión de una partícula por la fuente radiactiva es 50%, luego el gato tendría un 50% de probabilidad de supervivencia, pues si la fuente no emite radiación no se activa el mecanismo para matar al gato. Sin embargo es claro que el gato no puede tener un 50% de probabilidad de sobrevivir independientemente del lapso de tiempo considerado dadas tales condiciones; de lo que se concluye la incompletitud de la Mecánica Cuántica.

La respuesta obvia al dilema del gato es que este no es un ente subatómico (técnicamente: no constituye un Estado puro) y por lo tanto la descripción de la Mecánica Cuántica no es aplicable; pudiendo ser esta una Teoría completa para el dominio del mundo atómico y subatómico. El dilema del gato de Schrödinger muestra pues el problema de la medida. Otra controversia famosa, basada también en “experimentos” mentales; muy propio de los físicos teóricos, es la Paradoja EPR, a la que me referiré mas adelante.

El problema de la medida, nos lleva a la reflexión sobre el significado de la realidad, y la paradoja del gato de Schrödinger nos muestra, como las teorías, modelos y sistemas son siempre incompletos, solo la imaginación creadora del hombre es ilimitada...para salvar o sacrificar al gato, según las circunstancias.

### 33 EL MISTERIO DE LA TRINIDAD EN LA NATURALEZA.



Los epistemólogos de la Ciencia suelen apelar a la Física, o al “tratado” de la naturaleza, como el desideratum de Ciencia Natural. Sobre todo porque en las ciencias físicas es donde se han realizados las mayores síntesis del conocimiento humano.

Haciendo un rápido recuento recordamos a Isaac Newton quién reconoció la igualdad entre la gravitación celeste, que atrae la Luna hacia la Tierra, y la gravitación terrestre responsable de la caída de los cuerpos. Luego James Clerk Maxwell en 1864 estableció las vinculaciones entre las fuerzas eléctricas y magnéticas, sintetizando en solo cuatro ecuaciones todos los fenómenos electromagnéticos. Así a comienzos de siglo solo existían solo dos fuerzas o interacciones fundamentales en la naturaleza: el campo gravitacional y el campo electromagnético.

Pero el advenimiento de la radiactividad y los trabajos teóricos posteriores de Yukawa (1935), entre otros muchos a comienzo del siglo pasado, elevaron el número de interacciones a cuatro con la introducción de la Interacción Fuerte que liga a los neutrones y protones en el interior del núcleo atómico y la Interacción Débil, responsable de las desintegraciones radiactivas.

La tétrada de fuerzas fundamentales ha sido objeto de diversas investigaciones para su unificación en una sola teoría unificada (Teoría del Campo Unificado). Diversos caminos fueron emprendidos en esa dirección. Albert Einstein formuló en 1916 la teoría de la Relatividad General (suerte de generalización de su “relatividad especial” formulada en 1905) en la cual se hacía responsable a la curvatura del espacio de la interacción gravitacional y también se podía incluir el

electromagnetismo en la misma formulación. Veinte años más tarde Kalupsa reformuló tales ideas atribuyendo el campo electromagnético a la torsión del espacio. Tales teorías no han sido firmemente comprobadas ya que las ondas gravitacionales, propuestas en la Relatividad General, aún no se han detectado directamente.

La siguiente síntesis la realizaron Addul Salam, Stephen Weinberg y George Glashow quienes compartieron el premio Nobel en 1979, al presentar la teoría Electrodébil. Esta teoría unifica las interacciones débiles y electromagnéticas como manifestaciones de una misma fuerza y predijeron una terna de partículas atómicas muy masivas. Estas partículas denominadas bosones vectoriales  $Z$ ,  $W^+$  y  $W^-$ , son los entes que se intercambian durante la interacción débil, de forma análoga como se intercambian los mesones durante la interacción fuerte (o los gluones, en el Modelo de Gell-Mann) y los fotones durante la interacción electromagnética. Tales partículas fueron medidas por Carlos Rubia y colaboradores en el verano de 1984, en el Centro Europeo de Investigación Nuclear (CERN) donde laboran cerca de 5000 físicos de toda Europa y cuyas instalaciones subterráneas abarca casi la mitad de la Ciudad de Ginebra. El tamaño del acelerador nuclear del CERN (super ciclotrón de protones) supera la longitud del Metro de la Ciudad de Caracas y se usa exclusivamente para indagar la estructura última de la materia, sin aplicación práctica inmediata.

Otros modelos y teorías han intentado unificar la trinidad de las interacciones Electrodébil, Fuerte y Gravitacional. Algunos atisbos de la esperada Gran Unificación de las leyes de la naturaleza lo constituyen las denominadas teorías cuánticas de campo y las teorías de cuantización de la gravitación, y en ellas se empeñan buena parte de los fondos mundiales de investigación básica.

Para el observador desaprensivo, esas realidades no se corresponden con el desarrollo tecnológico actual ni con los problemas técnicos del entorno local. Debe recordarse que la Ciencia va siempre en el orden de cincuenta o más años por delante de la tecnología y que, los hoy países desarrollados, invirtieron en esas investigaciones de la naturaleza de la materia en los años veinte, mientras en Venezuela se vinculaba a los universitarios con las “necesidades concretas”, de hacer carreteras, en la época gomecista.

El misterio científico de la trinidad requiere, por los momentos, de un milagro de la creación humana, para dar con la ecuación de la nada, suerte de aforismo con el que se espera explicar la totalidad de los fenómenos naturales, vaya ese reto a los jóvenes estudiantes de las ciencias físicas.

### 34 PARTÍCULAS L- MENTALES

	I	II	III	
masa - carga - espín - nombre -	2.4 MeV 2/3 1/2 arriba	1.27 GeV 2/3 1/2 encanto	171.2 GeV 2/3 1/2 cima	0 0 1 fotón
Quarks	4.8 MeV -2/3 1/2 abajo	104 MeV -1/3 1/2 extraño	4.2 GeV -1/3 1/2 londo	0 0 1 gluón
	<2.2 eV 0 1/2 neutrino electrónico	<0.17 MeV 0 1/2 neutrino muónico	<15.5 MeV 0 1/2 neutrino tauónico	91.2 GeV 0 1 bosón Z
Leptones	0.511 MeV -1 1/2 electrón	105.7 MeV -1 1/2 muón	1.777 GeV -1 1/2 tauón	80.4 GeV +1 1 bosón W
				Bosones de gauge

Cuando John Dalton (1766-1844) postuló su teoría atómica consideró que los átomos eran indivisibles y por tanto eran partículas elementales. Los avances en el conocimiento de la estructura atómica revelaron que los átomos no eran indivisibles y estaban formados por partículas más elementales: protones, neutrones y electrones.

Las partículas elementales son los constituyentes elementales de la materia, más precisamente son partículas que no están constituidas por partículas más pequeñas ni se conoce que tengan estructura interna. Originalmente el término partícula elemental se usó para toda partícula subatómica como los protones y neutrones, los electrones y otros tipos de partículas que sólo pueden encontrarse en los rayos cósmicos y en los experimentos realizados en los aceleradores de partículas. Sin embargo, las colisiones entre haces de protones realizados en los aceleradores de partículas mostraron que los protones y neutrones son partículas con estructura interna y/o compuestas de otras partículas más simples.

La lista de partículas subatómicas en los años setenta superaba con creces el centenar y comprender la diversidad de ese "zoológico" fue una tarea emprendida por David Politzer, Frank Wilczek y David Gross; Teoría conocida como *Cromo dinámica Cuántica (QCD)* y les mereció el Nobel en el 2004. La materia está constituida por partículas de dos tipos: las que interactúan a través de la Fuerza Fuerte (*Hadrones*, del griego: hadrós, denso) y los que interactúan a través de la Fuerza Débil (*Leptones*, del griego: leptos, débil). Las fuerzas fundamentales de la naturaleza son la gravitatoria, la electromagnética, y las fuerzas nucleares: Fuerte y Débil. La fuerza Fuerte liga a los protones y

neutrones en los núcleos de los átomos, y la Fuerza Débil que es responsable de la desintegración radiactiva.

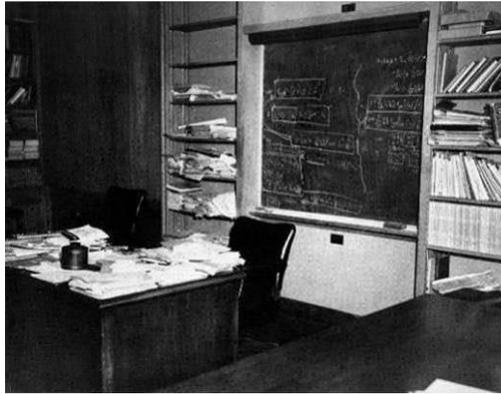
Según la QCO los Hadrones son partículas compuestas por combinaciones de 2 o 3 partículas más elementales llamadas Quark. Estos son de solo 6 tipos: u (arriba), d (abajo), c (encantado), s (extraño), t (cima) y b (fondo). Estos quark no pueden existir libremente y por tanto no se han observado, sus cargas eléctricas son positivas (*quarks*) o negativas (*antiquarks*) pero de  $1/3$  o de  $2/3$  de la carga del electrón. Su combinación permite, en principio, predecir las colisiones en los experimentos de los aceleradores de partículas. Así un protón es la combinación uud y un neutrón por los quarks udd. Solo son posibles las combinaciones entre un quark y un antiquark (Mesones) y entre tres quarks (Bariones). Es notable que solo hay 8 combinaciones posibles de tres quark que den carga eléctrica entera, en concordancia con las 8 familias de Bariones detectadas (*Octete Barionico*). De ese modo tendríamos 6 partículas quarks que constituyen toda la materia.

Además de esas 6 hay que añadir las partículas que transmiten las fuerzas (*Bosones*): el fotón que transporta la fuerza electromagnética, el hipotético *gluón* para la fuerza fuerte (entre quarks), y los bosones W y Z responsables de la interacción Débil. A ellas habría de sumar las familias de Leptones, que son 3, cada una constituida por una partícula cargada, y una partícula sin carga de masa casi nula (*neutrino*). Para un total de 6 partículas más: electrón y neutrino electrónico, muon y neutrino muónico, y el taon y su neutrino taónico. En total 16 partículas con sus respectivas antipartículas!!!. Como se ve el carácter elemental casi pierde aquí su sentido por la diversidad y complejidad del modelo.

Peor aun no se comprende porque la totalidad de la materia macroscópica observada solo está compuesta por la primera familia de partículas: los quarks u y d; el electrón y su neutrino electrónico. Luego parece que las otras dos familias solo son visibles en procesos subatómicos ¿por qué?. Tampoco se comprende cómo es que hay 2 bosones para la interacción débil y solo uno para las otras interacciones. A lo anterior habría que sumar el gravitón, o hipotético boson mediador de la fuerza de gravedad, que no aparece en el modelo QCO.

Y es que la complejidad de las partículas L-mentales se parece mucho a la politeísta mitología griega. Con varias generaciones y una plétora de deidades, casi una para cada ocasión. La nueva religión monoteísta de la Mecánica Cuántica se llama supergravedad, supercuerdas y supersimetrías. Aun falta sin embargo el mesías (*boson de Higgs*) y sus milagros, para comprender tanto lo divino como lo humano, lo natural y lo social, lo trascendente y lo contingente.

## 35 LA NATURALEZA NO ES CAPRICIOSA.



En la Teoría de la Relatividad Especial (1905), publicada bajo el título: "Sobre la Electrodinámica de los cuerpos en movimiento", se establecen las leyes de transformación de las magnitudes físicas por observadores en movimiento no acelerado; particularmente de cómo estas leyes predicen cambios en la Mecánica Newtoniana cuando la velocidad relativa de los observadores es comparable con la de la luz en el vacío (designada con la letra  $c$ , del latín celerity); resultando con ello que los observables de posición, longitudes e intervalos de tiempo; entre otros, son descritos de manera diferentes por observadores que se mueven a distintas velocidades entre sí (son relativos).

Por el contrario la velocidad de la luz es la misma para todos los observadores, suerte de nuevo absoluto para todos los ellos. Así, las cantidades físicas medidas (observables) resultan relativas a la posición y velocidad de los observadores; pero no son arbitrarias sino por el contrario están relacionadas entre si de acuerdo a leyes físicas precisas (*Transformaciones de Lorentz*). De lo que se comprende que la Teoría de la Relatividad resulta pues una extensión de las leyes que describen el movimiento de los cuerpos (*Mecánica*) propuesta por Newton, aun cuando desde una perspectiva más fundamental y abstracta, y no una derogación de las Leyes de Newton de la Mecánica.

La Relatividad Especial sin embargo, supone el redimensionamiento de los conceptos de Espacio y tiempo, caracterizando ambos como parte integrantes del espacio *tetradimensional* de la realidad física: alto, ancho, profundidad y tiempo; a diferencia de la Mecánica Newtoniana, característica de un espacio exclusivamente tridimensional y un tiempo absoluto e invariable.

La Teoría de la Relatividad General (1916-1917) publicada en forma homónima como *“Fundamento de la Teoría de la Relatividad General”* debe su nombre a la generalización de las ideas previas sobre el movimiento en sistemas de referencia en movimiento relativo, pero incluyendo ahora la posibilidad de que tales movimientos se lleven a cabo en forma acelerada, con lo cual se llega a una cierta identificación de tales sistemas acelerados con el origen de la fuerza de gravedad. Estas ideas controversiales con la intuición suponen que el espacio es tetradimensional (el tri-espacio y el tiempo) se deforma en las cercanías de los cuerpos; exhibiendo una curvatura proporcional a la masa del objeto. Así, el movimiento de los planetas alrededor del Sol, por ejemplo, se debe al movimiento en un tetraespacio curvado que se manifiesta como la fuerza de atracción del Sol sobre los planetas. Estas controvertidas ideas llevaron en su tiempo a la publicación de un artículo de prensa titulado *“100 autores contra Einstein”*, a lo que el científico respondió simplemente: *“de ellos haber tenido razón, con uno solo hubiera sido suficiente”*; y es que la predicción sobre la curvatura del espacio permitió no solo explicar el hasta entonces anómalo movimiento del Planeta Mercurio sino que también predijo acertadamente la deflexión sufrida por la luz de las estrellas, al pasar cerca del borde del disco solar, visibles durante un eclipse total; tal y como fuera medido por el grupo de científicos liderados por Sir Arthur Eddington durante el Eclipse Total de Sol acaecido el 29 de Mayo de 1919, en el golfo de Guinea.

Al comprobarse las predicciones de la teoría de la Relatividad General, se cambió completamente la concepción sobre las leyes científicas que gobiernan el universo. La teoría de la Relatividad sugería, por primera vez, una nueva forma de interpretar algunas de las propiedades básicas del universo, como la gravedad además de la velocidad de la luz y la medición del tiempo. Su descubrimiento, según palabras de J.J. Thomson, presidente de la Real Sociedad, de Física (Inglaterra) es *“uno de los mayores logros en la historia del pensamiento humano”*.

Y es que el poder de la razón teórica contribuye al ordenamiento de los fenómenos para su comprensión y para el dominio utilitario de la naturaleza, aun cuando ello suponga una cierta dosis de desorden aparente, según se infiere del estado en que quedó el despacho del Dr. Einstein en la Universidad de Princeton el día de su muerte.

## 36 NO SOLO DE LA RELATIVIDAD VIVIÓ EINSTEIN



En el *Annus Mirabilis* de 1905, se inició una “revolución” en el pensamiento científico postmoderno, Albert Einstein publicó, además de su Tesis Doctoral, y otros cuatro trabajos de singular importancia para el avance de la Física. Y posteriormente realizó importantes contribuciones a la comprensión del Mundo Natural que le valieron el Premio Nóbel en 1921 por “sus contribuciones a la Física Teórica y a la comprensión del Efecto Fotoeléctrico”.

Desde la perspectiva de la Historia de la Ciencia, sorprende que el común de las personas crea que la contribución más importante de Albert Einstein fuera la denominada Teoría de la Relatividad y que la más de las veces se le asocie casi exclusivamente a las consecuencias de solo uno de sus primeros trabajos (segundo de los cuatro aparecido, además de su Tesis Doctoral, durante el “año milagroso”): “*Sobre la Electrodinámica de los Cuerpos en Movimiento*”, publicado en la prestigiosa Revista Científica Alemana “*Anales de Física*”, en abril de 1905; y en donde se postulan los cimientos del formalismo conocido como la *Teoría de la Relatividad Especial o Restringida*. No es cierto que las denominadas Teoría de la Relatividad Especial y General hayan sido las únicas aportaciones de Einstein, pues otras no menos importantes ocurrieron en 1905, sobre temas que poco o nada tenían que ver con la Relatividad,. Tampoco es cierto que en dicho trabajo “*Sobre la Electrodinámica de los Cuerpos en Movimiento*” se estableciera la famosa ecuación  $E=mc^2$ ; ni que exclusivamente por ella le otorgase, como ya se dijo el premio Nóbel. En el volumen 17 de *Annales der Physick*, de 1905, se incluyó también su tercera contribución titulada *¿Depende la Inercia de un Cuerpo de la Energía que lo contiene?* donde aparece por vez primera la citada relación sobre la equivalencia entre masa y energía.

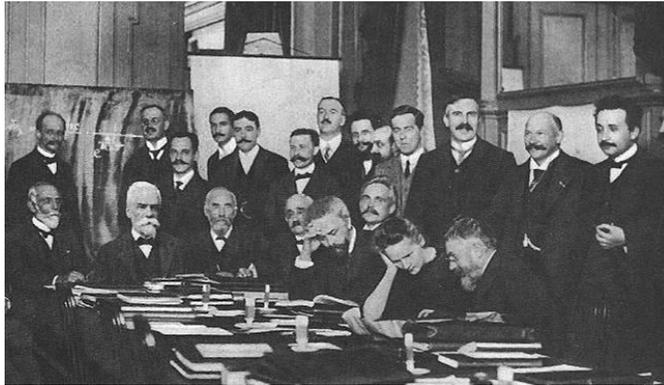
El primero de los trabajos publicados en 1905, llevo por título *“Sobre un punto de vista heurístico referente a la emisión y transformación de la luz”*. Allí se concibe la luz como una sucesión de paquetes discretos de energía, partículas de masa nula o fotones (en concordancia con Planck sobre la radiación de un cuerpo negro), los cuales siguen un comportamiento estadístico preciso, inferido del comportamiento de los gases (Teoría Cinética Molecular de Boltzmann). Con esta interpretación no formal (“heurística”) de la luz, se ponía fin a la histórica controversia sobre la naturaleza de la Luz. Además con esas ideas “heurísticas”, Einstein, logra explicar a título de ejemplos, tres fenómenos adicionales.

Entre ellos los detalles del ya entonces conocido efecto fotoeléctrico; o la emisión de cargas eléctricas de ciertos materiales cuando son iluminados, explica la ionización o adquisición carga eléctrica de ciertos gases cuando incide sobre ellos luz ultravioleta; y dedujo las reglas de Stokes sobre la luminiscencia.

Vale destacar, que ninguno de esas contribuciones formó parte de su tesis doctoral, presentada en abril de 1905. Inclusive se dice que una primera versión de la denominada Teoría de la Relatividad fue rechazada como posible Tesis por considerarse “muy especulativa”. El trabajo doctoral de Einstein, versó sobre un tema menos espectacular pero no menos importante: *“Una nueva determinación de las dimensiones moleculares”*, referida a la relación entre la viscosidad de un fluido con el tamaño de las partículas disueltas en él. Más sencillamente como se relaciona la densidad, en por ejemplo una taza de Té, con el tamaño de las partículas del azúcar que se añaden.

Se rumora que estas ideas surgieron durante las pláticas, a la hora del Té, entre Einstein y su amigo el Ing. Michele Besso. Su Tesis Doctoral fue posteriormente publicada en *Annales der Physick*, en Julio de 1905, bajo el título de *“Sobre el movimiento que viene impuesto por la Teoría Cinética del Calor en partículas en suspensión en líquidos en reposo”*. Este cuarto trabajo de aquel año 1905 ha servido para sentar los cimientos de la Teoría de difusión de partículas, cuyas aplicaciones prácticas en farmacopea y química son inauditables. Explicando además el llamado movimiento Browniano, suerte de impulso aleatorio de las partículas diluidas en un fluido, como los granos de polen en suspensión acuosa, y que fuera descrito años antes por el Botánico Robert Brown. Como se ha relatado, por estos trabajos y en particular por su aporte para la comprensión del Efecto Fotoeléctrico le valieron a Einstein el premio Nobel de Física en 1921.

## 37 LA PARADOJA EPR



Entre 1911 y 1936 tuvieron lugar en Bruselas las conferencias Solvay, con la participación de casi la totalidad de premios Nóbel de Física y Química de la época; para debatir principalmente las nuevas Teorías sobre la constitución de la materia y mas concretamente sobre, para entonces nueva; Teoría de la Mecánica Cuántica. La Teoría de la Relatividad y la Mecánica Cuántica son incompatibles entre si, en varios aspectos, por lo que resultan memorables las controversias entre Einstein y sus contemporáneos Bohr y Heisenberg durante la V y VI Conferencias Solvay. Ya es legendarias la frase de Einstein "Dios no juega a los dados en la naturaleza" para referirse a la insatisfacción de la descripción probabilística del mundo atómico defendida por Bohr o bien la declaración de Heisenberg "El determinismo, hasta hoy considerado como la base de las ciencias exactas debe ser abandonado".

En efecto Einstein discutió tenazmente con ejemplos de situaciones físicas contradictorias ("experimentos mentales") para mostrar las contradicciones de la Mecánica Cuántica. Incluso en una ocasión Bohr tuvo que hacer vigilia toda la noche para dar con un contraargumento al experimento metal de la Caja Fotónica de Einstein. Al término de la VI Conferencia Solvay, Einstein afirmaría "Salí derrotado pero no convencido" y también "Contemplo a la Mecánica Cuántica con admiración y suspicacia".

Uno de los famosos experimentos mentales, lo llevaría a la publicación de un famoso artículo, en 1935, conjuntamente con B. Podolsky y N. Rosen. En esencia muestra la incompletitud de la descripción mecánico cuántico de la naturaleza, conocida luego como Paradoja Einstein-Podolsky-Rosen.

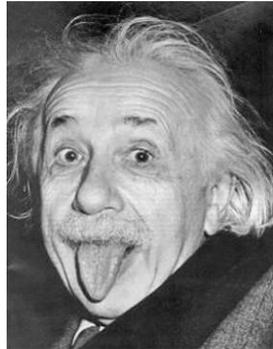
De acuerdo a la descripción cuántica, dos fermiones (por ejemplo dos electrones) ligados entre si deben tener una la propiedad de spin de signo contrario. Si mediante algún dispositivo experimental medimos uno de los electrones, determinando exactamente su valor de spin, entonces el otro electrón del par “automáticamente” de acuerdo a la Teoría, debe tener exactamente el valor contrario de spin. Surgen así dos fuertes objeciones ¿como pudo el electrón no medido, enterarse del proceso de medición que se hacia sobre su pareja? ¿esa transmisión de información como pudo ser instantánea, toda vez que la máxima velocidad de viaje de la información es la velocidad de la luz?. Y en segundo lugar, la Mecánica Cuántica dice que el valor del spin del electrón no medido es solo 50% cierto; sin embargo el valor necesario para evitar la contradicción debe ser absolutamente 100%.

Hoy día se discute si la descripción de la naturaleza, dada por la Teoría Cuántica es completa o no. Einstein y muchos físicos de la llamada escuela determinista afirman que es una Teoría incompleta, y que la descripción probabilística de los sucesos atómicos y subatómicos es debido a nuestro desconocimiento de otras variables físicas, llamadas variables ocultas. En el otro extremo esta la Escuela de Copenhague, de Heisenberg y Bohr, según la cual la naturaleza es, intrínsecamente, no determinista. Posteriormente a la publicación de la Paradoja EPR, surgieron varios tratados sobre las Variables Ocultas, von Neumann y Bell demostraron, a mediados del siglo pasado, la inexistencia de cierto tipo de variables ocultas.

Existan o no las Variables ocultas, lo que si es cierto es que no hay aun una Teoría Física que permita compatibilizar la Mecánica Cuántica, o la descripción de las interacciones atómicas y nucleares, con la Relatividad General, es decir con la descripción de la fuerza gravitacional que rige la dinámica de los astros.

Y una reflexiona sobre la analogía de las leyes físicas con la existencia individual, es posible que la misma no sea debida al azar, pero sin lugar a dudas no es determinista; porque son tantas las variables ocultas que no podemos, afortunadamente, asegurar el futuro mediato. Paradójico es la naturaleza humana, cuya seguridad va aparejada con la insatisfacción.

## 38 “DIOS NO JUEGA A LOS DADOS CON LA NATURALEZA”



En plena I Guerra Mundial, Einstein trabajaría junto a su colega Der Hass, a la sazón yerno de Lorentz, en la experimentación con giroscopios magnéticos; haciendo mediciones cuidadosas para comprender la “naturaleza del átomo paramagnético”, es decir en la caracterización de materiales que solo se imantan solo temporalmente. Efecto perceptible gracias al dispositivo diseñado y construido por ambos, De Hass y Einstein. La labor como físico experimental de Einstein no ha sido bien difundida; de hecho el mismo valoraba el trabajo experimental de forma especial, llegando incluso a afirmar que: “una teoría física es solo creída por el autor que la propone, mientras que un resultado experimental lo creen todos, excepto el propio experimentador”.

Otras de las contribuciones de Einstein en 1917 fue “Sobre la Teoría Cinética de la Radiación”, en la cual estableció la posible existencia de estadios energéticos semi estables en los electrones; de suerte tal que un fotón puede ser absorbido y posteriormente reemitido, y con ello la posibilidad de ocasionar una “reacción en cadena” e “inducir” en otros átomos la emisión de luz con la misma frecuencia y energía. Esta conceptualización sobre la radiación sentó los cimientos teóricos de la Amplificación de la Luz por la Emisión Estimulada de Radiación (LASER). Si bien es cierto que para la conceptualización completa y la implementación material del LASER y fue debida a Townes en 1954.

Posteriormente Einstein (1936) se ocupó del problema de la formación de imágenes estelares dobles (espejo gravitacional, según la denominación inicial del propio Einstein), sin embargo esta

especulación teórica se considera una prueba adicional de la Teoría General de la Relatividad luego de que Walsh y Weymann (1979) descubrieran la primera imagen doble de una galaxia lejana. Otra predicción de la Teoría General de la Relatividad es que una masa acelerada emite ondas gravitacionales, en forma análoga a la emisión de ondas electromagnéticas por las partículas cargadas. Aun cuando o han sido medidas directamente, su determinación indirecta le valió el Premio Nóbel, en 1993, a R. Hulse y J. Taylor. Ellos estudiaron el pulsar binario PSR 1513-16, medidas acumuladas durante 17 años, demostrando que explican satisfactoriamente (con precisión de una diezmilésima) la disminución progresiva del período orbital por la emisión de ondas gravitacionales.

En 1924, recibió la carta de un colega Indio, Bose; sobre la estadística de partículas indistinguibles (hoy día conocidas como Bosones, en honor a Bose), y fruto de esa colaboración surgieron las leyes que un gas constituido por partículas idénticas como los neutrones. La descripción teórica de tal estadística difiere de la correspondiente a las partículas como los electrones (Fermiones, en la jerga especializada) y permitió explicar la súper fluidez del Helio Líquido. Y es que Helio se licua a temperaturas cercanas a cero kelvin o cero absoluto (273 Celsius por debajo del cero), y adquiere propiedades "extrañas" como la de trepar por las paredes del recipiente que lo contiene hasta derramarse por completo fuera del envase (superfluidez) y como otros materiales a esas muy bajas temperaturas se vuelven también excelentes conductores de la electricidad (superconductores).

Finalmente debe mencionarse las contribuciones de Albert Einstein en ya legendaria controversia respecto a la descripción probabilística del mundo subatómico (mas conocida como la Mecánica Cuántica) de la cual se distanció. Al punto que en la II Conferencia Solway, al discrepar con Borh acerca de la descripción probabilística de la Mecánica Cuántica le increpó con la ya famosa frase que encabeza estas líneas.

De hecho Einstein fue uno de los primeros científicos en advertir que tal descripción probabilística de la naturaleza subatómica podría deberse a la existencia de "variables ocultas" o a un conocimiento incompleto de la realidad natural; por lo cual la Mecánica Cuántica sería una Teoría incompleta. Hoy, más de cien años después del memorable Annus Mirabilis de 1905, las ideas de Albert Einstein en torno al mundo Físico y la naturaleza, nos siguen pareciendo sorprendentes, al igual que su personalidad contestaría y carismática, a despecho de los iconoclastas de la ciencia..

## 39 LA INVASION A LA LUNA



La llegada, más apropiadamente, el primer descenso del hombre en la Luna se realizó el 21 de Julio de 1.969; por los astronautas Neil Armstrong y Edwin Aldrin. Su misión Apolo 11, marcó un hito sin precedentes en la investigación espacial que se resumen en la ya mítica expresión de Armstrong al pisar la superficie del Mar de la Tranquilidad: *“es un pequeño paso para un hombre y un gran salto de la humanidad”*. La proeza técnica de esa misión, con su tercer tripulante Michael Collins se mantuvo en órbita lunar a bordo del vehículo de regreso MSC (Modulo de Comando y Servicio), es la resulta de un largo proceso iniciado por EEUU solo un año después del primer lanzamiento del primer satélite artificial de la URSS el 4 de octubre de 1957, el Spunitik 1 (compañero de viaje). El presidente de USA, John Kennedy, anunció el 25 de mayo de 1961, la decisión de colocar un hombre en la Luna, dando inicio a una larga competición técnica y mediática con su entonces rival geopolítico la URSS, que se conoce hoy como *“la carrera espacial”*.

El programa espacial norteamericano en *“la carrera espacial”* culminó con el alunizaje de 12 astronautas, en las seis misiones con descenso (Apolo 11, 12, 14, 15, 16 y 17); el viaje hasta la órbita lunar de 30 hombres (incluyendo las misiones Apolo 8, 9 y 10; y el accidentado viaje del Apolo 13), la utilización de 02 automóviles lunares (rover) y el transporte a la Tierra más de una tonelada de rocas lunares (solo el Apolo 11 arribó con 382 kg de muestras lunares). Además de la colocación de sismógrafos, reflectores Laser y otros equipos científicos, teletransmisión en videos e incluso protagonizaron un anecdótico juego de Golf sobre la Luna, realizado sin autorización ni planificación de la NASA, por Allan Shepard del Apolo 14.

Si bien es verdad que en cada alunizaje colocaron la bandera de USA (hechas de aluminio), también en cada viaje se colocó una placa en el módulo de descenso como la que llevó el Apolo 11, y en la que se lee *“Aquí, hombres del Planeta Tierra pusieron el pie por primera vez sobre la Luna Julio 1969 d.C. vinimos en paz, en nombre de toda la humanidad”*; también es cierto que los astronautas Shepard y Mitchell, depositaron en la superficie lunar un paquete con la Biblia en microfilm y el primer versículo del Génesis en 16 idiomas (ruso incluido) durante el Apolo 14.

La proeza técnica y humana que significó este hito de la tecnología puede resumirse en las cifras colosales de su costo de 24 700 millones de dólares, la duración de la empresa 14 años, y el empleo directo de cerca de medio millón de personas. Además de los riesgos salvados por sus protagonistas, toda vez que no existió nunca vehículos de salvamento ni forma de retornar si las fallas hubieran sido más graves, incluyendo el accidente del Apolo 1 con el deceso de los tres primeros astronautas del Cohete Saturno 1B y la fallida misión Apolo 13. Incluso el Apolo 11 hubo de alunizar manualmente y arribar sin combustible a más de 400 metros del lugar inicialmente previsto para salvar los obstáculos del accidentado terreno Lunar. También fue anecdótico que en el primer descenso lunar Buzz Aldrin, tuvo el cuidado de no cerrar la escotilla del módulo al descender para acompañar a Armstrong, los técnicos habían olvidado colocar una manija exterior para abrirla de nuevo!

La navegación, en todas las misiones, era manual: los astronautas usaban sextantes para observar estrellas desde las ventanillas para corregir el rumbo de las naves. No existían para entonces calculadoras electrónicas y los astronautas empleaban reglas de cálculo en sus trajes espaciales (ver imagen) para las estimaciones de distancia y la toma de decisiones in situ. El computador del Módulo Lunar tenía las computadoras más avanzadas de entonces solo 36 kilo bytes de capacidad. El gigantesco cohete Saturno V que usaron todas las misiones era más alto que un edificio de 30 pisos y pesaba más de 3200 toneladas, y la travesía Luna-Tierra era de 2,5 días.

Para colmo los tres astronautas de Apolo 11 recibieron tras el vuelo, un impreso de la aduana norteamericana, como si de personas que entraban procedente del extranjero se tratara. En el impreso indicaron como equipaje “muestras de rocas y polvo de la Luna”, como acompañantes “nadie” y como portadores de enfermedades infecto-contagiosas escribieron “aún por determinar”. La increíble estupidez burocrática humana llega a todos los confines... de la Tierra.

## 40 GOOGOL Y LA RED MUNDIAL



A comienzos de los años ochenta se desarrollaron sistemas interconectados de computadoras en el Centro Europeo de Investigación Nuclear (CERN) con el objetivo de facilitar la interconexión de datos entre los científicos; esta tímida iniciativa y los algoritmos de programación necesarios para establecer esa comunicación de forma automática (protocolos), rápidamente inspiraron ensayos similares para aplicaciones militares y académicas en todo el mundo de manera simultánea e independiente. Su empleo a gran escala apareció por vez primera en 1991 con la creación de la *World Wide Web* (WWW) en USA y Europa, y con las primeras compañías de servicio privado que enlazaban las muy recientes computadoras personales (PC) de tercera generación, basadas en el microprocesador Intel 80386 a mediados de 1985.

Para comprender la explosiva expansión del mundo cibernético globalizado hay rastrear también la evolución de los software que permiten manipular un computador de escritorio o PC. Recordemos que en 1975 fue creada, la compañía Microsoft por Bill Gates y su socio Paul Allen, creando el primer software del primer sistema operativo del MS-DOS (MicroSoft Disk Operating System). Este sistema operativo tuvo un gran éxito gracias a la posibilidad de la clonación de los equipos y por la facilidad de la ejecución de los comandos para los usuarios. Al desarrollar su interfaz gráfica de ventanas (Windows), en su versión 3.1 de 1992, el gran público (cualquier usuario) se habituó al entorno gráfico y se generaliza el uso del ratón como accesorio para moverse en el entorno gráfico de las pantallas e iconos, sin necesidad del empleo de listas de comandos y software de programación.

Así a comienzos de los años noventa se tenía ya PC más rápidas, utilizables con un mínimo entrenamiento gracias al sistema operativo Windows®, la posibilidad de interconexión por cable telefónico o de fibra óptica, con otros dispositivos similares (red www) y la

comunicación vía mensaje de texto; suerte de FAX computacional que se bautizó como correo electrónico.

Recordemos también que el uso del símbolo arroba (@) fue introducido en los mensajes de texto cibernéticos por Ray Tomlinson en 1971, al iniciar sus comunicaciones con el adverbio "at" en idioma inglés, que se traduce como "a" o "en", de modo que el primer mensaje significaba el nombre del usuario Tomlinson "en" la maquina o computador bsbn-tenexr. No es de extrañar que desde hace mucho se empleaba el mismo símbolo en las comunicaciones o cartas comerciales como un acrónimo de las letras "a" y "d", que en forma manuscrita es @; como se observa en una muy antigua carta que envía desde Sevilla a Roma, el comerciante Francisco Lepi el 04 de mayo de 1536.

La red www empleaba sistemas de búsqueda en sus PC interconectadas, siendo el buscador más común el *hispavista*, creado en 1995 por el Consejo Federal de Redes para interconectar las Universidades y Centros de Investigación Europeos. Dos jóvenes doctores de la Universidad de Stamford, Larry Page y Sergey Brin, crearon en 1998 el buscador *Google*®, de mayor velocidad y alcance, al introducir la llamada imagen espejo de los contenidos de cada PC de la red, copiándolas en un sistema de enormes ordenadores acoplados, de suerte tal que la búsqueda se hace en una copia de los archivos en lugar de esperar la conexión en vivo a través de la interconexión alámbrica de las PC. La palabra google proviene del término matemático googol que significa un número descomunal: un 1 seguido de 100 ceros, se dice que ese número es mayor que todos átomos del Universo; y no es exagerado, como puede verificarlo un simple cálculo al multiplicar el número de Avogadro ( $10^{24}$ ), por la masa de un cúmulo de galaxias ( $10^{16}$  masas solares) por la masa del Sol ( $10^{30}$  kilogramos) por el número de cúmulos galácticos (exagerando  $10^{10}$ ).

Como se ve, puede decirse que el mundo de la información contenida en la red mundial www, alcanzable a través de Google, es un universo virtual mayor que nuestro propio universo físico; y ese enorme desarrollo es un hito sin parangón en la historia de la Ciencia y la Tecnología, comparable por sus efectos en la sociedad con otras realizaciones paradigmáticas como la imprenta, la máquina de vapor, el automóvil y el servicio de electricidad doméstica.

Las tecnologías y aportaciones científicas se han multiplicado en la globalización informática. No es fácil resumir todos los actores que han intervenido en estos hitos en las últimas décadas, ni es posible tampoco imaginar el alcance de esas realizaciones ejemplares (paradigmas) en el futuro mediato de nuestra civilización.

### III EVOLUCIÓN DE LOS MUNDOS HABITADOS





## 41 OROGÉNESIS: PLUTONISMO VS NEPTUNISMO



Hasta comienzos del siglo XIX quienes se dedicaban a las ciencias naturales se denominaban a sí mismos Filósofos Naturales, pero en sus obras *History of the Inductive Sciences* (1837) y *Philosophy of the Inductive Sciences* (1840); William Whewell (1794 - 1866) introduce el calificativo de Científicos. Este británico considera que el método científico se sustenta en la "confluencia de inducciones". El avance del conocimiento científico depende de la adecuación progresiva entre los hechos y las ideas que los ponen en conexión. Las ideas, para Whewell, son los conceptos genéricos de espacio, tiempo y causa y otros propios de algunas ciencias: "afinidad electiva" en química, "fuerza vital" en biología y "tipo natural" en taxonomía.

Whewell ingresó en la Royal Society por sus estudios sobre geología y mineralogía, y participa en 1826-28 en la misión fallida en las minas de Dolcoath, Escocia, para medir la densidad de la Tierra. Para entonces quedo convencido que los cambios de la corteza terrestre y las discontinuidades en los registros fósiles y paleontológicos debían deberse a sucesos discontinuos, azarosos o catastróficos; en acuerdo con las ideas de sus predecesores George Cuvier (1760-1832) y James Ussher (1581-1656), arzobispo anglicano de Irlanda. Este último construyó una cronología de la historia de la Tierra y la humanidad donde estableció que la creación fue realizada en el año 4004 a. C., se creía que la edad de la Tierra, e incluso del propio universo, era solo 5654 años. Por su parte Cuvier propuso que los fósiles eran el resultado de la extinción de animales creados por Dios en las catástrofes bíblicas o producto de sucesivas creaciones, conocidas las teorías fijistas en la Biología y como Catastrofismo en la geología. Las ideas filosóficas del Diluvio Universal como causa del fondo oceánico se conocieron como el Neptunismo en referencia al Dios Romano de los mares.

Quiso el azar de la fortuna que un naturalista con título en medicina, James Hutton (1726-1797) heredara de sus padres unas haciendas en el sur de Escocia, donde conoció al geólogo y naturalista George Clerk-Maxwell, abuelo de físico Maxwell; con quien se interesó en el problema del origen de las rocas. A diferencia de sus contemporáneos, Hutton cree en la recopilación de pruebas sin ideas preconcebidas: el presente es la clave del pasado, dice y sostiene que los procesos de la geología de la Tierra ahora mismo debería explicar lo que aconteció en el pasado. Hutton concluyó que en varios ciclos separados se había gestado la deposición del fondo marino, elevación con inclinación y erosión, a continuación se depositan otras capas, y sucesivamente en la larga historia geológica, como lo leyó en su opúsculo *Concerning the System of the Earth, its Duration, and Stability*, que la reunión de la Sociedad Real de Edimburgo el 4 de julio 1785. Las ideas de Hutton se sintetizaban en la postura llamada plutonismo, según la cual los volcanes y procesos de erosión y sedimentación formaban las rocas y modelaban el relieve geológico; por ello se le considera hoy el padre de la geología por su obra publicada en 1788 *Theory of the Earth*.

Las ideas de Hutton, tuvieron en Charles Lyell (1797 - 1875) a su principal defensor; quien publica *Principles of Geology*, en varios volúmenes entre 1830 y 1833; siendo la obra de geología más influyente del siglo XIX y la buena venta de sus sucesivas ediciones fue el principal sustento de su autor. En la historia de la Tierra, Lyell distingue dos procesos básicos de la morfogénesis geológica, que se habrían producido periódicamente, compensándose el uno al otro: los fenómenos acuosos (erosión y sedimentación) y los fenómenos ígneos (volcánicos y sísmicos). Sentó las bases de la geología moderna con sus principios de que los fenómenos pasados tienen las mismas causas que operan en la actualidad (Actualismo); Uniformismo: los fenómenos geológicos son uniformes, excluyendo las catástrofes y Equilibrio dinámico; la historia de la Tierra se rige por un ciclo constante de creación y destrucción.

Hoy día sin embargo se acepta también que ocurrieron fenómenos catastróficos: grandes deshielos e inundaciones; de suerte tal que tanto el Plutonismo como el Neptunismo explican la historia de la Tierra, al igual que la mitología resulta que Hades (Plutón) es hermano de Poseidón (Neptuno); y ambos son hijos del tiempo Cronos (Saturno). Y es que la realidad y el mito conjugan, como hemos dicho, lo humano con lo divino para comprender la realidad.

## 42 LA EDAD DEL HIELO



El astrónomo yugoslavo Mílutin Milánkovitch, en las décadas de 1920 y 1930, calculó las variaciones de insolación en la Tierra resultantes de cambios en los movimientos de traslación y de rotación de la Tierra y en su trabajo sobre la "Teoría matemática del fenómeno del calor producido por radiación solar" (1920), propuso un mecanismo astronómico para explicar los ciclos glaciales, vale decir las periódicas etapas de deshielo polar que ha sufrido la Tierra, con las consecuentes y repetidas inundaciones globales (diluvios); incluyendo varias épocas de deshielos polares en la última era geológica (Pleistoceno).

El movimiento de la Tierra alrededor del Sol y el eje sobre el que gira en su ciclo diario no son fijos, sino que están sujetos a variaciones seculares. La consideración de estos ciclos sirvió a Milánkovitch para establecer unas curvas que permitían considerar la variación del calor aportado por el Sol como causa de las glaciaciones.

La temperatura de la Tierra depende del calor del Sol. En las latitudes altas, el Sol incide más oblicuamente que en las bajas, y la cantidad de calor aportada es menor en los polos que en el ecuador. La Tierra describe en el espacio una elipse donde el Sol ocupa uno de los focos. Esta elipse por un lado, gira lentamente en relación con las estrellas fijas; y por otra parte, su excentricidad varía, desde casi coincidir con una circunferencia a una elipse, con periodicidad de 100.000 años. La orientación del eje de la Tierra es fija a lo largo del año, dando lugar a las estaciones. Cuando el Polo Norte apunta al Sol, el hemisferio norte recibe más calor y sucede el verano boreal. Seis meses más tarde, es el Polo Sur el que se orienta hacia el sol, es el momento del invierno boreal y del verano austral. La inclinación del eje de la Tierra es de  $23^{\circ} 27'$ , sin embargo, este valor varía más o menos  $1^{\circ}30'$  durante un período de 41.000 años.. Esta oscilación conduce a veranos cálidos e inviernos rigurosos en latitudes altas y se corresponde con climas interglaciales. La situación contraria produce veranos poco cálidos que no son capaces de derretir la nieve del invierno, de forma que ésta se acumula año tras año, posibilitando los casquetes glaciares

polares y de montaña. La precesión de los equinoccios parte del hecho de que la Tierra no es totalmente esférica. La acción de las mareas provocadas por el Sol, la Luna sobre el ecuador provoca un retraso en su giro, y la duración de los años no es siempre igual. En consecuencia, el momento en el que el Polo apunta hacia el Sol no se corresponde siempre al mismo punto de la órbita de la Tierra. La situación de los equinoccios y, por tanto, de las estaciones presenta un doble ciclo principal de 23.000 años y otro menor de 19.000. En la actualidad la Tierra está lejos del Sol el 21 de junio, y cerca el 21 de diciembre, por eso la tendencia es a inviernos poco rigurosos.

La unión de estos tres efectos: mucha inclinación del eje, mayor distancia al Sol y que ésta sea en diciembre, produciría un mínimo de insolación y un máximo de frío, propiciando los glaciares. La comprobación experimental de las propuestas de Milankovitch ha venido por su contraste con las curvas climáticas recogidas en los testigos de los sondeos de los fondos marinos. Así, hace 125.000 años se detecta un período interglaciar que coincide con las curvas de Milankovitch y también de la existencia de eras glaciares, con un ciclo de 65 millones de años. De la misma forma se calcula un ciclo de 125.000 años máximo para cada época glacial con periodos interestacionales menores.

Estos ciclos menores se han detectado incluso en época histórica y concuerda con las predicciones de Milankovitch, dándole un enfoque científico al mito del "Diluvio Universal", que correspondería a la última glaciación tal como lo refieren las crónicas bíblicas, babilónicas y chinas.

Adicionalmente esta Teoría le salvo la vida al propio Milankovitch, quien fue hecho prisionero en los Balcanes durante la 1ª Guerra Mundial, estando herido en un campo de prisioneros, distraído y meditabundo, garrapateaba unos cálculos. Descubierto por centinelas; pensaron era un plan de fuga masiva y le llevaron los escritos al comandante. Luego de la conversación y de la explicación de Milankovitch sobre el significado de los diagramas, fue enviado con toda consideración a Budapest, donde paso el resto de la Guerra, compartiendo amigablemente con los científicos del bando enemigo en torno al movimiento de la Tierra y las Glaciaciones. Y es que la Ciencia tiene el don de unir el espíritu de los hombres para la comprensión de la naturaleza más allá de las miserias de las confrontaciones.

### 43 EL CRATER DE CHICXULUB



Hace 65 millones de años, a finales del período cretácico, un acontecimiento colosal acabó con el dominio de los grandes saurios sobre el planeta. Los fósiles de los gigantes animales existentes a finales de la era terciaria parecen haberse desvanecido en un período de menos de 10 mil años, junto a otros géneros de menor tamaño: monotremas y poiquiloterms. La estratigrafía del terreno en diversos continentes así lo evidencia. Un período tal es solo un instante desde el punto de vista de la evolución morfológica de la Tierra y de la evolución Darwiniana. Si la extinción tuvo lugar por cambios geológicos o por modificaciones climáticas paulatinas entonces habría evidencias fósiles, dispersas al menos, de los diversos cambios adaptativos. Por otro lado ¿cómo puede explicarse también la desaparición de especies de menor tamaño e incluso de los protistas marinos (*Globotruncana contusa*) a finales de la era terciaria?.

Luis Álvarez, astrofísico norteamericano, y otros colegas publicaron en 1980 un artículo en la prestigiosa revista *Science*; postulando la "teoría catastrófica" de la extinción masiva ocurrida a finales de la era terciaria. La evidencia aportada por ellos, se fundamenta en la presencia de inusuales concentraciones de Iridio en los estratos de finales del cretácico, de hasta 1/10000 partes por millón (en la región de Gubbio, Italia). El Iridio es un elemento químico poco común en la Tierra y muy frecuente en los meteoritos, cometas y asteroides. La existencia de altas concentraciones de este elemento en

un lapso determinado de la “historia” del planeta no podría ser explicada sin recurrir a un argumento extraterrestre de carácter global.

El impacto de un asteroide o de un gigantesco meteorito contra la Tierra tendría que haber dejado un cráter enorme, semejante quizá a los grandes cráteres que se observan en la Luna y otros astros del sistema solar. ¿Dónde está ese cráter? Una posibilidad señalada por Álvarez era que el cráter estuviera inundado, como en el Golfo de México.

Una revisión acuciosa de los estratos geológicos en las costas elevadas de Norteamérica, mostraban la ocurrencia de un colosal maremoto (Tsunami) hace 65 millones de años, y registros satelitales del fondo marino corroboraron una gran depresión oval de 180 km de diámetro y profundidad de 50 km, en la Península de Yucatán, conocida hoy como el Cráter de Chicxulub. De la forma y tamaño del cráter es plausible determinar inclusive las dimensiones y el ángulo, antes del impacto, del asteroide o meteorito. Es claro que la extinción no se debió tanto a la “explosión” del meteorito sino más bien al efecto colateral de este, vale decir al llamado *Efecto Invernal*. La energía liberada por el impacto, junto al polvo que levanta en la atmósfera sería suficiente para oscurecer toda la atmósfera durante años, impidiendo a los rayos solares calentar la superficie y ocasionando un drástico cambio climático a escala global, con la consecuente desaparición de la mayoría de las especies, quedando a salvo las de vida marina y quizá también algunos mamíferos, más pequeños y adaptativos que los grandes saurios. Otra evidencia, surgida a finales del siglo pasado, es el hallazgo de microtectitas en el desierto de Nevada y Nuevo México

Las tectitas son fragmentos vítreos de color verdoso, con una composición química característica, que se forman por la condensación del polvo meteorítico. He allí los restos del “holocausto”, ocurrido hace 65 millones de años, que corroboraría la teoría catastrófica de Álvarez. Los eventos de la naturaleza no parecen ser únicos, y los impactos de cometas y asteroides sobre otros planetas, parecen indicar que eventos similares pueden ocurrir en cualquier momento. Las evidencias señalan, de algún modo, que la génesis y el Apocalipsis de la humanidad están unidos firmemente a los eventos interplanetarios, como también de una arquitectura universal de la cual somos más testigos que protagonistas.

## 44 EL BOLIDO DEL RIO CURUCA



"La mañana del 13 de Agosto de 1930 el cielo estaba claro y el glorioso Sol ecuatorial había salido para iluminar un nuevo día.... Sorpresivamente, a eso de las 8 hs., el Sol se tornó de color rojo sangre y una oscuridad se esparció sobre todo, tal y como si una espesa nube hubiese interceptado los rayos solares... pero no había tal nube... sólo la aparición de un polvillo en la atmósfera. Una fina ceniza había comenzado a caer sobre las plantas de la selva y sobre las aguas del río... cuando sorpresivamente, un sonido de múltiples silbidos se escuchó viniendo desde lo alto... sonando como artillería y ese sonido se fue haciendo más cercano... y más cercano. Algunos pescadores se alzaron mirando hacia el cielo y entonces vieron grandes bolas de fuego cayendo desde lo alto como rayos. Cayeron en el centro de la selva con un triple estampido similar al rugido de un trueno y el estallido de un rayo. Ocurrieron entonces tres explosiones distintas, cada una mayor que la anterior, causando temblores de tierra como los de un terremoto. Una fina lluvia de cenizas continuó cayendo por varias horas y el Sol siguió nublado.--"

Este relato del bólido o meteorito de gran tamaño a velocidad supersónica, fue escrito por el padre Fedele d'Alviano, y publicado recién en los 90's. Había permanecido olvidado en archivos eclesiásticos de los misioneros capuchinos por varias décadas. El investigador independiente italiano Roberto Gorelli fue quien primero lo recuperó para el dominio público. ¡Es evidente que algo cayó desde el cielo!...ese evento es el llamado "Tunguska" brasileño del río Curuca, Amazonas, Brasil, (S 5° W 71,5°).

Tunguska es una región en la tundra siberiana (Rusia), despoblada y cubierta de coníferas. Ocurrió allí un suceso

extraordinario la noche del 30 de junio de 1908. Miles de árboles fueron derribados en un área cercana a los 20 kilómetros cuadrados. No se trató de un incendio, sino más bien de una suerte de explosión colosal, todos los árboles fueron derribados desde el centro hacia fuera, quedando dispuestos radialmente. En el epicentro, los árboles quedaron en pie, el resto de la vegetación quedó arrasada, y quizá los animales que allí moraban. Los relatos de la época, evocan una gigantesca explosión, acompañada de un inmenso resplandor nocturno.

Un suceso así sólo pudo ser originado por el impacto de un meteorito, de forma análoga a los miles de impactos que acusan otros cuerpos celestes como la Luna, Mercurio y los satélites de los planetas gigantes Júpiter y Saturno. Sin embargo, en Tunguska ni en el río Curuca, o hay cráter alguno, por lo que cabe esperar que la explosión tuvo lugar a varios kilómetros sobre el suelo, desintegrándose en la atmósfera el objeto extraterrestre (bólide, cometa o asteroide). La ausencia de un cráter de impacto descarta por mucho a un asteroide o un meteorito. Los asteroides son muy compactos y densos, e imposibles de volatilizarse en la atmósfera. Se piensa que quizá se trató de un núcleo cometario. Visto así, lo ocurrido en Tunguska y en el río Curuca no constituye propiamente un misterio, salvo por el hecho de que un evento como ése debió necesariamente dejar algún rastro que aún no se ha encontrado. La evaporación del objeto tendría que haber dejado esparcido gran cantidad de polvo del material del fragmento cometario. Sin embargo, a la fecha han fracasado todos los intentos de hallar rastros de polvo ¿Cómo pudo un objeto "desaparecer" en la atmósfera sin rastro alguno?

Se sospecha que un evento similar ocurrió hace unos 800 años (siglo XIII) en Nueva Zelanda. Una gran zona vecina a la ciudad de Tapanui (en la Isla Sur) quedó arrasada por un flash instantáneo de alta temperatura y fuegos forestales. Incluso se sostiene que algunas leyendas de los aborígenes maoríes pueden ser los recuerdos de tal catástrofe. Se supone hoy que eventos de este tipo suceden una vez cada varios cientos de años.... ¿Y si ya hubiera pasado en algún centro poblado? ... por ejemplo según el relato bíblico ¿Jericó, Sodoma y Gomorra?

## 45 PANGEA Y LAS EXTINCCIONES MASIVAS



En 1620, el filósofo inglés Francis Bacon se fijó en la similitud que presentan las formas de la costa occidental de África y oriental de Sudamérica, aunque no imaginó que ambos continentes hubiesen estado unidos antes. En 1912 el doctor en astronomía y profesor de meteorología, el alemán Alfred Wegener (1880-1930), publicó el libro *Die Entstehung der Kontinente* (El origen de los continentes) donde desarrollaba la teoría de la deriva continental.

Según esta teoría, los continentes de la Tierra habían estado unidos en el remoto pasado de la Tierra, hace 225 millones de años, en un único 'supercontinente' al que llamó *Pangea* (en griego toda la Tierra) y un único océano denominado *Pantalasa* (del griego todos los mares). Más tarde *Pangea* se había escindido en fragmentos por movimientos de la corteza oceánica y la acción volcánica, alejándose lentamente de sus posiciones de partida hasta alcanzar las que ahora ocupan. Así teorizó que la corteza superficial de los continentes (*sial*), se desplazaban sobre otra capa más densa de la Tierra que conformaba los fondos oceánicos y se prolongaba flotando lentamente bajo ellos (*sima*).

Los argumentos actuales que sustentan la moderna teoría de la deriva continental y la tectónica de las placas continentales se fundamenta en diversos hallazgos: (i) las rocas carbón y la existencia de morrenas como las dejadas por los glaciares en las regiones hoy circunpolares, que serían evidencias de antiguas selvas tropicales, explicables si se supone que en el mesozoico esas regiones estaban en el ecuador. (ii) la geografía que muestran una sospechosa coincidencia

entre la forma de las costas continentales, especialmente entre Sudamérica y África por lo cual podrían haber estado unidos en tiempos pasados en el subcontinente gondwana. (iii) la geología del hipotético pangea está en acuerdo con la existencia actual de las mismas cordilleras y tipo de rocas en distintos continentes, de su edad se establece los periodos de la deriva continental. (iv) Por otra parte, desconcierta el hecho de que algunas especies botánicas y animales se encuentren en varios continentes. Es impensable que estas especies puedan ir de un continente a otro a través de los océanos, pero sí podían haberse dispersado fácilmente en el momento en que todas las tierras estaban unidas.

Durante los últimos 600 millones de años se han producido 20 episodios de extinción masiva, encontradas en los registros fósiles, cinco de ellos estuvieron a punto de hacer desaparecer la vida en la Tierra y aún cuando no se sabe con certeza las causas, sus periodos geológicos parecen coincidir con la fragmentación y deriva continental y/o con las glaciaciones cíclicas: paleozoico-era primaria (435 millones de años) extinción de casi toda la vida marina; hace 367 millones de años (devónico) desaparecen un gran número de peces y el 70 % de los invertebrados marinos; transición era primaria y secundaria (245 millones de años) perecieron el 90 % de todas las especies marinas y terrestres, desaparecen los trilobites; extinción del triásico (210 millones) de años desaparecen el 75 % de especies y los reptiles mamiferianos, dando paso a los dinosaurios; limite KT cretácico (65 millones de años) desaparecen los dinosaurios y los amonites, surgen los mamíferos y los peces se adueñan de los mares.

La deriva continental propuesta por Alfred Wegener recibió enconados debates y acidas criticas antes de que fuera reconocida muchos años después de su muerte. En su 50 cumpleaños (1930) durante una expedición a Groenlandia buscando nuevas evidencias a su teoría, abandonó solo el campamento y nunca regresó. Le encontraron muerto congelado en el hielo días después, y fue enterrado allí mismo. Cuando sus detractores se enteraron del triste suceso, mencionaban que Wegener era el único difunto que se acercaba a Norteamérica un centímetro por año gracias a la deriva continental, por lo que su cadáver los alcanzaría en cincuenta millones de años... La teoría de la deriva continental alcanzó a los geólogos petroleros americanos en mucho menos tiempo, solo 35 años después, la Teoría y celebridad de Alfred Wegener fueron reconocidas por la comunidad científica mundial a mediados de los años sesenta.

## 46 NÉMESIS: EL ELUSIVO COMPAÑERO DEL SOL



La mayoría de las estrellas de nuestra galaxia y el 50% de las estrellas cercanas al Sol, son sistemas binarios, es decir contienen dos soles muy separados, lo que no les impide tener sistemas planetarios como el nuestro. ¿Podría entonces el Sol tener una estrella compañera aun no detectada?. Si fuera el caso su periodo orbital seria mucho mayor que la historia de la humanidad y no se le habría observado, pero además las evidencias de las periódicas extinciones masivas en el pasado remoto de la paleontología de la Tierra serian explicadas en base a esa Hipótesis. También las observaciones de los cráteres en la Luna, en Mercurio y Marte, y en los asteroides demuestran que hubo una época, hace 3800-4100 millones de años, en el que los cuerpos del Sistema Solar interior sufrieron frecuentes impactos violentos de grandes asteroides, que se conoce como el periodo de bombardeo intenso tardío . El origen de éste se atribuye a las perturbaciones gravitacionales de un astro desconocido, al acercarse a la nube de Oort (suerte de esfera de escombros del sistema Solar primigenio que se supone sea la fuente de cometa, distante a un año-luz del Sol).

La hipótesis astronómica de que nuestro Sol sea un sistema binario, se le conoce como Némesis (la diosa griega de la retribución y la venganza) por los efectos catastróficos que produciría al perturbar periódicamente la Nube de Oort. Según esta hipótesis, nuestro Sol sería sistema binario. Su otro foco sería una estrella muy fría ("enana marrón") que emite muy poca luz, mayormente en infrarojo, y que orbitaría entre 1 y 3 años luz de distancia. Cada 26 a 34 millones de años, Némesis pasaría cerca o entraría en la nube de Oort, desestabilizándola y lanzando lluvias de grandes cometas en dirección

al Sol, lo que explicaría la aparente periodicidad de los grandes impactos y las extinciones asociadas (confirmada por el registro fósil y los estratos geológicos de iridio, un metal de origen extraterrestre). También existen algunas mediciones magnetométricas y otros indicios que favorecerían esta suposición.

La hipótesis de Némesis fue propuesta en 1984 por R. A. Muller (Univ. de California), P. Hut y M. Davis (Univ. de Princeton) en la revista *Nature* (vol 308, pp 715-717, 1984). En 1999, el astrónomo J. Murray anunció haber descubierto un astro asimilable a Némesis, mientras estudiaba unos cometas en los márgenes del Sistema Solar, giraría alrededor del Sol a una distancia 1.000 veces más lejana que Plutón. Si bien tal descubrimiento teórico no pudo finalmente ser verificado, a comienzos de 2000 J. Matese (Univ. de Louisiana) estudió las órbitas de 82 cometas de la nube de Oort, afirmando que sus órbitas tenían algunos elementos extraños en común que sólo se podían explicar por la influencia gravitacional de un objeto de varias veces el tamaño de Júpiter. Hoy día continúa la controversia sin pruebas concluyentes como sería la identificación o detección de tal objeto. El astrónomo V. Bobylyov (Observatorio de Pulkovo) analizó los datos de las trayectorias de las 35000 estrellas cercanas al Sol, mediante el satélite astrométrico Hipparcos, y encontró que la estrella Gliese 710, de 0,6 masas solares, en la constelación de Serpiente, está acercándose al Sistema Solar con velocidad de unas docenas de kilómetros por hora y desde una distancia de 63 años luz, en 1,45 millones de años alcanzaría una distancia comparable a Plutón. Las investigaciones ulteriores revelaron también que la última vez que una estrella se había acercado a la Tierra, fue hace 300.000 años, la enana blanca, la WD 0310-688.

En la mitología griega, Némesis es la diosa de la justicia retributiva, la venganza y la fortuna, hija de la oscuridad y la noche (Érebo y Nix) Considerada como la fuerza o poder del Sol, Némesis es la personificación del sentimiento moral, reprobador de toda violencia y de todo exceso. Era venerada por los persas, asirios, babilonios, egipcios y etíopes. Orfeo llevó su culto a Grecia e Italia. Némesis fue perseguida por el dios del cielo, y para librarse de él tomó formas de monstruos marinos y de diversos animales terrestres. Finalmente se transformó en una oca. Zeus transmutado en cisne logró alcanzarla y fruto de esta unión, la diosa puso un huevo, cuidado por Leda, y surgió la más bella de las mujeres: Helena de Troya. El mito de Némesis expresa la idea de la cólera celeste y el juicio final personificada en la mujer, como compañera inseparable del poder masculino del Sol.

## 47 LÖFLING EN EL ORINOCO



“Al pie de un naranjo junto a la iglesia en la misión de Santa Eulalia de Mercuri “ (sic) en el Caroni fue enterrado el 22 de febrero de 1756 el naturalista y botánico Pehr Löfling; víctima de la Fiebre Amarilla que adquirió en sus periplos por las inexplorados parajes del Orinoco, desde Cumana hasta la Guayana venezolana, durante los dos años como Botánico del Rey de España. Sus funciones, además de precisar los límites de los territorios al sur del Orinoco, estaba la colecta de ejemplares botánicos y zoológicos, para entonces pocas eran las referencias científicas sobre la historia natural de Venezuela. Las descripciones de flora y fauna que existían eran las realizadas por los cronistas de Indias, que adolecían de rigor sistemático. A su llegada a Venezuela, Löfling trae consigo por vez primera un microscopio y el método de clasificación taxonómica recién introducido por su maestro Linneo en Europa, y de quien fuera uno de sus más aventajados discípulos. Después de un tiempo de estadía en la ciudad de Cumaná se desplaza hacia Barcelona y otras poblaciones como las misiones Píritu y San Bernardino. En el extinto pueblo del Tocuyo, cerca de Unare, conoce al Padre Antonio Caulín, el cual le asiste en su trabajo y acoge en el momento en que se enferma. Con el material recogido en Cumaná

y esta zona, redacta “*Primer Borrador de la Flora Cumanensis*” y “*Flora Cumanensis*” que aun se preservan en el Real Jardín Botánico de Madrid. Luego vuelve a Cumaná, y a finales de 1754, retorna a Barcelona y a la misión de San Bernardino.

Y es que a mediados del decimonónico Carolus Linnaeus en latín o mejor Carlos Linneo en castellano (1707-1778), descolló no solo como médico y sino como el principal botánico de Europa. Desde su puesto en la Universidad de Upsala (Suecia) fue el creador de la clasificación de los seres vivos o taxonomía, desarrolló un sistema de nomenclatura binomial (1731) que se convertiría en clásico, basado en la utilización de un primer término, escrito en letras mayúsculas (indicativa del género) y una segunda parte, correspondiente al nombre específico de la especie, escrita en letra minúscula. Por otro lado, agrupó los géneros en familias, las familias en clases, las clases en tipos (fila) y los tipos en reinos. La publicación de su obra *Las especies de las plantas (Species plantarum)* en 1753 se considera el inicio de la nomenclatura moderna de la biología. Defensor de la inmutabilidad de las especies; contrario, por tanto, a la idea de la evolución; consideraba que todas ellas se habían creado por separado en el inicio de los tiempos. Tras su muerte, sus colecciones fueron adquiridas por un naturalista inglés, que las llevó al Reino Unido, donde sirvieron de núcleo aglutinador de la famosa Linnaean Society.

Cuando Fernando VI invita a Linneo para que viaje a España, o en su defecto envíe un discípulo a España, el maestro seleccionará al joven Löfving de solo 24 años para que vaya en su lugar, quien se había destacado ya por estudio de la criptogamia y fanerogamia. La actividad científica y el genio del sueco Pehr Löfving es tan desconocido en nuestro país, que incluso su nombre, en el único ícono de su memoria y que se encuentra en el Jardín Botánico de Caracas, aparece mal escrito como muestra la imagen que encabeza estas líneas. Si eso ocurre para quien clasificaba las especies hace más de dos y medio siglos, imagínese Ud. como queda la nomenclatura botánica autóctona.

## 48 Y Cuvier derrotó al Diablo



Georges Léopold Frédéric Cuvier (1769 - 1832) , hoy referido como el barón de Cuvier, fue el pionero de la anatomía comparada y uno de los más destacados naturalistas de comienzos del siglo XIX. Como Científico y amigo de Napoleón fue inspector de instrucción pública y, en tal carácter, introdujo reformas mayores en la educación francesa, como la creación de universidades en las provincias. En 1814, integró el Conseil d'État y, en 1817, fue viceministro del Interior.

Entre otros méritos, desarrolló los estudios de Anatomía comparada entre fósiles, e impulsó la idea de que las criaturas antiguas podían en efecto llegar a extinguirse. Descubrió el primer fósil de pterodáctilo del que se tenga noticia, así como una bestia marina reptiliana, el mosasaurio, y tuvo la certera intuición, que se confirmaría después de su muerte, de que antes del predominio de los mamíferos, había existido una época en la que el planeta había sido dominado por los reptiles. Con todo, no se libró de cometer algunos errores, el peor de los cuales fue ser un antievolucionista convencido. Para Cuvier, los fósiles eran restos de animales prehistóricos, vale, pero no habían evolucionado, sino que habían sido barridos por catástrofes sucesivas en la historia terráquea.

En 1817 publicó *Le règne animal distribué d'après son organisation*, que, constituyó un avance significativo con relación al sistema de clasificación creado por Lineo. Cuvier demostró que los animales poseen tantos rasgos anatómicos diferentes que no deberían ordenarse en un único sistema lineal. En su reemplazo, los ordenó en cuatro grandes grupos, a saber, vertebrados, moluscos, articulados y radiantes, cada uno con un tipo especial de organización anatómica. A pesar de

que su clasificación no se usa más, se alejó de la idea del siglo XVIII de que todos los seres vivos deben ordenarse cronológicamente en una serie continua desde el más simple hasta el hombre.

En su tesis Catastrofista, Cuvier se mantenía más o menos apegado a la idea de Creación. Para él, las especies sobre la Tierra surgían y se mantenían inmutables en el tiempo, hasta que un cataclismo las barría. Observó que las partes de distintos animales se correspondían, y formuló así una "ley de la correlación". Según Cuvier, un animal con cuernos y casco siempre tendrá dentadura de herbívoros, y si tiene uñas y garras, necesariamente tendrán dientes de carnívoro. Esta idea, es como mínimo un poco complicada, pero Cuvier con esto adelantó la noción de que se puede inferir datos sobre el comportamiento animal observando la anatomía. Con esto, creía estar descartando cualquier clase de evolución: si los animales permanecen dentro de sus respectivas correlaciones porque es su forma natural, es imposible que cambien con el tiempo.

Sus estudios de anatomía comparada, publicado en 1797 con el título *Tableau élémentaire de l'histoire naturelle des animaux*, obra basada en sus clases de zoología en el Museo de Historia Natural de París. En 1800-1805 publicó sus *Leçons d'anatomie comparée*, en las que expuso su principio de la correlación de las partes, según el cual la estructura anatómica de cada órgano está funcionalmente relacionada con todos los otros órganos del cuerpo de un animal, y las características funcionales y estructurales de los órganos resultan de su interacción con el ambiente. Incluso hay una anécdota apócrifa según la cual un grupo de estudiantes decidió gastar una broma. Uno se vistió de diablo y se puso cuernos, además de zapatos con suela en forma de casco. Con ese disfraz se metió a la casa de Cuvier, mientras el resto se quedaba afuera, esperando el resultado. El disfrazado se acercó a Cuvier, que estaba durmiendo, y le gritó cerca del oído:

- ¡Despierta, hombre de las catástrofes! ¡Soy el Diablo, y vengo a comerte!

A sabiendas de que era alguna clase de broma, o simplemente demasiado adormilado para asustarse, Cuvier replicó sin inmutarse:

- ¿Quieres comerme? Es imposible. Tienes cuernos y pezuñas. Según la ley de las correlaciones, eres herbívoro.

Y se vuelca sobre su cama para seguir durmiendo. Los estudiantes, al escuchar esto, descargaron una gran ovación en admiración por su Maestro.

## 49 EL CABALLERO DE LAMARCK



La idea de que las formas de vida compleja provienen de estadios simples, en una suerte de progresión, era ya común en la Época de la Ilustración, anterior a Darwin. Incluso en la antigua Grecia, Empedocle de Agrigento, por ejemplo, sostenía que las plantas habrían precedido a los animales. La noción de progreso gradual de las formas vivientes fue introducida por Charles Bonnet (1720-1793) en sus *Consideraciones sobre los cuerpos organizados* (1762) y dos años después en *Contemplación de la naturaleza*. Influenciado por Leibniz y Kant, Bonnet concibió una gradación continua desde el átomo hasta los ángeles, propuso un paralelismo entre el desarrollo embrionario y la jerarquía orgánica. Para él la sucesión comprende a todos los seres de manera continua y ascendente (salvo por transiciones funcionales). En consecuencia las especies vivientes, aunque perfectas desde la Creación, han debido sufrir sucesivas revoluciones (gradualismo) para mostrar la complejidad final que las caracteriza actualmente; es este el concepto primigenio de Evolución.

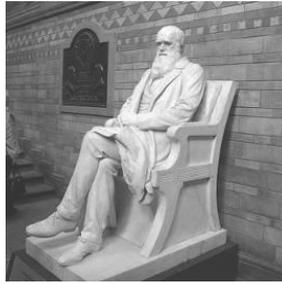
Modernamente concebimos la evolución como un concepto biológico, debe destacarse que el significado del mismo comenzó en la paleontología y la geología. De hecho fue George Louis Leclerc (1707-1788), Conde de Buffon; mejor conocido simplemente como Buffon; quien intentó en su *Teoría de la Tierra* sentar las bases del evolucionismo, a través de la observación y la descripción de los procesos, de las evoluciones. La Tierra se originó, afirma Buffon siguiendo a Kant, junto al Sol y los planetas, de material incandescente, hasta enfriarse lentamente, en una progresión lineal o evolución. Es clásico su experimento, en el cual calentó hasta la incandescencia una esfera de metal y midió el tiempo de enfriamiento; luego extrapoló el resultado para calcular el lapso en el cual una esfera del tamaño de la Tierra alcanzaba la misma temperatura, datando (erróneamente) a la Tierra en no menos de 170 mil años.

Las ideas de Buffon influenciaron en Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet, conocido mejor como caballero de Lamarck (1744-1829), quien en su obra *Philosophie Zoologique*, publicada el mismo año en que nace Charles Darwin (1809), hace dos importantes contribuciones (i) separa los invertebrados de los vertebrados, fundando e introduciendo el término biología (ii) formula una teoría positiva de la evolución de los seres vivos. Esta obra le ganó la admiración de Buffon y el ingreso a la Academia de Ciencias de Paris. En la etimología con la cual se llama hoy Biología a las Ciencia de la vida, hay un error debido a que Lamarck no sabía griego e ignoraba que bios no es igual a zoe: vida orgánica, sino conducta del ser viviente, por eso decimos biografía; de modo que el termino biología luce menos adecuado que zoología.

Lamarck sostiene que hay evolución y que ésta es la única explicación de especies diferentes. Postula además el carácter hereditario de las modificaciones adquiridas por cada individuo a lo largo de su vida, como reacción directa a las condiciones ambientales. De soslayo, Lamarck, introduce la idea de árbol genealógico de las especies, con ramificaciones desde un tronco común más elemental, y que la naturaleza emplea mucho más tiempo en generar la diversidad que lo propuestos por las teorías de génesis y fijitas, defendidas por Cuvier. Parece cierto que estas obras influyeron en el erudito de Breadwall; Erasmus Darwin (1731-1802), abuelo de Charles Darwin, quien esboza en su poema didáctico *Zoonomia*, las leyes de la vida, la lucha por la supervivencia y la selección sexual natural de "los más hermosos".

Lamarck propuso que las trasformaciones que los organismos sufrimos en vida sometidos a los diferentes ambientes, con el tiempo se fijarían en su descendencia, lo que hoy conocemos como transferencia horizontal o Lamarkismo; abandonada como mecanismo de evolución biológica. Para ilustrar estas dificultades conceptuales basta con la anécdota del biólogo soviético Trofim D. Lysenko (1898-1976), conocido por su defensa del "Lamarckismo", o defensa de que los rasgos adquiridos se heredan. En una de sus sesiones asistía el famoso físico Lev Landau (1908-1968), tras escuchar los argumentos de Lysenko le preguntó: "Entonces, Usted mantiene que si a una vaca se le corta una oreja, y a su descendencia se le corta también una oreja, y así sucesivamente, en algún momento comenzarán a nacer vacas sin una oreja, ¿es así?"; "Si, así es", contestó Lysenko. "Entonces, ¿cómo es que siguen naciendo mujeres vírgenes?" - preguntó Landau.

## 50 SOBRE LA EVOLUCION Y EL ORIGEN DE LAS ESPECIES



Hace ya 155 años, Charles Darwin presentó el concepto clave sobre los orígenes de la biodiversidad. En el 2009 se cumplieron importantes aniversarios de la Teoría de la Evolución: el 12 de febrero fue el bicentenario del nacimiento de Darwin y el 24 de noviembre se celebró siglo y medio de la publicación "*El origen de las especies*", con un tiraje de 1250 ejemplares, que se agotó el mismo día en que se puso a la venta.

La evolución como precepto biológico introducida desde el siglo XVII habría de esperar que el nieto del naturalista Inglés Erasmus Darwin, el joven Charles, se embarcara en diciembre de 1831 en el buque expedicionario H.S. Beagle para que sus ideas decantaran y fueran aceptadas. Luego de coleccionar especímenes durante cinco largos años alrededor del planeta, Charles Darwin publica en 1839 las bitácoras de su viaje exploratorio en el tercer volumen de *Narraciones del Viaje del Beagle*, con algunas ideas inconexas sobre la diversidad y origen de las especies.

Esta obra de Charles Darwin, junto a un libro apócrifo de 1844; atribuida modernamente al periodista Robert Chambers, con el título de "*Vestigios de la Historia Natural de la Creación*"; fueron los textos de cabecera de un joven impetuoso y autodidacta, Alfred Wallace; quien imitando a Darwin emprendió dos periplos: 4 años por la Amazonía, y 8 años en Oceanía y la región Indo-Malaya. En ese último viaje concluye que las especies biológicas han coexistido en espacio y tiempo, por provenir de un ancestro común; y solo sobreviven las variantes mejor equipadas para las circunstancias; proceso que debe generar un cambio direccional adaptativo de las especies en general.

Wallace envía una comunicación a Darwin y éste, se apresura en completar una nota para la Sociedad Linneana de Londres. Es así como

el 01 de julio de 1858 fue presentada por primera vez, la teoría de la evolución por selección natural, y consistió en una lectura pública de los trabajos de Darwin y Wallace en la que ambos estuvieron ausentes. Wallace convalecencia por malaria en Malasia y Darwin permanecía en duelo por la muerte de su hijo Charles, que demoró la redacción de su "*El origen de las Especies*", hasta el año siguiente (1859), escrita un tanto apresuradamente por la "presión" de los resultados de Wallace.

La teoría de la Evolución de Darwin de 1859 es una Teoría de Filosofía Natural, más que un teoría científica en el sentido Popperiano del término. Parte de axiomas para explicar la diversidad y origen de las especies; que palabras más, palabras menos, se resumen en: (i) Los tipos biológicos o especies no tienen una existencia fija ni estática sino en cambio constante. (ii) La vida se manifiesta como una lucha constante por la supervivencia (iii) La "selección natural" provoca que los organismos menos adaptados a un medio natural específico desaparezcan y los mejores adaptados se reproduzcan (iv) La selección natural, el desarrollo y la evolución requieren de un enorme período de tiempo, de escalas casi geológicas (v) Las variaciones genéticas que incrementan las probabilidades de supervivencia son azarosas y no son provocadas ni por Dios (creacionismo) ni por la tendencia de los organismos a buscar la perfección (como proponía Lamarck).

La lectura de los manuscritos titulados: *Sobre la tendencia de las Especies a formar Variedades* (Wallace), y *Sobre la perpetuación de las variedades y especies por medio de la selección natural* (Darwin), se debió al geólogo Charles Lyell y el botánico Joseph Hooker.

Según Lyell la morfogénesis geológica, se debe a dos procesos complementarios y periódicos: los fenómenos acuosos (erosión y sedimentación) y los fenómenos ígneos (volcánicos y sísmicos). Paralelamente, en la historia de la vida, Lyell supuso que se habían dado períodos sucesivos de extinción y creación de especies: el cambio geológico habría originado profundos cambios climáticos y muchas especies se habrían extinguido, siendo sustituidas por otras nuevas mediante leyes naturales. Estas ideas evolucionistas fueron anteriores al propio Charles Darwin, quien leyó durante su viaje en el Beagle la obra *Principles of Geology*, publicada por Lyell en 1830.

Al contrario de lo que creen algunos, el concepto de Evolución como Filosofía Natural es común a la Geología, Paleontología y la Planetología, y tampoco para ser cierto que la Teoría de la Evolución de las Especies fuera una invención-descubrimiento de Charles Darwin, sino más bien se nos antoja hoy como su principal sintetizador.

## 51 PASTEUR VERSUS LA GENERACION EXPONTANEA



El 6 de Julio de 1885, una mujer llegó llorando, con su hijo Joseph Meister de 9 años; a las puertas de un laboratorio improvisado en una casa de la rué d'Ulm en Paris, y rogaba insistentemente ¡Salve a mi hijo, Monsieur Pasteur!. El chico había recibido múltiples mordidas de un perro rabioso, por lo que su muerte era inminente al cabo de varios días cuando aparecieran los síntomas fatales de la enfermedad, tal como la dificultad de deglutir ("hidrofobia").

Pasteur era ya un científico conocido pero no era Medico y aun cuando había probado un remedio en animales no estaba seguro de su efecto en las personas. ¿Debía o no probar su método de cura en aquel niño? .Louis Pasteur (1822- 1895) recordó fugazmente sus tiempos de profesor de física en el Liceo Dijon en 1848, luego en cómo se convirtió en profesor de química de la universidad de Estrasburgo, al doctorarse en ciencias en la Escuela Normal Superior de París. Repaso mentalmente su bien ganada reputación iniciada con el descubrimiento de la isomería óptica (1848) del ácido racémico, del cual obtuvo dos formas de cristales diferentes, fundando así la estereoquímica.

Pensó en sus estudios sobre la fermentación con la cual demostró que su causa eran los microorganismos incubados en las frutas, materia orgánica y los animales. Tesis que contradecía la hipótesis creacionista de sus contemporáneos; como Felix Pouchet, a la sazón Médico y Director del Museo de Historia Natural de Rouen, que abogaba por la generación espontanea de los microorganismos causantes de la fermentación en el vino y la levadura. Pasteur demostrarían que las levaduras se reproducen anaeróbicamente y que, al calentar súbitamente las muestras, era posible la eliminación de gérmenes (pasteurización).

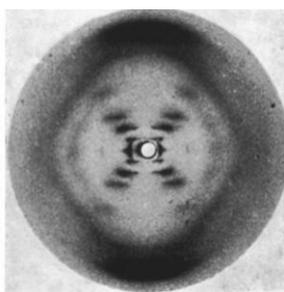
Hacia apenas unos años que el gobierno le encargara estudiar la enfermedad de los gusanos de seda, que arruinaba la producción del sur de Francia. Gracias al microscopio identificó dos parásitos distintos en los gusanos y las hojas de las que se alimentaban. Expuso en 1878 la teoría germinal de las enfermedades infecciosas, según la cual tales enfermedades tienen como causa algún ente vivo microscópico, con capacidad para reproducirse y propagarse, como ocurre en los procesos de la fermentación y la descomposición orgánica. Su teoría fue controvertida, e impopular entre los médicos que creían que eran causadas por un desequilibrio de humores y para quienes les resultaba increíble que, algo tan insignificamente pequeño. Fuese causa de muerte de seres mucho más grandes.

Pasteur, en 1871 instó a los médicos a hervir el instrumental y los vendajes, ideas que inspiraron al Médico británico Joseph Lister, considerado hoy el padre de la antisepsia moderna, los doctores debían lavarse y utilizar guantes, el instrumental quirúrgico debía esterilizarse y había que limpiar las heridas. En 1881 consiguió preparar una vacuna de bacterias desactivadas acerca del carbunco del ganado lanar. Siguiendo para ello procedimiento de inmunización de la viruela, ideado por el Médico rural de Inglaterra, Edward Jenner, quien en 1796, aplicaba suero de la viruela vacuna en pacientes sanos para prevenir la mortal enfermedad.

El agente (Virus) que transmitía la Rabia resultaba invisible para el microscopio de Pasteur ¿Cómo detectar dónde estaba? . Pasteur pensó que, había que buscar el agente patógeno en el sistema nervioso. Si se inyectaba bajo la piel el virus podía extraviarse, había que inyectarlo directamente en el cerebro. Lo probó en perros y consiguió obtener formas atenuadas del virus, y se arriesgó a aplicarlo en aquel niño que esperaba una muerte segura. El experimento resultó y con ello la cura de la rabia, tras otras 12 inoculaciones en los 10 días siguientes, diría luego Pasteur: *"En los campos de la observación, el azar favorece sólo a la mente preparada"*. Luego el 26 de octubre de 1885, leyó ante la Academia de Ciencias *"Un método para prevenir la rabia después del mordisco"*. Muchedumbres de 2.500 víctimas de mordeduras de lobos y perros, proveniente de toda Europa, se agolpaban en aquel laboratorio, convertido en Hospital, para recibir la cura de la Rabia en los 15 meses siguientes. Nació así el prestigioso Instituto Pasteur, en honor a aquel sabio tan humano: *"Un poco de Ciencia nos aparta de Dios, mucha nos aproxima"*.

Y es que Pasteur eliminó la rabia entre animales y el hombre, el cristianismo procura eliminar "la rabia" entre los humanos.

## 52 LA HERENCIA DEL ADN



Las claves del fenómeno vida y de los mecanismos de la evolución, inmersos en la biodiversidad, no pudieron ser comprendidas ni valoradas en el siglo XIX.

Si bien es cierto que el monje austriaco Gregor Mendel (1821 - 1884) mostro que los caracteres (alelos, genes) se transmiten hereditariamente mediante reglas definidas; no es menos cierto que el resultado de sus experimentos no fue conocido ni siquiera por sus contemporáneos como Darwin; a pesar de que Mendel, fuera un científico destacado fundador de la Asociación Meteorológica Austriaca y miembro de la Real Sociedad Morava para la Agricultura y Ciencias Naturales; y que publicara en 1866 su obra *Versuche über Pflanzenhybriden* (Experimentos sobre hibridación de plantas).

El hoy llamado ADN o nucleína, lo aisló a partir de núcleos celulares, el médico Friedrich Miescher de la Universidad de Tubinga (Suiza) en 1869. En 1919 Phoebus Levene identificó que un nucleótido está formado por una base nitrogenada, un azúcar y un fosfato, y sugirió que el ADN generaba una estructura con forma de solenoide (resorte) con unidades de nucleótidos unidos a través de los grupos fosfato. En 1930 Levene y su tutor Albrecht Kossel, probaron que la nucleína es un ácido (ADN) formado por cuatro bases nitrogenadas (citosina, timina, adenina y guanina), el azúcar desoxirribosa y un grupo fosfato. Sin embargo, se pensaba que la cadena era corta y que las bases se repetían en un orden fijo.

La función biológica del ADN comenzó a dilucidarse en 1928, con los experimentos de Frederick Griffith en las cepas de neumococos, que le daban al ADN el carácter de ente transformante de las cepas. El rol del ADN en la heredabilidad fue confirmado en 1952 con los experimentos de Alfred Hershey y Martha Chase, que comprobaban que el fago T2 transmitía su información genética solo en su ADN.

El 25 de Abril de 1953, aparecieron publicados cinco artículos en el volumen 171, número 4356, de la Revista *Nature* que revolucionaron la concepción de la vida y fundaron la Biología molecular, al establecer en ellos la estructura del ADN y su rol en la genética. Entre ellos: los datos de difracción de rayos X de la molécula de ADN realizados por Rosalind Franklin y R.G. Gosling: *Molecular Configuration in Sodium Thymonucleate*, *Molecular Structure of Deoxyribose Nucleic Acids* por M.H.F Wilkins, A.R Stokes y HR Wilson, y *A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid* firmado por J.D. Watson y F.H.C. Crick.

Francis Crick, (1916 - 2004), físico graduado en Imperial College de Londres y James Watson, con doctorado en zoología de Harvard, trabajaban en el Laboratorio Cavendish de la Universidad de Cambridge; mientras que el físico neozelandés Maurice Wilkins (1916 - 2004) ejercía en la Universidad de Londres.

Si bien un hecho decisivo, en el modelado de la molécula del ADN, que observó Crick, fue que tras rotar media vuelta la molécula, volvía a ser congruente consigo misma. Vale decir su estructura era *diádica*: la mitad longitudinal de la molécula, es similar a la otra mitad al revés, de lo que se desprende que la estructura tridimensional debía ser helicoidal. Quizá porque el propio Crick acostumbraba, de niño jugar, con resortes enrocándolos unos con otros para duplicarlos y enrollarlos.

Nos enseñan en la Escuela, erróneamente, que el modelo del ADN fue realizado solo por Watson y Crick, cuando en realidad el premio nobel en Fisiología (Medicina), por ese descubrimiento, incluye también Wilkins. No incluye a Rosalind Franklin, por su prematura muerte en 1958 a causa de bronconeumonía, carcinomatosis y cáncer de ovario, quizás causado por las repetidas exposiciones a los rayos X durante sus investigaciones.

El modelo del ADN es en realidad el modelo de Watson-Crick-Wilkins-Franklin; sorprende que se adjudique solo a los dos primeros, sorprende además que la mayoría de sus creadores fueran físicos, y que Watson expresara su misoginia contra Rosalind en sus notas autobiográficas. Algo similar ocurrió con Mileva Marić (1875 -1948), matemática serbia, quien fuera la primera esposa de Albert Einstein hasta 1914, y cuya participación en la Teoría de la Relatividad es aun objeto de controversia por los historiadores de la Ciencia; es perogrullo que Einstein no asistió a la ceremonia del Nobel de 1921 y la totalidad del dinero se lo entregó a Mileva como había quedado pactado en el contrato de divorcio de 1914.

## 53 LOS DOLMENES DANZAN ENTRE LAS ESTRELLAS



Stonehenge es la construcción megalítica más fascinante de la historia cuyo origen se remonta a la noche de los tiempos, localizado a cien kilómetros al oeste de Londres, en la llanura de Salisbury, es uno de los monumentos milenarios más inquietantes de la humanidad, constituido por colosales rocas, cuyos pesos varían de dos a treinta y cinco toneladas. Según las leyendas del siglo XII las piedras fueron llevadas allí por el Mago Merlín, desde Irlanda, con la ayuda de unos "artefactos", para conmemorar un entierro masivo de bretones. Lo cierto es que el pueblo sajón les recordaba las vigas en las cuales colgaban a los criminales, designándole "Stonehenge" (La horca de piedra o la piedra del colgado)

La sección principal consta de un círculo de 30 columnas rectangulares coronadas con dinteles. Este círculo de piedras tiene un diámetro de 29,6 metros y sus piedras son de gres silicio amarillento. Tres metros al interior existe un segundo anillo de 60 menhires, quedan veinte, de menos de dos metros de altura cada uno. Estos son de un tipo de roca eruptiva "piedra azul", durísima y de reflejos azulosos, procedente de Gales. Más al interior se encuentra una formación en herradura con cinco trilitos de gran tamaño. El mayor es de 8 metros de altura, hechos con piedra gres silicio. Dentro de la formación de cinco trilitos se encuentra una herradura interior de 19 menhires de no más de 3 metros y tallados a manera de obeliscos en piedra azul. Finalmente en el centro se encuentra la "piedra del altar" de 4,8 metros de altura de largo. Esta es de arenisca verde y alto contenido de aluminio, que le da un brillo muy especial al recibir luz solar.

Para algunos era un antiguo lugar de ceremonia de los sacerdotes celtas o Druidas, quizás porque el lugar fue usado durante años la agrupación masónica "Antigua Orden Unificada de Druidas"

para festejar el solsticio de verano. Tras diversas hipótesis que van de los Druidas, Micénicos hasta los Romanos; el astrónomo Norman Lockyer (1901) logro datar el monumento por técnicas Arqueo astronómicas.

El descubrió que una persona al pie de la "piedra del altar" (central), observando hacia la piedra Talón (en la base del círculo) podía observar con gran exactitud el orto del Sol durante el solsticio de verano, el 21 de junio. Lockyer confirmó que efectivamente el centro de Stonehenge se alineaba con la piedra Talón, apuntando al Sol, con un margen de error de 56 minutos de arco. Había realizado uno de los más minuciosos estudios de la precesión de los equinoccios. Suponiendo que los constructores de Stonehenge hubiesen alineado el centro del conjunto con una exactitud total, sin el error actual de 58 minutos de arco permitiría conocer la fecha de su construcción. Arrojando como resultado la asombrosa fecha de 1800 a.C. Posteriores dataciones con carbono-14 llevaron los inicios de Stonehenge hacia el 2800 a.C. Con ello muchas teorías respecto a su origen asirio, micénico o griego quedaron descartadas. De todos modos hay que tener en cuenta que las posiciones y megalitos de Stonehenge fueron reconstruidos varias veces, la última en 1960 usando técnicas y herramientas modernas, como se ilustra la imagen superior. ¿Hasta qué punto es genuina la orientación astronómica del monumento?.

Posteriores investigaciones han mostrado que los Dólmenes marcan las salidas y puesta de la Luna durante los solsticios de invierno. En otras palabras Stonehenge era un templo dedicado a los movimientos del Sol y de la Luna construidos por alguna civilización paleolítica de origen pre-céltico. Aunque Stonehenge aun presenta diversos misterios, su finalidad más evidente es que fue un templo para adorar al Sol y la Luna, astros que rigen el ciclo de las estaciones. Un calendario que sabiamente observado permitiría predecir la llegada de las estaciones para las actividades del campo, lo pre-celtas, iniciaron su construcción hacia el 2800 a.c.; se dieron el tiempo para edificarlo, y posteriormente también un sitio sagrado, lugar de ritos funerarios como lo confirman los restos desenterrados en diversas partes del recinto. Finalmente hacia el año 1100 a.c. Stonehenge fue abandonado.

En Inglaterra los hombres del neolítico recurrieron a las piedras único recursos disponible para investigar la naturaleza, aquí y ahora hay quienes dicen que no pueden hacer ciencia por falta de recursos, y una pregunta ¿será que solo les faltan recursos?

## 54 CUANDO LOS MOAIS MIRABAN AL CIELO



Durante más de treinta generaciones, los descendientes de *Hotu-Matu'a* y sus colonos habían vivido aislados en el rincón más alejado de un continente del planeta. Sus habitantes lo denominaban el Ombligo del Mundo, pues creían que era la única tierra emergida que quedaba. También llamaban a su isla Pequeña Rapa, o *Rapa Nui*, de poco más de 150 km<sup>2</sup>, quizás como recuerdo de su tierra ancestral, situada según la leyenda mucho más hacia el oeste. En un domingo de Pascua a principios del siglo XVIII, la pequeña isla, fue descubierta por unos navegantes holandeses, cuya sorpresa debió de ser mayúscula cuando constataron que estaba densamente poblada por lo que parecía ser una cultura bastante avanzada, que había cubierto las costas centenares de estatuas gigantescas, los “moais”. Así comenzó la leyenda de la isla de Pascua o *Rapa Nui*.

Tras su hallazgo, la isla sufrió los asaltos de barcos esclavistas, que diezmaron la población y casi todas las estatuas fueron derribadas. Con la cristianización, fue gobernada durante casi un siglo como una hacienda arrendada por el gobierno de Chile. Es sorprendente que, pese a todo, los rapanuis se las ingeniasen para conservar gran parte de su cultura, aunque algunas tradiciones, como la lectura de las famosas “rongorongo” (inscripciones en tablas de madera), se perdieron por completo. Mantuvieron el recuerdo de sus costumbres ancestrales transmitiéndolas de forma oral y recopilada solo a mediados del siglo pasado. Los pascuenses usaban las estrellas como guía, tanto para la navegación y usos calendáricos, a semejanza de otros habitantes de Polinesia, a través de la observación de ortos y ocasos durante el año.

Asimismo, habían cartografiado casi todo el cielo visible, dando nombre a las estrellas más importantes y a algunos asterismos singulares. Alfa y Beta del Centauro recibían el nombre de *Nga Vaka*, la Canoa, y posiblemente ayudaban en la navegación. El orto helíaco de una de las estrellas más brillantes de sus cielos, Canopo, llamada *Po Roroa*, marcaba el principio de la época de la siembra.

De entre todos los asterismos, dos destacaban por su singularidad, su utilidad como marcadores de tiempo y su omnipresencia en las fuentes tradicionales: *Matariki* (los Ojitos) y *Tautoru* (los Tres Bellos) que fueron identificados con el cúmulo estelar de las Pléyades (en la constelación de Tauro) era clave porque su salida al amanecer e indicaba el principio del año; y las tres estrellas del cinturón de Orión, para la temporada de pesca. El planeta Marte, conocido como *Matamea*, el Ojo Rojo, jugaba un papel importante en la mitología asociado a la celebración bianual del festival sagrado de *Koro*.

Toda esta información se puede rastrear en las fuentes etnográficas, también de los trabajos pioneros de Routledge se sabe que en el extremo oriental (Península de Poike), se encontraba una piedra inscrita con grabados que se conocía como *Ko te Papa-ui-Hetu'u*, "la piedra para observar las estrellas"; y, cercana a ésta, una segunda donde estaba representado un mapa estelar.

A principios de los noventa, Liller publica *Los antiguos observatorios solares de Rapanui, la arqueoastronomía de la isla de Pascua*; explicando la orientación astronómica de ciertos ahus, que estarían orientados a la puesta de Sol en los equinoccios y a la salida del Sol en el solsticio de invierno, respectivamente. Los siete moais de *Ahu A Kivi*, las únicas estatuas de la isla de Pascua cara al mar, habrían contemplado las estrellas de *Tautoru* justo cuando éstas se ponían sobre el horizonte marino, indicando también la llegada del nuevo año con la aparición de la luna nueva del mes de *Anakena*.

Los "pascuenses", habitantes de la isla de Rapa-Nui, el ombligo del mundo, miraban las estrellas en busca del creador y por extensión lograban mejorar su agro y pesca. Hoy la globalización utilitaria occidental pretende solo mirarse el ombligo, convirtiendo al ser humano en Moais sin credo ni creador...progreso occidental .

## 55 ARAGNOLOGIA

DE  
L'ARANELOGIE.

O U

Sur la Découverte du Rapport constant entre l'Apparition ou la Disparition, le Tressil ou le Sursil, le plus ou le moins d'étendue des Tules et des Filles d'Arachnes des Araignées des différentes saisons; — Et les Variations Atmosphériques du Beau Temps à la Pluie, du Sec à l'Humide, mais principalement du Chaud au Froid, et de la Calme à l'Orage ou Ventable Inégal.

Par QUATREMÈRE DISJONVAL,

Membre de la Société Académique des Sciences de Paris, Adjoint-Général d'Armes.

A PARIS.

CHEZ J.-J. FUCHS, Libraire, rue des Mathurins, Maison de Clugny, N° 55.

De l'An de la République (1795) N° 44.



Una de las escenas más surrealistas de la historia militar aconteció el 30 de enero de 1795 en aguas del mar del Norte. El general francés Jean-Charles Pichegru lanzaba un ataque de caballería contra los barcos holandeses que se habían quedado atrapados en el hielo entre la isla de Texel y Den Helder, en Holanda, consiguiendo una espectacular victoria. Gracias a que la caballería francesa podía cruzar sobre el mar congelado y que los navíos de guerra holandeses, no podían navegar debido al hielo. La osadía del general Pichegru de atacar en ese momento con una carga de caballería es aun más desconcertante porque no fue fruto del azar, sino por la predicción meteorológica del científico francés Quatremère Disjonval (1754-1830).

Pichegru solicitó un informe meteorológico a Disjonval, éste afirmó “responder con su cabeza” de que se avecinaba de nuevo un temporal de frío más intenso que los anteriores, formando puentes de hielo, y como prueba, acompañaba al informe “una araña tejiendo”. Pichegru entendió el mensaje y, desoyendo los consejos sobre retirada de sus oficiales, avanzó y conquistó toda Holanda, que quedó como la República Bátava sometida a Francia.

Disjonval era miembro de la Academia de las Ciencias de París, había escrito varias obras en Física y Química; mantuvo también una gran actividad política, por la que los orangistas lo habían apresado, encarcelado durante siete años en la cárcel de Utrech (Holanda). Usó sus ocios en la prisión, contemplando el comportamiento de las arañas de los techos y paredes de su mazmorra. Según sus teorías, estas observaciones aracnológicas permitían pronosticar, con una antelación de 9 a 14 días, dos parámetros meteorológicos fundamentales: humedad y temperatura. Disjonval afirmaba que si los hilos tejidos por las arañas eran largos y fuertes se podía contar con tiempo bueno

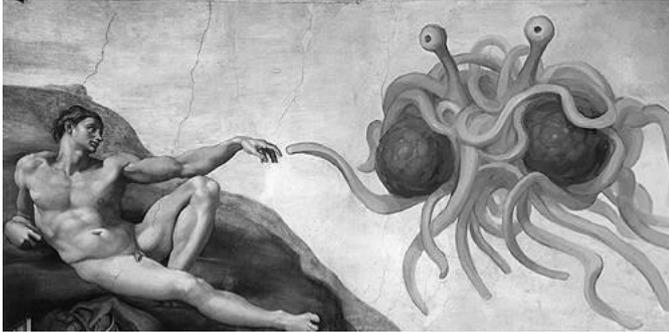
durante 12 ó 14 días. Cualquier otro tipo de actividad presagiaba cambios atmosféricos a partir del noveno día y contando siempre desde el comienzo del trabajo. Desde el invierno de 1792, Disjonval venía contrastando día a día la exactitud de sus teorías aracnológicas, ganando la admiración de sus carceleros, fama que traspasó los muros de la cárcel de Utrech.

Dos años después, en el frío invierno de 1794-95, al acercarse las tropas francesas a Holanda, tuvo la gran oportunidad de probar la infalibilidad de sus vaticinios sobre heladas y deshielos, pronósticos que hizo llegar al General Pichegru con la colaboración e indulgencia de sus propios carcelero. Las primeras informaciones del tiempo previsto para todo el invierno se referían a la gran crudeza de las temperaturas "cuyo rigor, decía, convertiría en puentes helados todos los ríos y canales". En diciembre de 1794, el ejército francés pasó sobre los hielos del río Waal. Una elevación súbita de las temperaturas propiciaba el deshielo, pero Disjonval anunció que "antes de tres días las temperaturas bajarían de nuevo y el hielo sería aún más sólido y fuerte sobre los canales". El 15 de enero, las tropas entraron en Utrech y liberaron al pronosticador, justo a tiempo para que pudiera predecir las condiciones meteorológicas que posibilitaron la derrota de la flota holandesa.

Las observaciones meteorológicas de Disjonval, tienen sus reminiscencias en la obra de "El Libro de las Señales" de Teofrastos (371 a.C. - 287 a.C.); discípulo de Aristotles; quien compiló pronósticos climáticos a través de diversos indicadores relacionados la conducta de los animales, la presencia de arcoíris y auroras entorno a la Luna. Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.) fue el primero en identificar los ocho vientos que aun están esculpidos en el friso de la "Torre de los Vientos" del Ateneo, y los factores que afectaban el clima en el Peloponeso, en su obra *Meteorológica*, (del griego meteoro: alto en el cielo, y logos: tratado). Después de ser liberado, Disjonval volvió a París, y publicó varios tratados de esta original ciencia empírica; a la vista de un ejemplar de la segunda edición de la Aracnología publicada en París en 1797, la obra de 12 capítulos, contiene 8 que son eminentemente meteorológicos.

En 1854 una flota francesa se hundió en una gran tormenta frente al puerto de Crimea de Balaklava. Al Observatorio de París se le pidió investigar el desastre, y se evidenció en los registros meteorológicos que la tormenta se había formado desde el sudeste de Europa, dos días antes del siniestro y que, con un sistema de pronósticos, se hubiera advertido a los barcos. Nace así, el servicio nacional en Francia de alerta de tormenta (1856), y se inicia la meteorología moderna.

#### IV MISTERIOS ANCESTRALES





## 56 EL ORACULO DE DELFOS



Delfos, la ciudad sagrada más famosa de la antigua Grecia central, descansa a los pies de los pronunciados riscos del monte Parnaso. En los siglos VIII y VI a.C., miles de personas acudían desde sitios remotos para consultar el oráculo en el templo de Apolo, cuya pitonisa entraba en trance para predecir el futuro. Se cuenta que el grado de acierto de las predicciones de la Pitonisa, o Pitia del templo, era muy alto, lo que ha suscitado las más diversas interpretaciones a lo largo del tiempo para averiguar las razones. Plutarco explicaba que Pitia entraba en estado de trance por la "exhalación sagrada" que surgían de unas fisuras en el suelo volcánico, que hacía despertar el poder del Oráculo.

Según el mito, Zeus, padre de los dioses, soltó dos águilas en extremos opuestos del planeta y el punto donde se encontraron (Delfos) fue juzgado el centro y señalado con una piedra llamada omphalos, u ombligo. En 1400 a.C., Delfos era una ciudad consagrada a Gea, diosa de la Tierra. Cuenta la leyenda que el lugar era resguardado por una enorme serpiente pitón, que Apolo, hijo de Zeus, mató. Luego Apolo levantó su oráculo en el lugar, con una sacerdotisa, llamada pitonisa, como vidente.

Los peregrinos ascendían la ardua cuesta, a 570 metros de altitud, para consultar a la pitonisa (mujer nativa de la localidad y de mediana edad) del Templo de Apolo. El peregrino pagaba un óbolo y exponía su pregunta, escrita en una tablilla, al sacerdote de turno, quien, a su vez,

la hacía llegar a la pitonisa. En el santuario, sentada en un trípode de oro sobre una profunda grieta, profería el oráculo entre los frenéticos e incoherentes gemidos del estado de trance, inducido por la masticación de hojas de laurel o por la inhalación de vapores tóxicos, como etileno, un potencial alucinógeno. Su confusa réplica, emitida en voz ajena, era interpretada por el sacerdote, quien daba la respuesta en verso al suplicante.

En ocasiones los anuncios eran directos; a Sócrates, por ejemplo, se le dijo que era el hombre más sabio de Grecia. Sócrates solo respondió que su sabiduría consistía en reconocer que no sabía nada, al contrario que sus conciudadanos que creían saber lo que en realidad no sabían. Un ejemplo de su natural sabiduría es la anécdota sobre su mujer Jantipa, de indoblegable carácter y mal genio. Un día, cansado de la verborrea de Jantipa, salió y se sentó en un escalón de la puerta, pero ésta, indignada por no haber terminado la discusión le vació en la cabeza una palangana de agua sucia. Sócrates se limitó a comentar:

- "Después de tanto tronar no es extraño que ahora llueva".

Sin embargo, muchas otras respuestas eran sumamente ambiguas. Cresos, rey de Lidia, preguntó acerca de las consecuencias de un ataque a Persia. La críptica respuesta fue que caería un gran imperio. El rey atacó Persia, pero el imperio que resultó destruido fue el suyo.

Otro caso de la inefabilidad del Oráculo es la trágica muerte del dramaturgo griego Esquilo, a quien se le ocurrió consultar sobre su muerte. La revelación del Oráculo fue categórica: Morirás aplastado por una casa. Intentando eludir su destino se trasladó a vivir fuera de la ciudad. Allí vivió feliz, hasta que un halcón, que planeaba con una tortuga entre sus garras, buscando una roca contra la que soltar la tortuga y poder darse un festín al romper el caparazón, confundió la cabeza de Esquilo con una roca. Así, que soltó la tortuga contra la calva de Esquilo, quien murió aplastado por la casa de la tortuga!

El oráculo de Delfos fue clausurado oficialmente por el emperador cristiano Teodosio en 385 y el culto de Apolo sucumbió ante la nueva religión. El lugar quedó sepultado bajo una ciudad. Sin embargo, la urbe y sus habitantes fueron desplazados en 1892 para que el arqueólogo francés Théophile Homolle pudiera emprender las excavaciones que pusieron al descubierto las ruinas que pueden admirarse hoy día.

## 57 OPHIUCHUS: EL TRECEAVO SIGNO DEL ZODIACO



El Zodíaco es una franja del cielo situada a seis grados por encima y por debajo de la trayectoria aparente del Sol en el cielo (eclíptica). Esa misma franja en el cielo coincide en las noches a varias constelaciones de estrellas, que corresponden originalmente a 12 casillas o zonas, y servía como calendario natural para medir los meses del año. El zodiaco se representaba como un círculo imaginario de 360°, comenzando por Aries (0 grados, en el equinoccio de marzo) y por ejemplo 90 grados en julio que correspondería al cuarto signo o casilla zodiacal de la constelación de Cáncer. También se usó con fines prácticos en los albores de la civilización para indicar los tiempos de siembra, de lluvia y de cosechas; de allí que los meses correspondientes a Piscis o peces indicaban, en Babilonia y Caldea, la época de pesca, y se significaba con Toro o Tauro el inicio de la labranza y el arado. Análogamente se significó la época de lluvia con Acuario. Quizás por ello el vocablo griego Zodiaco, viene del zoé-diakos, que significa la rueda de la vida, en el sentido que indicaba las jornadas de trabajo rutinario de la antigüedad.

Devino luego en la concepción mítica, trasformada en animismo, según el cual los astros y posiciones aparentes en la bóveda celeste rigen el destino de las actividades humanas e incluso el carácter individual, esa creencia hoy transformada en Horóscopo fue hace más de tres mil años la religión Zoroástrica, de la cual quedan algunas reminiscencias en el actual Afganistán.

El Horóscopo y el Zodiaco, como creencia mítica, originó la astrología o doctrina según la cual la posición aparente de los astros permite visualizar el acontecer futuro. Huelga decir que tal concepción no tiene valor científico, y que la ciencia de los astros, es la astronomía. Pero la tradición ha conservado los nombres caldeos de las constelaciones zodiacales, aun cuando las posiciones de las mismas hayan cambiado debido a la precesión del eje terrestre en su ciclo de 25 500 años.

Como quiera que, las constelaciones, sean agrupaciones simbólicas de estrellas de acuerdo a su posición aparente en el cielo, y su denominación sigue la tradición histórica, se preservan los 12 nombres originales de Aries, Tauro, Géminis, Cáncer, Leo, Virgo, Libra, Escorpio, Sagitario, Capricornio, Acuario y Piscis. Pero resulta que la eclíptica pasa también por el sur de la constelación de Ophiuchus, por lo cual esta es una constelación zodiacal; olvidada por la astrología, una prueba más de las ligeras interpretaciones míticas de esa creencia.

Ophiuchus se representa portando una serpiente entre sus manos, y simbolizaba al héroe griego Esculapio, antecesor de Hipócrates, considerado el padre de la Medicina en la antigua Grecia. Es una constelación sin estrellas brillantes justo arriba de Escorpio, las estrellas más tenues de esa constelación, que representan los pies de Ophiuchus, "pisan" la cola del venenoso escorpión. Fue en esa constelación donde Johannes Kepler observó en 1604 la estrella Nova que le hizo famoso.

Según la leyenda, Ophiuchus o Esculapio, es hijo de Coronis, madre de Apolo y de la cazadora Artemisa. Nació justo al morir Coronis, y fue colocado bajo la tutela del centauro Quirón, quien le instruyó en todas las artes de la medicina; era tal su habilidad para burlar la muerte, que el rey de los infiernos, Hades (Plutón en la mitología romana), elevó ante Zeus sus protestas. Zeus o Júpiter aniquiló a Esculapio con sus rayos; y en venganza su medio hermano Apolo aniquiló a los cíclopes, que forjaban los rayos para Zeus. También se asocia a Esculapio con Asclepios, primer médico y cirujano que acompañó a los argonautas.

En Ophiuchus está la estrella fugitiva, llamada estrella de Barnard, solo a 6 años-luz, segunda más cercana a la Tierra. Es una enana roja, fría, y se mueve en el cielo a unos 165 km por segundo!. Se sospecha que está acompañada de planetas y la causa de su veloz movimiento es todavía un misterio, como no sea el huir precipitadamente de la ira de Zeus!

## 58 LAPIEDRA DE ROSETTA



La piedra Rosetta es una losa irregular de basalto negro, de 114 x 72 x 28 cm, partida en tres de sus cuatro esquinas; y cubierta de inscripciones en antigua escritura egipcia. El texto aparece dividido en zonas cada una con caracteres jeroglíficos y demóticos, y en escritura griega. Fue encontrada en julio de 1.799, cerca del gran brazo del Nilo cercano a El-Rashid, en Rosetta (de allí su nombre). Su descubrimiento ocurrió durante la invasión de Egipto por Napoleón, cuando un oficial francés P. Bouchard, observó, mientras se reconstruía un fortín en Alejandría, una lápida de basalto negro que contenía inscripciones en tres tipos de escritura diferente, y dedujo que podría tratarse de tres versiones del mismo texto. La piedra fue depositada en el Instituto Nacional de El Cairo. Napoleón ordenó hacer copias de la piedra para que fuese estudiada por los eruditos de Europa. Consiguieron una buena impresión recubriendo la losa de tinta de imprenta, y pasando por ella hojas de papel enrolladas a un rodillo de goma de indias. En 1802 copias del texto fueron llevadas a Inglaterra; y en 1818, el Físico y erudito Thomas Young (1773 -1829) publicó el significado de algunos símbolos aislados.

Por entonces, un joven francés, Jean François Champollion, autodidacta y políglota, se dedicaba al estudio de idiomas antiguos; con tal pasión que a los 16 años dominaba seis lenguas orientales, copto, hebreo, sirio, caldeo, árabe y etíope. Ingresó en el Collège de Francia y en la Escuela especial, donde aprendió chino, el sanscrito y el persa. Algunas de estas lenguas “muertas” las practicaba conversando frente a

un espejo, con la única persona con las que podía conversar: el mismo. Años después logró el cargo de profesor en el Instituto de Grenoble y de la Academia Francesa de Lengua, escribiendo la gramática y el diccionario coptos. En 1.801 conoce allí al matemático Fourier, miembro de la expedición de Napoleón a Egipto, quien posee una colección de antigüedades egipcias. Al saber que no se conoce el sentido de la escritura egipcia, se propuso averiguar tal cosa. Y ya en 1.821, publica un trabajo sobre la escritura hierática, donde expresa que ésta y la jeroglífica son similares.

Champollion llegó a la conclusión de que los jeroglíficos egipcios no tenían sólo valor fonético, formando una escritura de tipo alfabético, ni eran exclusivamente signos ideográficos, sino que la escritura jeroglífica encerraba una combinación de ambas formas, como lo revelará en su magistral tratado "*Precisiones al sistema jeroglífico*" donde descifró la escritura de la piedra de Rosetta y fundando así el nacimiento de la egiptología. Refería el texto al Decreto de Menfis del 27 de Marzo del año 196, como señal de gratitud al rey Ptolomeo V para incrementar las observancias ceremoniales. Y dice así:

"Bajo el reinado del joven que recibió la soberanía de su padre, Señor de las Insignias reales, cubierto de gloria, el instaurador del orden en Egipto, piadoso hacia los dioses, superior a sus enemigos, que ha restablecido la vida de los hombres, Señor de la Fiesta de los Treinta Años, igual a Hefastos el Grande, un rey como el Sol, Gran rey sobre el Alto y el Bajo país, descendiente de los dioses Filopáteres, a quien Hefastos ha dado aprobación, a quien el Sol le ha dado la victoria, la imagen viva de Zeus, hijo del Sol, Ptolomeo. Viviendo por siempre, amado de Ptah. En el año noveno, cuando Aetos, hijo de Aetos, era sacerdote de Alejandro y de los dioses Soteres, de los dioses Adelfas, y de los dioses Euergetes, y de los dioses Filopáteres, y del dios Epífanos Eucharistos, siendo Pyrrha, hija de Filinos, athlófora de Berenice Euergetes; siendo Aria, hija de Diógenes, canéfora de Arsínoe Filadelfo; siendo Irene, hija de Ptolomeo, sacerdotisa de Arsínoe Filopátor, en el (día) cuarto del mes Xandikos".

En la historia de la Piedra de Rosseta queda reflejado como un decreto administrativo sirvió luego para comprender el intrincado mundo del antiguo Egipto. Cabría preguntarse cuáles de los decretos de nuestra época servirán a las generaciones futuras, dentro de centenares de años, para comprender los misterios de nuestra realidad de aquí y ahora.

## 59 LA SERPIENTE EMPLUMADA DE LOS MAYAS



Durante los equinoccios el sol se sitúa directamente sobre el ecuador, haciendo que el día y la noche tengan la misma duración en todo punto de la Tierra. Justo en ese momento, en la segunda quincena de marzo, y también en septiembre, miles de visitantes aguardan frente a la pirámide de Kukulcán para vivir en primera persona el descenso de la gran serpiente emplumada; dios esencial para los antiguos mayas y también para otras culturas mesoamericanas anteriores. La perfecta alineación de la pirámide con el sol provoca un juego de luces y sombras por el que se crea el efecto óptico de un inmenso reptil que desciende progresivamente por la escalinata de su cara norte, la única rematada en la base con sendas cabezas de serpiente.

Este fenómeno astronómico y arquitectónico es único en el mundo, y quizá también la prueba más asombrosa de los profundos conocimientos astronómicos de los mayas. Sin embargo, no es el único secreto que guarda esta edificación levantada en el siglo XII por los mayas itzáes. Los conquistadores españoles que re-descubrieron Chichén Itzá, ya deshabitada, la bautizaron también como el Castillo. La pirámide, absoluta protagonista del recinto arqueológico, no es sólo uno de los más poderosos legados de una de las grandes civilizaciones de la Antigüedad; es también, toda entera, un gigantesco calendario.

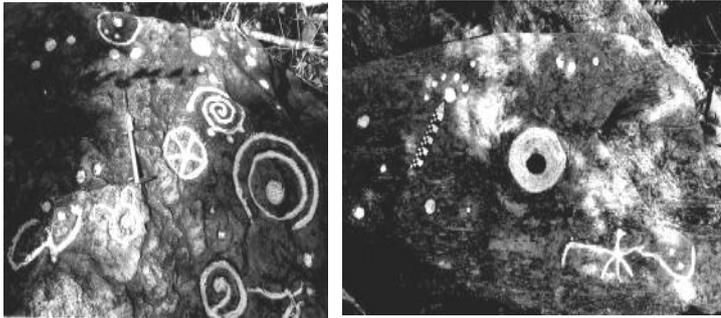
De igual forma que no es una coincidencia que con los equinoccios Kukulcán baje serpenteando a la Tierra por la pirámide más importante de este centro ceremonial, tampoco lo es que cada una de las cuatro escaleras que dan acceso a la cima de la pirámide sume 91

escalones, los cuales, sumándoles la plataforma superior sobre la que se asienta su templo, dan la misma cifra de los días que tiene el año. Además, el cuerpo de esta pirámide de 30 metros de alto por 55 de ancho lo conforman nueve plataformas, otro número clave de la cosmogonía maya, ya que eran nueve los niveles del inframundo y nueve también los señores de la noche. Y cada una de ellas, dividida por una escalinata, da 18 secciones; el total de meses de 20 días que formaban el calendario maya, a los que sólo habría que sumar los cinco días considerados nefastos por esta civilización para volver a obtener la cifra de 365.

Kukulkán es un nombre en maya yucateco que se puede traducir como Serpiente de Plumas. (maya: k'ukulk'an, pluma y serpiente) este Dios es el mismo Quetzalcóatl (náhuatl: Quetzalcōātl, serpiente emplumada) de los aztecas y proviene de la cultura tolteca; su origen es muy anterior a los mayas de la Península de Yucatán y a los Itzáes, fundadores de Chichén Itzá en el siglo VI. De acuerdo a los manuscritos del Códice de Dresde, los mayas decían que Kukulkán existió como una persona que llegó por el mar del poniente y se convirtió en caudillo y fundador de su civilización al mismo tiempo que los itzáes llegaron a Chichén Itzá.

La desconcertante exactitud matemática y astronómica de la edificación del templo de Kukulkán, en la que la alineación con los fenómenos astronómicos fue absolutamente necesaria, habla por sí sola de la ambición y sabiduría de los sacerdotes y constructores mayas, algo que puede constatarse también en otros legados esenciales como el Observatorio, el Cenote Sagrado, el Juego de Pelota o el Templo de las Mil Columnas, integrados todos en el yacimiento de Chichén Itzá, como toda gran realización arquitectónica de la historia, se le consagró en 1988 Patrimonio de la Humanidad.

## 60 ECLIPSE SOLAR “RETRATADO” EN LOS PETROGLIFOS DE VIGIRIMA



En las cercanías de la localidad de Vigirima (Tronconero Municipio Guacara- Edo. Carabobo) se encuentra el yacimiento lítico más importante de Venezuela. Este complejo arqueológico abarca un área aproximada de 12 hectáreas y está constituido por la ladera descendiente del cerro “Las Rosas” y los dos promontorios naturales o montículos. El sitio referido también como “Piedra Pintada” se ubica en las coordenadas geográficas de 10° 18’ 04” latitud Norte, 67° 53’ 14” longitud Oeste y a 474 metros de altitud. Se caracteriza por la profusión y variedad de manifestaciones rupestres, expresadas a través de alineamientos megalíticos, apilamientos rocosos usados en la delimitación de espacios y sobre todo por la existencia de un centenar de rocas con petroglifos en bajorrelieve. El yacimiento podría ubicarse en el período Neoindio Venezolano y grupos étnicos pertenecientes a las familias lingüísticas Arawaka por la similitud estilística de los grabados con los estilos cerámicos Barracoides y la ocupación posterior del yacimiento por grupos humanos arqueológicamente Valencioides entre los siglos VIII y XVI d. c.

De acuerdo a investigaciones arqueológicas realizadas por los Profesores Omar Leon, Yamile Delgado de Smith y Nelson Falcón, de la Universidad de Carabobo, se logró determinar cómo y cuando fueron realizados estos petroglifos y expresiones rupestres. Según tales reportes, publicados en revistas especializadas, todos los petroglifos fueron grabados en bajo relieve sin restos de pigmentación alguna. El perfil de los surcos, sobre las rocas (esquistos micáceos) que funge de substrato, evidencia un trabajo lítico por abrasión que pudieron efectuarse con cristales de cuarzo hexagonal, aflorados abundantemente en la región. Particularmente la mayoría de los surcos poseen una

profundidad entre 1 y 1,5 cm y una anchura menor a 2 cm, rangos típicos de los tamaños de los cristales de rocas cuarcitas aflorados en la región. También la inspección microscópica de los surcos evidenció la presencia de microcristales de cuarzo incrustados en el sustrato.

En cuanto a diseños y formas, se refieren a contenidos mayormente realistas y naturalistas predominando las representaciones zoomorfas. El análisis morfológico de los glifos evidencia que la gran mayoría de las representaciones son de tipo naturalista realista predominando entre estos las representaciones zoomorfas, lo que informa de una sociedad casi tribal de recolectores con organización social muy precaria. Mención aparte merece un grupo de signos, grabados en varias rocas, caracterizadas por la utilización de figuras geométricas simples como: puntos, círculos, semicírculos y líneas generalmente en asociación. Una interpretación es su asociación con la simbología del Sol, media Luna y constelaciones que podrían rememorar un posible y muy antiguo eclipse de Sol. Los glifos de carácter astronómico de las fotografías podrían representar un Eclipse Total de Sol.

Un espectáculo natural como el eclipse total de Sol, debió ocasionar por lo inesperado y eventual del fenómeno, una necesidad de comunicación y registro. Un cálculo de posición astronómica permite contrastar la posición relativa de los planetas y estrellas más brillantes (punto acoplados del petroglifo) con la posición aparente del Sol y la Luna durante el eclipse para la longitud y latitud geográfica de Vigirima. Esto permite establecer que los puntos conectados corresponden con el eclipse total de sol , que se produjo en esta región el 1 de julio de 577, entre las 11:27 y las 12:51 , y que tenía una duración máxima de 51,2 segundos.

Los pobladores de Vigirima, que constituían una sociedad cacical, en estrecho contacto y dependencia con la naturaleza, al observar un fenómeno tal inusual como un eclipse total de Sol, que oscureció literalmente el cielo a mediodía, debió sentir la necesidad de comunicación y registro de ese fenómeno, y empleo para ello los medios de que disponía: la abrasión sobre rocas; y la interpretación mágico-religiosa posterior, convirtiendo al sitio en lugar de veneración y culto para conmemorar el suceso. Esa interpretación de los petroglifos, basada en la cultura material que lo evidencia, constituye un hito importante de la razón para desentrañar la historia de los aborígenes valencianos, sin especulaciones fantasiosas.

## 61 SODOMA Y GOMORRA



Al leer el Génesis advertimos de la secuencia de acontecimientos que precedieron la desaparición de las antiguas ciudades de Sodoma y Gomorra, situadas muy cerca entre si, en el valle de Sidim, allende al Mar Muerto; próximas a las localidades de Adma, Zoar, y Zeboím.

El rey de Sodoma era Bera y el de Gomorra era Birsha(Génesis 14:2-3). En aquellos tiempos en que Lot se había establecido, habían sostenido una guerra con los reinos de Elam, Sinar, Elazar, y Goim, siendo éstos los vencedores. Lot y su gente fueron hechos prisioneros y llevados a Dan. En este lugar Abraham y sus aliados rescataron a Lot, sus bienes, y su gente (Génesis 14:15-16). Lot regresó a Sodoma, pero para aquel tiempo, Sodoma ya tenía fama de ciudad de gente perversa. Según la Biblia (Génesis 18), Dios reveló a Abraham que destruiría Sodoma por medio de fuego y azufre, porque su pecado era muy grave e irreversible, y solo Lot y su familia podrían ser salvados.

Según los versículos 1 a 38, dos ángeles de Dios entraron en Sodoma a rescatar a Lot; los ángeles de hermosa apariencia llamaron la atención de los habitantes. Y Lot, sobrino de Abraham, llevó los ángeles a su casa; pero los sodomitas cercaron la casa con intención de abusar sexualmente de ellos. Los ángeles dijeron a Lot que sacara a su familia de la ciudad, y antes de retirarse, instruyeron a Lot que pasara lo que pasara no se volviesen a mirar, puesto que quien lo hiciese se convertiría en estatua de sal.

Una vez los ángeles hubieran sacado de Sodoma a la familia, Dios envió una lluvia de fuego y azufre que incineró completamente la ciudad con sus habitantes, así como otras ciudades de la llanura. La mujer de Lot, se dió vuelta para mirar, y se convirtió en estatua de sal

como se le había vaticinado. Abraham, tío de Lot, desde una montaña a lo lejos, vio la columna de humo que se levantó sobre la destruida Sodoma. En Deuteronomio 29:23 se señala que conjuntamente con estas ciudades, también se destruyeron Adma y Zeboím.

Respecto a este acontecimiento hay otra interpretación alternativa al mito religioso; pues resulta que en Nínive, capital de la antigua asiria, lo que hoy es Irak, se halló hace unos 150 años, una tablilla circular hecha de arcilla, expuesta en el British Museum y conocida como "Planisferio". La tablilla muestra los pictogramas y dibujos de constelaciones utilizado por los sumerios.

En 2008, Alan Bond y Mark Hempsell de la Universidad de Bristol (en su obra: *A Sumerian Observation of the Köfels' Impact Event*, Writers Prints hop, London, United Kingdom.) descifraron el código de caracteres cuneiformes, interpretándolo como un mapa celeste y con el auxilio de un programa de computadoras, que puede reconstruir el cielo de la noche de hace miles de años, ambos científicos fueron capaces de establecer que la tablilla es un bloc de notas de los astrónomos Sumerios. Se refiere a los acontecimientos en el cielo antes del amanecer el 29 de junio de 3123 Ac. Los investigadores interpretan que la mitad del "Planisferio" informa la posición de los planetas. La otra mitad describe la trayectoria de un asteroide de más de un kilómetro de diámetro. Para Hempsell y Bond, de acuerdo a la trayectoria descrita en el Planisferio, el asteroide causó pavorosas destrucciones en un área muy larga. Sodoma y Gomorra estaban en esa franja y habrían sido destruidas por el fuego y por la onda de impacto provocada por el meteorito.

Debe advertirse que estos descubrimientos no contradicen necesariamente la fe ni las creencias religiosas, puesto que en la teología católica, Dios actúa por medio de causas segundas. Es decir, por medio de leyes o fenómenos naturales o seres criados, como elementos de la naturaleza, hombres, etc. Si se comprueban las deducciones de Bond y Hempsell, éstas explicarían la "causa segunda" empleado por Dios para generar la formidable masa de fuego capaz de destruir esas ciudades pecadoras de Sodoma y Gomorra, con todos sus habitantes. La Ciencia corrobora ciertos acontecimientos bíblicos; su valor moral y causas últimas es cuestión de Fe.

## 62 LA ROCA MALDITA: EL COBALTO



En la mitología germana, un kobold era un tipo de criaturas mágicas y caprichosas, espíritu menor que habitaba en cuevas y casas. Se dedicaba a las labores de mantenimiento domésticos cuando sus dueños se ausentaban de la casa. A cambio de su trabajo exigía un poco de leche y los restos de comida, pero si al dueño de la casa se le olvidaba alimentarlo, se vengaba de ellos haciendo toda clase de maldades y pillerías. Las criaturas míticas de los kobolt eran responsables de prácticamente todo lo inexplicable en las minas: ruidos extraños, minerales inusuales, explosiones de gas, etc. En la Edad Media era voz derivada del término utilizado por los mineros de Sajonia para describir a un mineral el Kobold, este metal sin valor se parecía al mineral de plata, no podían extraer nada de él. Los mineros alemanes lo conocían muy bien y maldecían su nombre: era un polvo muy venenoso y corrosivo al contacto con la piel. Se encontraba en rocas parecida a otras útiles, pero inútil y venenosa... la conclusión de los mineros era clara: se trataba originalmente de una roca normal, pero había sido transformada en este horror tóxico por los *kobolds* o duendes de las minas, que había robado la plata del mineral. De modo que esta roca maldita era la roca de los kobolds, es decir, el *cobaltum*. En el diccionario castellano del siglo XVIII la traducción de kobold aparece como cobalt, y el mineral asociado recibiría el nombre de *cobaltita* por el cobalto.

El cobalto es, como el hierro, un *metal de transición*, poco abundante: menos del 0,003% de la corteza terrestre es cobalto. Tiene varios estados de oxidación, es decir, es muy versátil en cuanto a los compuestos que puede formar; en su forma pura tiene el aspecto y comportamiento de un metal "estándar" y, sobre todo, su versatilidad en las asociaciones que puede formar hace que no se encuentre jamás en

su forma pura en la naturaleza., varios de sus compuestos de oxidación tienen un color azul bellissimo. Al fundir ciertas rocas de Kobolt con el vidrio o la cerámica, aquello se volvía azul intenso, que seguramente has visto muchas veces en vitrales y cerámicas, entre otras cosas. De hecho, hemos encontrado cerámica y vidrio tintados con compuestos del cobalto y fabricados alrededor del 2000 a.C por los antiguos egipcios, persas, griegos, chinos..., prácticamente todo el mundo lo empleó durante mucho tiempo.

En 1730, un dueño de minas en Suecia, Georg Brandt, se propuso estudiar las rocas que llamaban *cobaltum*, y que hoy llamamos *cobaltita*, y descubrió que estaba formada por una combinación de cobalto, arsénico y azufre. La toxicidad de estas rocas se debía precisamente al arsénico que había en ellas, y no a un hechizo; la razón de que no se obtuvieran metales útiles era que, al realizar el mismo proceso que con otras rocas, el resultado era óxido de cobalto. Al calentarlo a altísimas temperaturas en presencia de carbón, Brandt obtuvo un metal cuyas propiedades no coincidían exactamente con las de ninguno de los metales conocidos. En 1748, Brandt publicó los detalles de lo que iba descubriendo: entre ellos, *Cobalti nova species examinata et descripta* (*El cobalto, nuevo elemento examinado y descrito*). Georg Brandt es el primer descubridor conocido de un metal y se convertiría, años más tarde, en un mineralogista de primera, y por su conocimiento de los metales y aleaciones, sería una verdadera autoridad en la Casa de la Moneda de Estocolmo. Durante sus experimentos, Brandt advirtió que al añadir una minúscula cantidad de compuestos de cobalto al vidrio éste adquiriría un color azul bellissimo, hoy denominado *azul de cobalto*.

Los metales se generan en el interior de las estrellas por fusión de los elementos mas ligeros, pero el cobalto a diferencia del hierro, no es posible que una estrella produzca cobalto durante su secuencia principal, consume mucha más energía de la que produce durante su fusión. Por lo tanto, sólo hay un momento y lugar en el Universo en el que puede producirse cobalto: durante el colapso en supernova. Justo tras el colapso de la supernova, se liberan neutrones libres. Muchísimos de ellos son absorbidos por núcleos cercanos y, aunque se forman núcleos inestables, hay tantos neutrones que al final se acaban formando núcleos estables de multitud de elementos, entre ellos el cobalto.

Cuando vea Ud. una cerámica teñida de azul recuerde que estás viendo los restos de antiguas catástrofes celestes o supernovas...o si prefiere solo piense en los duendecillos endemoniados de las minas que le dieron su nombre al cobalto.

## 63 LA "ESTRELLA" DE BELEN.



Comenzare afirmando, como lo han hecho varios estudiosos del tema, que la explicación astronómica de la llamada estrella de navidad o estrella de Belén sigue siendo controversial. Como todo misterio, termina fusionando lo sagrado y lo profano para retar al pensamiento y la conciencia del hombre.

Primeramente hay que precisar los detalles de la natividad de Jesús, nada fácil porque el calendario, como lo conocemos hoy, es la resulta de importantes modificaciones a lo largo de la historia. Es claro que Jesús de Nazaret no pudo nacer el 24 de Diciembre del año 1. No existe ni existió el año cero, que los Romanos no conocían en su sistema de numeración. Sabemos por los Evangelios que Jesucristo nació después de que Octavio promulgase un censo, que probablemente fue el del año 8 a.C., y que Herodes el Grande reinaba en Judea. Herodes murió, según los cronistas de la época, entre un eclipse de luna y la Pascua Judía; se ha podido determinar que se produjo hacia el año 5 a.C.; sin descartar que pudiera ser el año 6. Hay consenso entre los eruditos de la cronología romana, que la fecha del advenimiento de Jesús debió ocurrir cuando Herodes aun vivía, es decir 5 o 6 años antes de nuestra era; vale decir en el año 747 o 748 después de la fundación de Roma y no en el 753.

El problema de la cronología surgió en el 525 d.C., cuando Dionisio, llamado el exiguo por su baja estatura, realizó la cronología de los diversos emperadores romanos, y así fijó el año 1 d.C. Dionisio olvidó que César Augusto había reinado primero como Octavio, lo que provocó que sus cálculos tuvieran un error de 5 años.

La celebración en diciembre parece tener que ver más con el sincretismo religioso, conjugando la natividad con el solsticio de

invierno (21 de Diciembre) y la celebración al culto solar de Mitra, en la tradición egipcia y zoroástrica.

El misterio de la estrella de Belén surge de los relatos de Mateo, Santiago e Ignacio, en el Nuevo Testamento, según el cual unos misteriosos personajes conocidos popularmente como los “Reyes Magos” acudieron a adorar el Mesías por una estrella misteriosa. Para rastrear el origen de los Magos de Oriente debemos remitirnos a los escritos de Herodoto, quien describe a los Magoi como una casta de sacerdotes zoroástricos procedentes de Persia que dominaban el arte de la curación y la astrología. Podemos preguntarnos ¿Qué fenómeno celeste nocturno pudo causar el viaje de los Magoi o Sacerdotes-astrónomos desde Babilonia?. No hubo en esas fechas y regiones eclipses totales de Luna, tampoco cometas como el Halley; y si se tratase de una supernova, sería igualmente visible desde Babilonia que desde Judea, luego el viaje de los Magos nos luce innecesario.

Un bólido, meteorito o “lluvia de estrellas” son sucesos de muy corta duración para que “sirvieran de guía” a los Magoi hacia Belén. Ya en 1605 Johannes Kepler se interesó en el problema y calculó como posible una conjunción planetaria. Es decir el acercamiento aparente en el cielo, día tras día, de dos o más planetas. Incluso puede darse el caso que, la proximidad de dos planetas muy brillantes los haga aparecer como uno solo de gran brillo.

La conjunción de Saturno y Júpiter se suele producir cada 20 años y se tiene conocimiento de que tuvo lugar hacia el año 7 a.C. en Babilonia. Lo más destacable es que se produjo sobre la constelación de Piscis, zona del cielo emblemática para el pueblo judío. Unos meses más tarde, hacia febrero del año 6 a.C., hubo una nueva conjunción entre Marte, Júpiter y Saturno en la constelación de Piscis.

En conclusión, es muy probable que los Magos estuvieran especialmente pendientes del cielo después de los dos sucesos de aparente acercamiento planetario acontecidos en la constelación de Piscis, pero sigue siendo un misterio el periplo hacia Belén, porque un suceso tal debió ser visto por igual en la cuasi allende Babilonia. En particular el imaginario popular denomina como los Reyes Magos a las tres estrellas del cinturón de Orión, muy conspicuas en las noches decembrinas. Habrá que mirar hacia el cielo en esta navidad para otear alguna respuesta... aunque sea para preguntar por el aguinaldo!.

## 64 LA ESTRELLA Y LA LUNA CRECIENTE



Las banderas incluyen significantes como parte de los símbolos nacionales, algunos de los cuales tienen expreso contenido astronómico, como la constelación de la Cruz del Sur en la bandera de Australia, Nueva Zelanda, Samoa y Papua Guinea.

Quizás la más astronómica de todas las banderas es la de Brasil, que incluye 27 estrellas, entre ellas la constelación de la Cruz del Sur que representan a las provincias de São Paulo, Río de Janeiro, Bahia y Minas Gerais; la constelación de Escorpión para los estados de Piauí, Maranhão, Ceará, Alagoas, Sergipe, Paraíba, Río Grande del Norte y Pernambuco; la Constelación del Can Menor correspondiente a Mato Grosso, Amapá, Rondônia, Roraima y Tocantins; además de las estrellas Procyon para Amazonas, Canopus para Goiás y Spica para Pará; entre otras. Y también la estrella del Polo Sur (sigma Octatis) que representa al Distrito Federal y es visible en todo Brasil.

Pero que decir de la media Luna con estrella en las Banderas de Turquía, Argelia, Singapur, Pakistán, Turkmenistán y Azerbaiyán?

La tradición dice que la bandera turca muestra la media luna con una estrella porque el sultán Mehmet II Fatir, el conquistador, observó una luna semejante luego de la batalla de la conquista de Constantinopla (hoy Estambul) el 29 de mayo de 1453; y la dinastía turca adoptó ese símbolo como emblema oficial. Sin embargo, en la tarde no pudo observarse una luna creciente, sino más bien una Luna menguante por lo que me inclino a descartar tal interpretación.

Igual argumento para la interpretación de la visión que hubiera podido tener Mustafá Atatürk (1881-1938), héroe nacional de Turquía,

llamado el perfecto (Kemal) por sus destrezas en matemáticas, en la noche posterior a la batalla de Sakarga.

Para otros la primera constancia que se tiene de este símbolo es en siglo III en el Imperio Bizantino y en concreto en la ciudad de Constantinopla que tenía como protectora a la Diosa Artemisa asociada a la luna. Más tarde Alejandro Magno incorporo la estrella. Según otros la dualidad luna creciente y la estrella eran monogramas de Tanit, una diosa semita del imperio romano que se islamizó. Según la tradición, en 339 a.C. una luna radiante salvó Bizancio de un ataque por el rey Felipe de Macedón. En agradecimiento, Bizancio adoptó la luna creciente, símbolo de la diosa Diana, como emblema de la ciudad. Cuando Bizancio se transformó en Constantinopla, la luna creciente se transformó en el símbolo de la Virgen María. Recordemos aquí que la fe musulmana no incluye a la Virgen María; por lo que esta interpretación en cuando menos contradictoria aparte que la luna que salvo Bizancio como luna radiante debió ser luna llena y no una tenue, apenas visible, media luna creciente.

Para los creyentes musulmanes, la luna creciente y la estrella simbolizan la soberanía, franqueza, nobleza, concentración, victoria y divinidad. Una Interpretación más general de los países de fe Islámica refiere que es un icono musulmán, relacionado con la llegada del profeta Mahoma a la ciudad de Al Madina (Medina) tras el episodio de la Egira el 22 de septiembre del año 622. Fue en la madrugada de ese día cuando el Arcángel Gabriel le Instruyera al Profeta Mahoma las enseñanzas del Corán.

Y es que un simple cálculo planetario, mediante computadoras, permite reproducir el cielo para esa fecha y lugar, y muestra que en efecto esa madrugada, en la localidad de Medina, ocurrió una conjunción o acercamiento aparente, entre la Luna y el lucero matutino: Venus, semejante en aspecto al símbolo musulmán incorporado en varias banderas.

Otra vez destacamos que la Ciencia no se implica en la validez de la fe, cualquiera que esta sea, pero contribuye a comprender que el simbolismo tiene una connotación en el mundo natural, que puede contrastar ciertos hechos, como la conjunción Luna-Venus del 22/09/622 ... aunque Ud. no lo crea.

## 65 LA FECHA DE LA CRUCIFIXIÓN.



Para nuestra cultura greco-romana, el calendario se rige a partir del nacimiento en Belén de Jesús de Nazareth, Hijo de Dios según nosotros los cristianos. Recordemos que Jesucristo fue crucificado un día viernes de la Pascua Judía, que se inicia con la salida de la Luna (Cordero de Pascual) por lo tanto no es descabellado pensar que al momento de la muerte de Jesús ocurriera un eclipse de Luna, tal y como señalan los evangelios. Este hecho le sirvió a C. Humphreys, y W.G. Waddington, para precisar que ciertamente en toda la región de Jerusalén, hace mas casi dos mil años, justamente el Viernes 3 de abril del año 33, ocurrió un eclipse total de Luna que coincide con lo bíblicamente narrado (Véase NATURE 1983, Volumen 306, pp 743-746 "*La Fecha de la Crucifixión*").

Como narran los sagrados evangelios, y también el historiador romano Flavio Josefo, al momento del orto lunar en Jerusalén, la Luna lucía de un rojo intenso; es decir ya estaba en el máximo del Eclipse con una coloración característica. Los rayos solares son desviados por la atmósfera terrestre, y dependiendo del polvo que contenga refracta los haces de luz hacia la Luna eclipsada, dándole el color característico que puede ser de naranja a rojo intenso. Cabe esperar que en Jerusalén el color de la Luna eclipsada fuera justamente "roja como la sangre".

No es fácil hacer la extrapolación cronológica de lo fenómenos astronómicos para determinados momentos históricos, pues el calendario ha tenido varias modificaciones a lo largo de la historia. Los solsticios y equinoccios marcan el comienzo y fin de las estaciones, y constituyen así la base del calendario astronómico y civil. La periodicidad del movimiento aparente del Sol en la bóveda celeste sentó las bases del calendario Civil actual desde sus orígenes en la Roma de Numa Pompilio (s. VII a.c.).

La era cristiana fue establecida por Dionisio El Exiguo, epíteto que hacía referencia a su corta estatura. En el año 525 d.c. Dionisio refiere el nacimiento de Cristo a la llamada era de Dioclesiano, aproximadamente en el 753 de la fundación de Roma. El calendario es modificado por el Papa Gregorio XII, en 1582, en virtud de las observaciones del astrónomo Clavius. Este notó que el equinoccio de primavera para el hemisferio norte, no ocurría como debería ser: el 21 de marzo sino el 11 de marzo. Ese ligero desplazamiento del punto vernal como se conoce al equinoccio de primavera, es debido a que la traslación de la Tierra no es 365 días exactos, sino 365,2425 días. Para corregir hubo que suprimir 10 días de la historia, así según bula pontificia, el día siguiente del 4 de octubre de 1582 fue el 15 de octubre de 1582, a fin de conciliar los eventos astronómicos con el calendario civil o Gregoriano.

En exactitud el año gregoriano, basado en el día solar medio, excede al año trópico o astronómico. Por ese motivo se suprimen tres años bisiestos cada 400 años, de tal suerte 1900 y 2100 no son bisiestos pues no son divisibles por 400; y si lo son el 2000 y 4000, divisibles por 4 y por 400. Por esa razón el siglo I terminó el 31 de Diciembre del año 100 d.c. y no el 31 de diciembre del año 99. Luego el siglo II principia el 01 de enero del 101 d.c. De forma similar el siglo XX comenzó el 01 de enero de 1901, y el siglo XXI comenzó el 01 de Enero del 2001 y no en el 2000. Vale tener en cuenta que los años se cuentan en una escala sin ceros (los Romanos no conocían el cero). Es decir, la era cristiana comienza en el año 1 d.c., designándose al año anterior como año 1 a.c.

Los eclipses, cuya recurrencia fue conocida por casi todas las culturas antiguas, han estado asociadas a determinados acontecimientos humanos y ciertamente, los han influido. Por ejemplo, el 20 de septiembre de 331 a.c., unos 11 días antes de la batalla de Arbela, otro eclipse total de Luna desmoralizó a los persas y le dio una ventaja psicológica a Alejandro Magno, quien instruido en astronomía por Aristóteles, presagió el eclipse e hizo coincidir su llegada con esa fecha. Los hombres de Darío se rehusaron a dar batalla, hasta varios días después cuando la luna cambió de fase. Colón salvó su vida al aterrorizar a los aborígenes en Jamaica presagiando el Eclipse de Luna del 01 de Marzo de 1503.

La dicotomía entre la realidad y el mito, entre razón y sentir, ciencia y conciencia, está siempre presente en la naturaleza humana; son partes complementarias de la realidad, nos acercamos a ellas con métodos y fines distintos, y ambas se juntan de seguro en la contemplación de una noche estrellada.

## 68 EULER DEMOSTRO LA EXISTENCIA DE DIOS.



Leonhard Euler (1707-1783) Nace en Basilea, Suiza. Fue matemático y físico, y es considerado uno de los más grandes matemáticos de la historia. Vivió en Rusia y Alemania la mayor parte de su vida. El más prolífico, ya que sus obras completas reunidas pueden ocupar entre 60 y 80 volúmenes publicó, más de 500 libros y artículos. Aproximadamente el 40% de sus trabajos están dedicados a la matemática aplicada, la física, la mecánica, la hidromecánica, la teoría de la elasticidad, la balística, la construcción naval, la teoría de máquinas, la óptica y otras. En todas las ramas de las matemáticas hizo descubrimientos notables, que lo situaron en el primer lugar en el mundo. Euler, en 1730, ocupó la cátedra de filosofía natural, en vez de la sección de medicina. y se convirtió en el matemático más importante de la Academia a la edad de veintiséis años. Ese mismo año se casó con Mademoiselle Gsell, una dama suiza, y con tuvo trece hijos. En 1738, perdió la vista de su ojo derecho, durante la realización de un mapa geográfico de Rusia.

En 1741, Euler recibió una invitación de Federico el Grande de Prusia para incorporarse a la Academia de Berlín aceptó la invitación y se trasladó, sin embargo continuó sus contactos académicos con los rusos e incluso recibía pagas de los rusos por sus servicios. Los Rusos se aliaron con la coalición de potencias contra Prusia, en la guerra de los siete años. Desafortunadamente para Euler, durante la guerra una finca suya fue destruida por el ejército ruso. Sin embargo tal era la fama de Euler que cuando el general del ejército ruso, Tottleben, se enteró de lo sucedido indemnizó con creces a Euler por el daño recibido, diciendo que él no quería hacer la guerra contra la ciencia. Por su parte la propia emperatriz Isabel de Rusia añadió posteriormente una interesante suma

de dinero a la compensación de Euler, de manera que podemos decir que salió bastante beneficiado con el episodio.

Regresó a Rusia en 1766, cuando supo que estaba perdiendo el ojo que le quedaba, por afección de cataratas, y se preparó para la ceguera practicando en escribir con tiza en grandes caracteres en una pizarra preparada a propósito, y dictando a sus hijos. En 1771, sufrió una operación y volvió a ver durante unos días, pero el éxito de la operación duro poco, y Euler vivió los diecisiete últimos años de su vida en una ceguera total. Tragedia que no consiguió interrumpir sus investigaciones y publicaciones, que continuó al mismo ritmo hasta 1783, cuando murió mientras tomaba el té y jugaba con sus nietos, a la edad de setenta y seis años.

El enciclopedista Denis Diderot (1713-1784) fue invitado por la emperatriz rusa a viajar a Rusia y conocer el equivalente de la academia de las ciencias. Diderot conversó con total libertad con todos los invitados y les dio una buena dosis de ateísmo. A pesar de que la emperatriz estaba divertida, no era este el sentimiento de algunos de los consejeros reales, que le sugirieron que pusiese cierta moderación ante tanto desenfreno. La emperatriz no quería imponerse sobre su ilustre invitado, así que urdió la siguiente estratagema: Se le comunicó a Diderot que un célebre matemático había demostrado la existencia de Dios mediante fórmulas algebraicas, y que la presentaría ante el consejo si Diderot no se oponía, a lo que este último accedió. El matemático no era ni más ni menos que Leonard Euler , que ante el consejo expuso con gravedad: dijo:

" $(a+b^n)/n = x$ , por lo tanto Dios existe. ¿Alguna pregunta?"

Diderot, para el cual el álgebra era tan entendible como el hebreo, se quedó callado y desconcertado, mientras toda la sala a su alrededor estallaba en carcajadas. Ante esta situación, Diderot pidió permiso a la emperatriz para volver a Francia, permiso que fue concedido de inmediato.

Es evidente que no se trata de ninguna prueba de la existencia de Dios, pero sin duda la genialidad belleza de esa otra fórmula matemática que encabeza estas líneas, (ver figura) donde se relaciona los números  $\pi$ ,  $e$  y el símbolo de imaginario puro  $i$ , es la demostración ontológica de la belleza de la naturaleza... sino la de Dios mismo.

## 67 LA LUNA DE FAUSTO.



La contemplación de los fenómenos celestes es una forma de acercarnos a lo divino, y mas aun en la oportunidad que nos brinda la Luna al transitar por el cono de sombra de la Tierra ( Eclipse Total de Luna) . Los Eclipses, o la ocultación momentánea y aparente de un astro, son fenómenos naturales y periódicos. Si la Luna es la que resulta ocultada por la sombra de la Tierra, decimos que ocurre un eclipse lunar. Si por el contrario, es la sombra de la Luna la que se interpone entre la Tierra y el Sol se dice entonces que es un Eclipse Solar. Los eclipses pueden ocultar al Sol o a la Luna completamente, en cuyo caso se dice que el eclipse es Total, en caso contrario el eclipse es parcial. Es evidente que los eclipses son también fenómenos transitorios, duran solo un periodo corto de tiempo mientras el disco Lunar se va oscureciendo a medida que la sombra de la Tierra lo va ocultado.

Si se observa bien se apreciará que esa sombra es curva, lo que constituye el primer indicio de la esfericidad de nuestro planeta, como bien intuyeron los antiguos filósofos alejandrinos en el siglo tercero antes de cristo. De hecho, en el año 260 a.c., el astrónomo Aristarco de Samos, calculó el tamaño de la Luna y su distancia a la Tierra, midiendo el tamaño relativo de la sombra terrestre sobre el disco lunar durante un Eclipse total.

Durante la fase del máximo, la Luna suele adquirir un color oscuro entre naranja-rojizo a pardo oscuro. Debido principalmente al polvo y la polución atmosférica en el lugar de observación. Si la Tierra no tuviera atmósfera, ningún rayo de luz alcanzaría el disco lunar durante la fase de máximo del eclipse, y la Luna se confundiría con el negro cielo. Pero los rayos del Sol se refractan o curvan al pasar por la atmósfera, siendo esta curvatura máxima para la luz roja, que alcanza a

la Luna Eclipsada y le confiere ese tinte especial. De forma similar a los crepúsculos, cuando Sol se nos atoja rojo-naranja.

La Luna puede tornarse de un color muy rojo, como ha ocurrido cuando previo al eclipse hay polvo volcánico en la atmósfera, en cuyo caso la mitología popular le asigna a tal acontecimiento el nombre de Luna de Fausto, y es sinónimo de agoreras profecías. Como dato curioso, una Luna de Fausto fue apreciable en nuestra localidad cuando murió el último de los de los Wellser, Felipe de von Hutten, alrededor del año 1590, asesinado por el conquistador español Juan de Carvajal. También el Apocalipsis de San Juan (6,12-13) hace referencia a la Luna "roja como la Sangre" o de Fausto; como sinónimo profético.

Los eclipses se repiten periódicamente debido a que son producto del movimiento periódico de la Luna alrededor de la Tierra y de ésta alrededor del Sol. Ya los Caldeos y Babilónicos conocían como predecir los eclipses, hace unos cinco mil años. El llamado ciclo de Saros les permitía hacer estimaciones importantes para los eclipses hasta con 18 años de antelación. Si bien ocurren dos eclipses de Sol y cuatro de Luna anualmente, estos no se observan desde el mismo lugar de la Tierra, por lo cual nos resultan más ocasionales. Los eclipses de Luna necesariamente ocurren en fase de Luna Llena.

Más allá de la significación y utilidad científica del fenómeno, la contemplación del Eclipse Total de Luna vincula lo humano y lo divino, e incentiva la conciencia universal y fraterna, tan necesaria en estos tiempos de intolerancia.

## 68 EL MISTERIO DE LOS VOYAGER



El navío espacial Voyager 1, lanzada al espacio en 1977, se aleja dejando atrás el Sistema Solar, según los últimos datos recibidos de la sonda que viaja hacia los confines de la galaxia. La sonda y su gemela lanzada poco después, la Voyager 2, tenían como misión recibir imágenes y datos de los planetas gaseosos: Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno. Las sondas después de captar una gran cantidad de imágenes de los planetas y descubrir una gran cantidad de satélites alrededor de estos planetas gigantes de nuestro Sistema Solar, fueron enviadas hacia el infinito. Ambas están equipadas con baterías de plutonio diseñadas para aguantar hasta el 2025 hasta que deje de emitir cualquier señal, el estado de las baterías es mejor de lo esperado y es muy probable que se alargue la misión

La Voyager 1 es el objeto creado por el hombre más lejano de la Tierra y batió los record de distancia, cuando en 1998 supero el record que había establecido 10 años antes la Pionner 10. Según los cálculos estimados la sonda viaja hacia los confines de nuestra galaxia a una velocidad de 17 kilómetros por segundo. Hace algún tiempo que se ha detectado una disminución de la velocidad de la sonda, tal como ocurrió con los Pionner 10 y 11; y diferentes teorías han aparecido pero todavía sigue siendo un misterio. Los últimos datos enviados por la sonda Voyager 1 que se aleja cada vez más de nuestro Sistema Solar, son que las partículas registradas desde 2009 a 2012, que pertenecen a otras galaxias y están altamente cargadas de energía. En 2012 los impactos de los rayos cósmicos han aumentado un un 9% por mes. Los científicos están entusiasmados por el avance de la sonda y la posibilidad de que llegue a la frontera imaginaria de nuestro Sistema Solar, donde se podría producir algún tipo de cambio gravitacional o de

algún tipo el cual jamás pudo ser estudiado. Ahora se aproxima la oportunidad de averiguar qué cambios y variaciones cósmicas existen al salir al espacio interestelar fuera de lo que es nuestro Sistema planetario y la gravitación del Sol.

Lleguen donde lleguen tienen un mensaje en un disco de oro por si alguna civilización extraterrestre suficientemente inteligente la encontrara y fuera capaz de descifrar el mensaje enviado a los confines de nuestra Vía Láctea. El mensaje es un saludo en diferentes idiomas de la Tierra, música, sonidos e imágenes, tratando de dar un mensaje de la existencia de vida en la Tierra y de nuestro Sistema Solar. Entre las imágenes enviadas, se encuentran la de un cohete propulsor, figuras humanas, la molécula del ADN, una serie de fotos que muestran nuestras ciudades de día y de noche. Imágenes mostrando diferentes especies de animales, ríos y mares. Un mapa de nuestra galaxia y muchas otras descripciones de nuestro hábitat. Todo el contenido de la grabación fue seleccionado por la NASA y por un comité presidido por el connotado astrónomo norteamericano Carl Sagan, y grabado en un CD de oro, junto a su mecanismo de reproducción.

Debido a que al mensaje le tomará milenios en arribar a la estrella más cercana, si sobrevive la sonda remotamente a tal travesía, el mensaje es más una demostración de los logros tecnológicos humanos y un mensaje de unión de la humanidad y su habitad, que un intento real de mensaje hacia los extraterrestres, sobre todo ahora que sabemos que las sondas se están frenando misteriosamente, en lugar de acelerarse conforme disminuye la fuerza de gravedad que ejerce el Sol sobre ellas.

## 69 EL MISTERIO DE LA BOMBILLA ENCENDIDA



La centenaria bombilla eléctrica, en la estación de bomberos de Livermore (California), permanece encendida ininterrumpidamente desde el año 1901. Además, este prodigio de la ingeniería del comienzo del siglo XX, ha soportado con éxito varias mudanzas, algunos cortes de electricidad, varios terremotos (incluido el gran terremoto de San Francisco en 1906), y aun así ha continuado encendida como si nada, iluminando con su pálida luz, 24 horas al día, los camiones de bomberos en su garaje. La célebre bombilla de Livermore se diferencia de una bombilla moderna en que su filamento es aproximadamente ocho veces más grueso que los actuales y además se trata de un semiconductor, probablemente hecho de carbono, fue soplada a mano por la Shelby Electric Company, a finales de 1898 y donada después al departamento de bomberos en 1901. El hecho de que la bombilla siga funcionando sin problemas después de tantos años, es sorprendentemente misterioso. Cuando un conductor se calienta mucho, su capacidad para conducir la electricidad deja de funcionar. Sin embargo, a medida que la bombilla de Livermore se va calentando, se va convirtiendo en un mejor conductor.

La primera lámpara eléctrica incandescente se atribuye generalmente al inventor y empresario estadounidense Thomas Alva Edison (1847-1931), quien presentó en 1879 una lámpara práctica realizada con filamento de carbono que brilló durante 48 horas ininterrumpidas, la cual patentó el año siguiente. Después de la Exposición Mundial de París en 1881 y de la presentación de la lámpara de Edison, los sistemas de iluminación eléctricos se convirtieron en el logro tecnológico más importante del mundo. La electricidad podía sustituir el vapor para hacer funcionar los motores. Era una segunda

revolución industrial y las centrales eléctricas se multiplicaban, basadas en la que Edison estableció en Nueva York, en 1882. Fue la primera instalación eléctrica comercial del mundo y aunque era enorme para su época, apenas podía producir y distribuir electricidad para Manhattan. La rápida distribución de motores eléctricos industriales provocó una fuerte demanda por un voltaje diferente a los 110 V usados para la iluminación.

Por entonces Edison contrató en una de sus compañías de Paris al físico, matemático, e ingeniero eléctrico Nikola Tesla (1856-1943) quien luego se traslada a Nueva York, creando su propia compañía en 1886. Después de casi un año en el que Tesla proporcionó patentes a Edison, este último decide no pagarle los 50.000 dólares prometidos al principio alegando que se trataba de una broma y diciéndole, literalmente: "Cuando llegues a ser un norteamericano cabal, estarás en condiciones de apreciar una buena broma yanqui"... Tras romper con Edison; motivado a la defensa de la corriente alterna y a su invención del motor de inducción de corriente alterna; Tesla se asocia con los laboratorios Westinghouse, donde concibe el sistema polifásico para distribuir la electricidad a largas distancias.

A finales del siglo XIX en EEUU se libró una guerra comercial por la electrificación de las ciudades de Estados Unidos, que se llamó la guerra de las corrientes, en la que Edison con su compañía General Electric rivalizaba con la compañía Westinghouse y su responsable técnico, Nikola Tesla. Harold Brown, trabajador de Edison, puso en marcha un horripilante programa de experimentos y demostraciones para apoyar la corriente continua de Edison y desprestigiar las ideas de Tesla. Electrocutó a diversos perros con corriente continua mostrando que sobrevivían a tal disparate y luego hizo lo mismo con corriente alterna hasta matarlos. En 1903 la "Guerra de las Corrientes" se cobró otra víctima; la elefanta Topsy en Brooklyn. Edison mostró como se le sacrificaba empleando la corriente alterna con una descarga de 6.6000 voltios, lo filmó y mostró a todo el país.

Durante la Feria Mundial de Chicago las empresas compitieron para la iluminación. Se presentaron dos grades competidores: Westinghouse, con las tecnologías de Tesla, y General Electric de Edison. Cuando Westinghouse presentó un presupuesto por la mitad de lo que pedía General Electric la obra le fue adjudicada, y Tesla pudo exhibir sus generadores, dínamos y motores. El presidente estadounidense Stephen Cleveland encendió 100.000 bombillas alimentadas con corriente alterna, y finalizaba la guerra de las corrientes, de la cual la bombilla de Livermore es un hoy mudo testigo sobreviviente.

## 70 LA GUERRA DE LOS MUNDOS



El 30 de octubre de 1938, Orson Welles, en la víspera de Halloween, quería hacer un programa llamativo y junto con varios colegas de su compañía, representó en la cadena de radio CBS, una adaptación de la obra de H. G. Wells "La guerra de los mundos". El realismo de la emisión, fue tal que causó auténtico pánico en Nueva Jersey, donde, según la obra, estaba teniendo lugar la invasión de los Marcianos. La radioemisión comenzaba como:

"Señoras y señores, interrumpimos nuestro programa de baile para comunicarles una noticia de último minuto procedente de la agencia Intercontinental Radio. El profesor Farrel del Observatorio de Mount Jennings de Chicago reporta que se ha observado en el planeta Marte algunas explosiones que se dirigen a la Tierra con enorme rapidez... Continuaremos informando".

Luego pasaban a transmitir una banda de música supuestamente desde el Hotel Meridian Plaza, y periódicamente la interrumpían para informar de la ficticia invasión marciana. Una de las intervenciones del personaje Carl Philips, reportero que supuestamente informaba desde el lugar donde habían aterrizado las naves marcianas, era:

"Señoras y señores, esto es lo más terrorífico que nunca he presenciado... ¡Espere un minuto! Alguien está avanzando desde el fondo del hoyo. Alguien... o algo. Puedo ver escudriñando desde ese hoyo negro dos discos luminosos... ¿Son ojos? Puede que sean una cara. Puede que sea..."

El programa duró casi 59 minutos. Los primeros cuarenta correspondieron al noticiero, que terminaba con el locutor de la CBS fallecido a causa del ataque marciano y seguía con la narración en tercera persona del Astrónomo Pierson (interpretado por Orson Welles), que describía la muerte de los invasores.

La narración fue tan real que gran parte de los oyentes de la emisión creyeron que se trataba de un hecho real, cundiendo en pocos minutos la alarma general en los EE.UU. A pesar de avisar en repetidas ocasiones y de anunciar en los descansos que era todo imaginación, la histeria colectiva se desató. La gente salía de sus hogares buscando refugio, llamadas a la policía, varios intentos de suicidio, saqueos, manifestaciones callejeras, compras nerviosas y total ausentismo laboral, atascos de tráfico, etc.

La historia se repitió de nuevo el 14 de Febrero de 1949 en Quito. La reacción del público fue mucho peor. Hubo un motín que acabó con el asalto e incendio de la emisora. Pérdida de 20 vidas humanas y la ruina del edificio con todo su contenido. El director de la emisora, ante el cariz de los acontecimientos se tiró por la ventana y resultó gravemente herido. Se detuvo a 15 personas y a dos de los dirigentes de la emisora, por las alteraciones del orden público.

Estos acontecimientos, junto al temor humano hacia lo desconocido, han instalado en el inconsciente colectivo, nuestra preocupación hacia la vida inteligente extraterrestre, unas veces como esperanza de compañía en el vasto universo y otras como miedo hacia la posibilidad de formas de vida y de culturas completamente diferentes a la nuestra. En el siglo XIX y la primera mitad del siglo XX fue el planeta Marte y sus supuestos Marcianos, el centro de esos temores y anhelos de compañía Universal, en los siglos XVII y XVIII la Luna y los Selenitas, y en épocas pretéritas, el mundo Helénico antiguo ubicaba la esperanza en el Olimpo, apenas más cerca: en las nubes.

A la vera del conocimiento actual esa esperanza de compañía inteligente ultraterrena, se aleja mas y mas; sabemos que estamos solos en el sistema solar y al menos en los diez años luz de distancia alrededor, pero como diría Shakespeare "nada mas imperecedero que la siempre fiel y firme esperanza humana". Si los visitantes extraterrestres no existen, habría que inventarlos, como inventan sus entes las mentes infantiles para no sentirse solos cuando le falta compañía.

## 71 ALGUIEN LLAMA DESDE EL COSMOS



Señales de radio son captadas intermitentemente en forma fuerte y clara, cada 1,377 segundos, como pulsos de alguna suerte de Clave Morse desconocida. Proviene desde una región del espacio situada a 40 años luz de distancia. Peor aún, el foco que la origina parece ser de longitud no mayor a 15 kilómetros de extensión, casi un punto si se les compara con los tamaños típicos de los astros conocidos. ¿Serán señales de alguna civilización extraterrestre?

Una crónica similar a la narrada surcó la mente de Anthony Hewish y sus colegas de Cambridge al detectarse en 1967 los primeros radio pulsares. La explicación posterior y el estudio de las radiofuentes pulsantes (mas comúnmente conocidos como Pulsares) le otorgarían el premio Nobel en 1974. Pronto se descubrieron centenares de tales radiofuentes en toda la galaxia e incluso en las galaxias vecinas. Estos Pulsares emiten fuertes señales de radio de origen no térmico con períodos de emisión desde los milisegundos a los minutos. Su radiación es debida al movimiento de partículas cargadas en fuertes campos magnéticos. En efecto una partícula cargada, un electrón por ejemplo, emite ondas electromagnéticas al ser aceleradas. Este efecto clásico es el principio de funcionamiento de la radio y fue descubierto por Hertz, el siglo pasado.

En los pulsares, existen campos magnéticos muy fuertes, mil millones de veces más intensos que el débil campo magnético existente en nuestro planeta. Cuando una partícula cargada se mueve en estos intensos campos magnéticos se acelera a velocidades próximas a la de la

luz y emite intensa radiación. Tal radiación se denomina radiación de sincrotrón.

Pensemos que el débil campo magnético terrestre, de menos de un gauss, es capaz de desviar la aguja de una brújula y de acelerar partículas subatómicas hacia los polos para formar las hermosas cortinas luminosas conocidas como auroras polares. Seguidamente imaginemos el efecto de un campo magnético mil veces mayor y los efectos que ocasionarían en un gas de átomos ionizados (Plasma), tendríamos entonces una potente fuente de ondas de radio, rayos X y radiación gamma, emitida por los polos magnéticos de la radiofuente.

El carácter misterioso de la periodicidad de los pulsos, con un período exacto en una parte por mil, se puede explicar si el objeto que emite la radiación está rotando. Como la emisión es solo por los polos magnéticos, y estos objetos giran inclinados, lo que se tiene es una suerte de "efecto faro", cada vez que el polo magnético apunta hacia los radiotelescopios terrestres se "siente" el chorro de radiación, de allí su periodicidad.

Al colapsar una estrella como el Sol, que rota y posee un campo magnético, el objeto colapsado, de muy poco diámetro, deberá girar más aprisa, como la bailarina girando que aumenta el giro al plegar los brazos sobre su cuerpo. Además el flujo magnético deberá permanecer constante, por lo cual la estrella de neutrones deberá incrementar miles de veces su campo magnético. Se habría formado una estrella colapsada, de neutrones, girando muy rápido y con un enorme campo magnético: he allí la génesis de un Pulsar.

La explicación es sofisticada, como las teorías físicas, de ordinario más elaboradas, exactas y refinadas, que la simple especulación de algún extraterrestre desocupado haciendo trompetillas desde los confines del cosmos. La moraleja de Hewish con los Pulsares parece decirnos: Desconfiad de las explicaciones simples, superficiales y aparentes; solo la reflexión académica profunda nos lleva a resolver, lo que de ordinario, parece desconcertante.

## 72 ALO ALO ¿HAY ALGUIEN ALLÍ?



Se imagina Ud., amigo lector, ¿cual podría ser la conversación telefónica al sitio más remoto que se ha hecho?. No se extrañe que la misma haya tenido lugar hasta una trémula estrellita, apenas visible a media noche en el cielo sur. Ese débil objeto está situado en la constelación de Hércules. En realidad no es una estrella sino, como puede verse incluso con prismáticos y pequeños telescopios, es un conglomerado o Cúmulo de más de un millón de estrellas apiñadas como un enjambre esférico.

El cúmulo globular de Hércules, catalogado como M13, tiene un diámetro aparente tan grande como la luna llena y un diámetro real del orden de 160 años luz. Su tamaño respecto al Sol es tan grande como el tamaño relativo del Sol respecto de la Tierra. Hércules no pertenece al disco de la galaxia, como el Sol y todas las estrellas que vemos en el firmamento, sino que describe una órbita elíptica respecto del centro galáctico. Existen unos 150 objetos como él, denominados cúmulos globulares y se cree son tan antiguos como la propia galaxia. Vista desde afuera nuestra galaxia, la Vía Láctea, estaría constituida por un disco de gas y polvo, con nebulosas y formación estelar; y por un halo

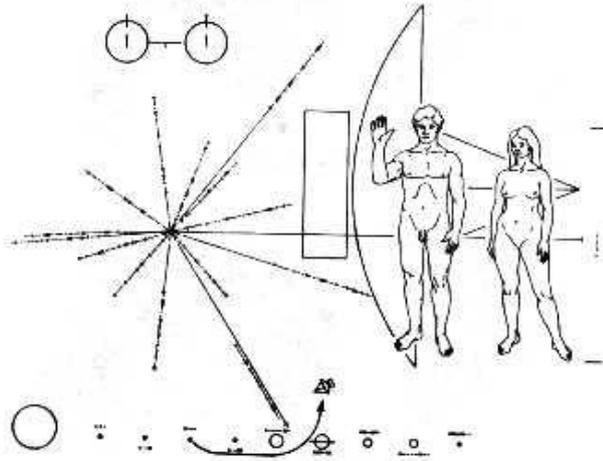
esférico muy tenue que envuelve dicho disco; en el halo solo hay unas "pocas" estrellas sueltas y los cúmulos globulares. Los cúmulos casi no tienen polvo ni gas, son muy masivos y no hay allí formación de nuevos sistemas planetarios.

El Sol, nuestro planeta y la civilización que él alberga es relativamente joven; unos 4.600 millones de años. Si se le compara con los cúmulos globulares es como un neonato respecto a Matusalén, el mítico personaje Bíblico que vivió cerca de 900 años. Es lícito pensar entonces que, de existir otras civilizaciones en el cosmos, cercanas a nosotros, y tecnológicamente más avanzadas, ellas deberían ser más antiguas. Por lo tanto, podríamos buscarlas allí: donde hay un millón de Soles tan antiguos como 12 mil millones de años y concentrados en una región espacial muy estrecha.

Ese fue el criterio que empleó el astrobiólogo Frank Drake, para la búsqueda de evidencias de vida en otros mundos. Por ello envió un mensaje, a comienzos de 1975, dirigido al cúmulo de Hércules M13. Para que la llamada fuera posible había que emplear el mayor radiotelescopio del mundo, el radiotelescopio de Arecibo, y enviar un mensaje fácilmente descifrable. Esto es: una sucesión de bit y el empleo de una frecuencia común en el Universo, que no interfiriera con el "ruido" producido por emisores naturales, la frecuencia de los 21 cm.

No hay que ilusionarse en espera de la respuesta, es como un mensaje enviado en una botella por los naufragos terrícolas en el océano de la Vía Láctea. El mensaje aún no hay llegado a su destino, de seguro llegará allá, viajando a la velocidad de la luz, en apenas unos 25.000 años, entonces "alguien" tal vez sepa que estuvimos aquí. De cualquier modo, si alguien "lee" el mensaje obtendrá el dibujo de estas líneas que representa, en bits, los números del 1 al 10, luego los números de los átomos de Hidrogeno, carbono, nitrógeno, oxígeno y fósforo; después la doble hélice del ADN, la figura humana idealizada, la posición de los planetas y el radiotelescopio empleado. Si no me lo explican tampoco yo entendería el mensaje, ¿Cree Ud. que alguien de otra cultura, o de otra época, o peor aun, de otro mundo lo entenderá? ... la confusión de la lenguas en la Torre de Babel cósmica!

## 73 LA FORMULA DE DRAKE



La posible existencia de civilizaciones extraterrestres ha interesado a la comunidad científica desde la publicación de la obra del astrónomo francés Camilo Flammarion, titulada "Pluralidad de los Mundos Habitados", a fines del siglo pasado. Como dato curioso ese fue uno de los primeros libros con los que contó la Universidad de Valencia, junto a otros 18 libros de astronomía, por allá en 1897, en tiempos de nuestro magnífico Rector Alejo Zuloaga (según el inventario publicado por el Prof. Iván Hurtado, en "Universidad y Proceso Histórico", 1997)

Ese anhelo por encontrar otros mundos habitados en el Universo se ha vuelto ya una esperanza, basada en lo vasto de ese Cosmos, constituido por mil millones de galaxias con igual número de estrellas cada una, y posiblemente con centenares de miles de planetas.

¿Cuál es la probabilidad de que exista alguna civilización en el Universo, con un desarrollo tecnológico similar o mayor al nuestro? Responder esa interrogante fue y es el objetivo de Frank Drake y sus colaboradores. En efecto, el Dr. Drake realizó un programa para una conferencia internacional con el fin de tratar los diversos factores que habría que tener en cuenta a la hora de calcular esa probabilidad con el rigor científico adecuado. El temario de ese simposio, jamás realizado, contenía las siguientes cuestiones a debatir: el número de estrellas que se forman en nuestra galaxia en un cierto intervalo de tiempo, la creación de estrellas que logran formar sistemas planetarios, el número

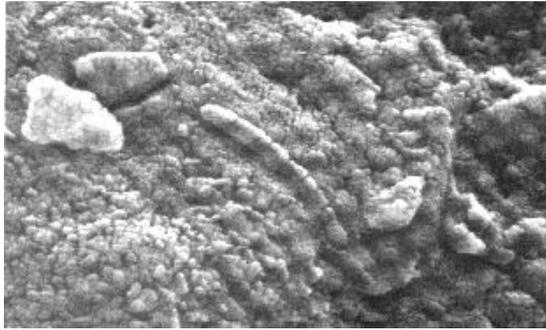
de planetas con condiciones aptas para la vida; la fracción de planetas habitables con posibilidad de desarrollar vida inteligente, la probabilidad de que una civilización se desarrolle tecnológicamente y el tiempo de existencia de tal civilización tecnológicamente avanzada. .

El producto de todos estos factores permitiría, en principio, estimar el número total de las civilizaciones tecnológicas existentes en nuestra galaxia. Esa probabilidad es conocida como la "fórmula" de Drake, y ha dado pie a un sin fin de interpretaciones ligeras. El conocido astrónomo Carl Sagan solía siempre "acomodar" los valores de dichos factores para que le diera el número de diez mil, cuando lo cierto es que sólo se tiene un estimado para los dos primeros factores y los demás factores parecen, a la vera de los conocimientos actuales, como incalculables.

Sin embargo, y por si acaso, la nave terrícola Pionner XI, que abandonó el sistema solar rumbo a los confines galácticos, lleva un mensaje como el de la figura, mostrando la posición del Sol en relación con las radiofuentes celestes, el esquema del sistema solar, las figuras a escala de los humanos y del navío, y en código binario las dimensiones del sistema solar. Además muestra el átomo de Hidrógeno, cuya emisión de radio es en la longitud de onda de los 21 cm, como indicación de la frecuencia a usar para comunicarse con nosotros.

Actualmente Frank Drake dirige el Proyecto SETI, para la búsqueda científica de señales de vida inteligente fuera del Universo. La última vez que conversé con Frank Drake, caminábamos juntos hacia la biblioteca de! Instituto de Estudios Avanzados; le pregunté si estaba seguro de poder encontrar alguna civilización extraterrestre. En el mismo instante, un vehículo acallaba nuestra conversación a la vez que nos dejaba envueltos en una espesa nube de monóxido: Frank me respondió: "ni siquiera estoy seguro de encontrar vida inteligente aquí en la Tierra".

## 74 MARCIANOS EN LA ANTARTIDA



Incredulidad, luego estupor y finalmente asombro ocasionó en la Agencia Espacial Estadounidense la noticia del Dr. Mc Kay en el verano del 1996, cuando en una conferencia de prensa anunciaba al mundo los hallazgos recién publicados en la prestigiosa Revista Science (Mc Kay, D. et al Science 273, 924-930,1996).

¿Quién podía adivinar que en un trozo de roca de la Antártica, encontrada el 27 de Diciembre de 1984, nos vendría la primera evidencia científica de la vida extra terrestre?. En efecto, según parece hace 13.000 años atrás un meteorito impacto en la región de Alan Hills, en el continente antártico. Proveniente del espacio exterior, miles de fragmentos llegan a la Tierra luego de vagar por el espacio, se incendian a su entrada en la atmósfera y solo los mas grandes no se volatilizan por completo, en este último caso una pequeña fracción del material primigenio alcanza la superficie terrestre. En el caso del meteorito denominado AH84001 se trató un pedazo de roca de unos 2 kg de peso.

La composición química de la roca mostraba una inusual semejanza con la composición química de los suelos del planeta Marte; de acuerdo con los datos aportados por las sondas Viking, que amartizaron en los años setenta. Composición mineralógica de Ortopiroxeno, Olivino, maskelanita, ferropirita y apatito; muy diferente a los materiales terrestres, lunares, cometarios y de asteroides. Su interior contenía gases atrapados en los procesos de formación de la roca, cuya relación isotópica (cociente entre las masas nucleares de los elementos presentes; suerte de "huella digital" de las rocas) resulto idéntica a las medidas por el Viking en el Planeta Rojo. Los impactos de meteoritos contra Marte, o el propio volcanismo antiguo del planeta, pudieron desprender rocas que, luego de vagabundear por el espacio,

alcanzaron la Tierra. Ello no debe sorprendernos porque rocas lunares y de asteroides se han descubierto en la Tierra.

En el interior de AH842001 se encontraron hidrocarburos policíclicos aromáticos, materia orgánica aun cuando no es necesariamente biológicos; y también glóbulos y estructuras de calcita similar a las deposiciones de calcio que fabrican los microorganismos terrestres, como el "gusanillo" de calcita de la microfotografía del AH84001 que ilustra estas líneas.

Lo sorprendente es que las muestras analizadas son del interior profundo del meteorito, lo que descarta posible contaminación, la discusión se centra en sí tales fósiles de calcita son necesariamente ocasionados por procesos biológicos (no hay indicios de hipótesis alternativas) y si el meteorito (hay consenso en su origen extra terrestre) es necesariamente marciano. Vale destacar que recientemente se encontraron estructuras similares en el meteorito de Nakla (colectado en Egipto en 1911) y que se sabe impactó en la Tierra hace unos 1370 millones de años, proveniente también de Marte.

Ironía del destino de que la evidencia de vida extraterrena, circunstancial sin duda pero evidencia al fin, no se encontró empleando telescopios y mirando el macro mundo mas allá de la Tierra, sino por el contrario se obtuvo mediante microscopios electrónicos, hurgando en el "patio trasero" (Antártica). La "prueba" estaba aquí desde hace 13.000 años y nos había pasado desapercibida!.

## 75 LA PARADOJA DE FERMI



¿Estamos solos en el Universo? Desde los tiempos mas remotos hemos acariciado la esperanza de responder negativamente a esa posibilidad; sobre todo ahora que comprendemos la enorme vastedad del Universo: cien mil millones de galaxias cada una con mas de 100.000 millones de estrellas y un número similar de planetas y protoplanetas. Sabemos también que el Universo es tan antiguo como 12 mil millones de años, mientras que la Tierra alcanza solo los últimos 4 500 millones de años de existencia. Comprendemos también que la vida parece acaecer como consecuencia de procesos físicos y químicos que son comunes al Universo mensurable. Y además nuestra composición química y ubicación espacio-temporal no tiene nada de privilegiada o singular.

Razonamientos análogos, con menor precisión, pero con igual convicción se han formulado en todas la épocas y culturas. Ya en la antigua Grecia, Anaxàgoras (500-428 a.c) proponía el origen extraterrestre de la vida, con gérmenes seminales que se poblaron en la Tierra en su remoto pasado. Esta Teoría del origen seminal de la vida en la Tierra se conoce como la Teoría de la Panspermia y causa aun enconados debates científicos y filosóficos. Los aspectos técnicos de la Panspermia, sobre la acción de la radiación estelar en esporas de micro meteoritos, fueron discutidos primeramente por Svante Arrhenius (1859-1927) en su obra *Worlds in the Making* .

Hipólito (460-360 a.c.): defendía la tesis de la Pluralidad de Mundos Habitados y Tito Lucrecio Caro (98-55 a.c.), a la sazón contemporáneo a Julio Cesar, argumentaba: “Nada es único...otros mundos, otros seres” o mejor “cuando hay abundancia de materia disponible, cuando hay el espacio vacante, y cuando no hay razón que retrase el proceso, entonces las formas de la realidad deben combinarse y crearse. Hay una enorme cantidad de átomos disponibles, tantos que no habría tiempo de contarlos en toda la eternidad y hay la fuerza que lleva a los átomos a diversos sitios así como los trajo a este mundo. Así que debemos reconocer que hay otros mundos, en otras partes del universos, con razas de hombres y animales diferentes”.

También Giordano Bruno, quien murió en la hoguera el 17-12-1600, acusado de herejía por la Santa Iglesia a la que perteneció, expresó su convicción sobre la existencia de miles de mundos habitados, en sus obras publicadas previas a su muerte. La lista de argumentos y de adeptos a la pluralidad de mundos habitados sería interminable, pero entonces cabe la pregunta que hiciera Enrico Fermi (1901-1954), premio Nóbel en física y co-creador de la Bomba Atómica, ¿Si los extraterrestres existen, donde están?.

Puede pensarse que hay inteligencias técnicamente muy superiores en nuestra galaxia, en cuyo caso ya deberían haberse hecho notar, visitar, comunicarse o colonizarnos. Cualquier otra opción como razones aséptica (nos tienen asco o pánico), idealistas (no quieren interferir) o similar, no resiste un análisis serio del problema. De allí la paradoja.

Una alternativa a la paradoja es que la evolución biológica que lleva a la vida inteligente sea altamente improbable, lo cual equivale a decir que somos únicos en la galaxia o que somos de los más desarrollados. En ese caso la Paradoja de Fermi nos lleva a una cuestión aun más inquietante, trascendente al mundo de las ciencias naturales, me refiero a la Responsabilidad. Así con mayúscula, la que tendría el género humano de perpetuarse en el tiempo, explorar y expandirse por la galaxia y de alguna manera dirigir el progreso de sus semejantes alienígenas y conservar el ambiente. Sin duda para algunos el vértigo de estar solos los enfrenta con su propia libertad y responsabilidad...es más fácil inventar los OVNI, los elusivos marcianitos verdes haciendo abducciones y raptos, después de todo, esa creencia nos libera de la responsabilidad con el futuro del género humano.

## LECTURAS RECOMENDADAS



Para quienes deseen profundizar en alguno de los temas, con exposiciones sistemáticas y bien escritas, he aquí una lista de referencias básicas, en el entendido que es una selección muy incompleta de las fuentes consultadas. Para hallar algún dato específico es mejor usar los buscadores como Google o Yahoo, tan completos y actualizados que hacen ociosa las recomendaciones de las web-site. Todas las imágenes presentadas son meras alegorías ilustrativas, de libre acceso en la web, sin créditos ni derechos reservados.

1. Altschuler, D.R. (2001) Hijos de las Estrellas, nuestro origen, evolución y futuro. Cambridge University Press, Madrid.
2. Arago, F. (1963) Grandes Astrónomos anteriores a Newton, Espasa Calpe Ed., Madrid.
3. Asimov, Isaac (2001) El Universo, Alianza Ed. Madrid
4. Bergia, S. et al (1999) El siglo de la Física. Colección Metatemas, Tuquets Ed. Madrid.
5. Bunge, M. (1962) Intuition and Science, Prentice Inc, New Jersey.
6. Davies, P. (1985) El Universo Desbocado. Biblioteca Científica Salvat. Barcelona.
7. Dole, S. (1972) Planetas Habitables. Ed. Labor. Barcelona
8. Drake, F. y Sobel, D. (1994) Is Anyone out here? Dell Pub. New York.
9. Einstein, A. et al (1998) La Teoría de la Relatividad.. Alianza Ed., Madrid.
10. Falcón, N. et al (2001) Einsteins, la Teoría de la Relatividad y su contribución a la Comprensión del Mundo Natural. Universidad de Carabobo, Valencia .
11. Falcón, N. (2004) La Astronomía: Ciencia Fascinante. Ed. Universidad de Carabobo, Valencia.

12. Falcón, N. et al (2006) *Crónicas del Cosmos*, Cosmografica, C.A., Valencia, Venezuela.
13. Feynman, R. et al (1987) *Lecturas de Física*, Addison-Wesley Iberoamericana. Delaware.
14. Gamow, G. (1984) *Biografía de la Física*, Salvat, Madrid.
15. Glashow, S. (1995) *El Encanto de la Física*. Colección Metatemas, Tuquests Ed. Madrid.
16. Harté, R. (1967) *Introducción a la Lógica de las Ciencias*. Labor, Barcelona.
17. Hawking, S. y Penrose, R. (1993) *Cuestiones Cuánticas y Cosmológicas*. Alianza, Madrid.
18. Hemleben, J.(1984) *Galileo*. Salvat Edit. Barcelona.
19. Humbert, P.(1960) *Historia de los Descubrimientos Astronómicos*. Seix Barral S.A., Barcelona.
20. Jeans, J.(1968) *Historia de la Física*. Fondo de Cultura. México.
21. Koestler, A. (1985) *Kepler*, Salvat, Barcelona.
22. Kuhn, T.(1970) *The Structure of Scientific Revolutions*. University Chicago Press. Chicago.
23. Masini, G (1980) *El Romance de los Números*. Círculo de Lectores, Barcelona.
24. Rousseau, P.(1971)*La Vida Extraterrestre*. Bruguera. Madrid.
25. Sagan, C.(1980) *Cosmos*. Random House,N.Y.
26. Sagan, C. y Sklovskii, I. (1981) *Vida inteligente en el Universo*, Reverte, Barcelona.
27. Schrödinger, E.(1997) *La Naturaleza y Los Griegos*. Colección Metatemas, Tuquests Edit. Madrid.
28. Vázquez, M. y Martín, E.(1999) *La Búsqueda de Vida Extraterrestre*. Mc Graw Hill.Madrid.
29. Schilling, G.; Lindberg, L. (2009) *Eyes on the Skies*, Wiley-VCH Verlag, Weinheim, Germany.
30. Thomson, J. A.(1962) *Introducción a la Ciencia*. 14 Edición. Ed Labor. Madrid.