La Ciencia desde el Trópico

Abraham Reynoso López



UJAT

COLECCIÓN CLUB DE CIENCIAS ARTURO ROSENBLUETH

La Ciencia desde el Trópico

C O L E C C I Ó N
HÉCTOR OCHOA BACELIS
Textos de Enseñanza de Ciencias Básicas

José Manuel Piña Gutiérrez
Rector

La Ciencia desde el Trópico

Abraham Reynoso López

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Colección Club de Ciencias Arturo Rosenblueth

Primera edición, 2019

DR ©Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Zona de la Cultura. Colonia Magisterial
Avenida Universidad s/n C. P. 86040
Villahermosa, Centro. Tabasco.

Para su publicación esta obra ha sido aprobada por el sistema de "dictaminación abierto" por pares académicos.

Los juicios expresados son responsabilidad del autor.

Queda prohibida la reproducción parcial o total del contenido de la presente obra sin contar previamente con la autorización expresa y por escrito del titular, en términos de la Ley Federal del Derecho de Autor.

Diseño de portada: Fredys Pérez Ruiz

Obra de portada: Circle Limit IV de Maurits Cornelis Escher

ISBN: 978-607-606-497-9

Impreso y hecho en Villahermosa, Tabasco, México.

Dedicado a mis hijos, nietos y alumnos.

Índice

Prólogo.....11
Introducción.....17

Capítulo I. Astronomía

La astronomía….....21
Conjunciones planetarias.....22
Estrellas Fugaces.....23
Meteoritos y cometas.....25
La explosión de 1908.....25
Las Líridas.....26
Estructura de la Luna….....27
Telescopios en Tabasco.....28
La "Nasa" Mexicana….....30
Órbitas de Hohmann.....31
Estrellas variables….....32
Astrofísica.....34
Masas estelares.....35
Meteoritos de todos tamaños.....36
El nuevo siglo.....37

Capítulo II. Energía solar

Energía solar. Una alternativa para el futuro.....43
Energía solar en electricidad.....45
Absorción de luz.....46
Disponibilidad de la energía solar.....47

Tecnologías para el aprovechamiento de la energía solar.48
Secadores solares....…….....49
El biogás…….....51
¿Qué son los digestores?.....52
Tipos de digestores.....53
Destiladores solares.....55
Arquitectura solar.....56
Relojes solares.....57
Horario de verano.....58

Capítulo III. Física

Ilusiones ópticas I.....63
Ilusiones ópticas II.....64
Ilusiones ópticas III.....65
Energía nuclear.....66
La radioactividad.....68
Radiaciones lonizantes.....69
Edad de la Tierra.....71
Carbono 14.....72
Nuestro Sol.....73
El efecto piezoeléctrico.....74
Campo magnético terrestre.....76
Inversión de los polos magnéticos.....77
Campo eléctrico terrestre.....78
El campo eléctrico en las nubes.....80
Relámpago en bola.....81
Cinturones de Van Allen.....82
Meteorología.....83
Fuerza de coriolis.....85
Origen de los desiertos.....86
Física moderna.....88
Principios del láser.....89
Celdas de combustible.....90

Capítulo IV. Matemáticas

Las matemáticas.....95
Las leyes del azar.....96
Geometría analítica.....97
Diofanto I.....98
Diofanto II.....99
Diofanto III.....101
El Número "pi" π.....101

Capítulo V. Biografías

Arturo Rosenblueth.....105
Julio Verne y la Luna.....106
Wernher Von Braun.....108
Los Rusos y la Luna.....109
19 Aniversario del Club de Ciencias.....111
Edmundo Cetina Velásquez (1896-1959).....112
José Malpica Hernández.....113

Prólogo

En la nota editorial del libro *Historias de lo oculto*, de D. H. Lawrence, dice que "… el descubrimiento del sistema simbólico de la astrología (por parte de Lawrence), capaz de llenar imaginativamente el cosmos de significados que van más allá de los datos inertes de la ciencia, le había apasionado". Vemos aquí un enfoque muy común para mirar todo lo relacionado con las ciencias por parte de aquellos que piensan que ésta es un campo árido, en la que no cabe la expresión de los sentimientos ni las intenciones estéticas. Para ver que esto no es así bastaría leer las biografías y obras de aquellos hombres que han aportado en el desarrollo de las ciencias; las obras de la filosofía de la ciencia y, surgida de alguna manera de este último campo, la divulgación científica. Figuras como Galileo, Copérnico, Newton, Darwin, etc., contribuyeron no solo en el desarrollo de la ciencia, sino en la aplicación y mejora de esa herramienta que es necesaria para artista y científicos: el lenguaje. En la filosofía de la ciencia tenemos pensadores nacidos en el siglo XIX como Bertrand Russell y Henri Poncaire, y otros más cercanos a nosotros, como Isaac Asimov, Carl Sagan y Mauricio Maeterlink, que convirtieron la divulgación científica en una disciplina de mucha trascendencia.

Los intentos por dar consistencia a sistemas contrarios a los de las ciencias, basados éstos en la razón, han tenido sus más fuertes exponentes en quienes han hechos las aportaciones más importantes en el campo científico, y hablo aquí de Pascal y Newton. Al primero le debemos lo que

podríamos considerar el principio fundamental del pensamiento sobre el mundo de lo sobrenatural, tomando a éste como un discurso que se construye con un lenguaje creado mediante la práctica del trato y la transformación de lo natural; el mismo que durante miles de años sirvió a sus poseedores para sobrevivir anteponiéndose a las acciones de sus enemigos, ya por el aviso sobre la proximidad de un peligro o, principalmente, por la comunicación de planes y estrategias para escapar, vencer o atrapar a sus enemigos o presas animales.

En el acervo de conocimientos populares que poseemos, tenemos la sentencia que dice que "el corazón tiene razones que la razón desconoce". El autor de esta frase es nada menos que Pascal, quien sabía usar la razón como pocos lo han hecho. ¿Cuánto se adelantó este personaje al pensamiento de Sigmund Freud sobre las zonas ocultas de la razón? Newton, por su parte, explico cómo se movían los planetas alrededor del Sol, pero cuando le preguntaron por qué se movían, él respondió que tal vez la divinidad mandó a sus ángeles para dar a los planetas el impulso inicial. ¿Cuánto retrocedió este pensador con esta repuesta ante su propia obra? Copérnico hablaba de la "música" de los astros. Si él hubiera conocido las contribuciones posteriores que se hicieron a la ciencia, por ejemplo la tabla periódica de los elementos o la teoría cuántica de la materia, seguro habría tomado esto como las notas de ese gran concierto universal intuido por él.

El científico argentino Raúl Alzogaray comenta, en las notas finales de su libro *Ríos de sangre y otras curiosidades explicadas por la ciencia*, que frecuentemente le hacen la pregunta de por qué escribe divulgación científica, y su repuesta es "que le gusta contar". Así, sin aspavientos ni rodeos responde que lo hace porque disfruta del acto de contar, lo cual me atrevo a decir es una de las prácticas que más ha

contribuido para la perfección de esa herramienta con la cual parafraseamos el mundo, lo reconstruimos: el lenguaje. Con ella creamos un mapa del mundo natural que habitamos, y aun del sobrenatural que inventamos.

Cuando mi amigo y maestro, Abraham Reynoso López me pidió que prologara su libro, me encontré, como suele ocurrir siempre que se enfrenta uno a tarea semejante, con la disyuntiva de tomar decisiones sobre cómo abordar el asunto, cómo encontrar el sendero discursivo que le dé sentido a nuestras aseveraciones. La lectura de Alzogaray me dejó claro que las dificultades que se nos presentan para dar respuesta a estas preguntas se deben, más que nada, a los intentos por decir de la manera más sobrecargada y recamada lo que puede ser dicho en forma sencilla y clara

En 1981 acababa yo de entrar a trabajar al Instituto Tecnológico de Villahermosa, desempeñando la función de dibujante en el departamento de Planeación y Programación. Una tarde, al terminar la jornada, me dirigía a registrar la hora de salida en mi tarjeta cuando llamó mi atención un cartel en una de las mamparas colocadas para dar información a los estudiantes, maestros y personal de apoyo. El cartel decía:

Se invita al alumnado, maestros y
público en general a la conferencia:
"Celdas Solares"
Que impartirá el Ing. Abraham Reynoso López
17:00 horas en la planta alta del edificio principal
¡No faltes. Entrada gratis!

El cartel tenía la fecha de ese día, así que, después de pasar mi tarjeta por el reloj checador, regresé a la cafetería para esperar la hora, mientras leía el libro que cargaba en mi mochila. Cerca de las cinco me encaminé al edificio principal.

Al subir las escaleras me encontré con que los pupitres que se habían colocados para los asistentes, estaban casi todos ocupados, pero tuve la suerte de hallar uno vacío y me senté. Entonces el conferencista inicio su exposición. El tema era totalmente nuevo para mí y supongo que para la mayoría de los asistentes, pero Abraham Reynoso lo explicó en un lenguaje sencillo, usando un gis y un pizarrón como único material didáctico. La conferencia duró aproximadamente dos horas porque las preguntas fueron abundantes por parte de los alumnos. Al final me retiré satisfecho de haber asistido.

Un mes después de aquella conferencia volví a ver otro cartel que anunciaba un nuevo tema: "Vida y obra de Arquímides". Igual que la vez anterior, fui a la conferencia, a la que asistió un mayor número de alumnos. El tema resultó tan interesante que las preguntas no se hicieron esperar. Tres horas después, un grupo formado por el conferencista, dos estudiantes de ingeniería industrial química y yo, continuábamos hablando sobre el tema y otros tópicos de la ciencia. Aquellos estudiantes son hoy ingenieros, además, en el caso de Miguel Ángel Ruiz Magdonel, es un destacado intelectual y una figura prominente en la cultura del estado; el otro alumno era Leonardo Ayala Gómez, quien ejerce ahora su profesión en el estado de Nuevo León.

Esa noche, cuando nos retirábamos del Instituto, surgió la idea de organizar conferencias para intercambiar ideas y fomentar en el medio el gusto por la ciencia, por lo que alguno de ellos propuso la creación de un club de ciencias, entonces el ingeniero Reynoso nos habló de un científico mexicano, el doctor Arturo Rosenblueth, de la importancia de su trabajo en los campos de la neurociencias y cibernética; estuvimos de acuerdo en ponerle al club el nombre de este destacado científico. Poco a poco se fueron integrando otros miembros, tanto alumnos como maestros, lo mismo

alumnos del Tecnológico como de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Entre ellos, por citar solo algunos, el doctor Heriberto Olivares Valentines, quien fue nuestro primer tesorero, el ingeniero Julián Jerez Mazariego, Rita Aguilar Osorio, Guadalupe Reta Carrillo, etc.

Una de las actividades a la que le dimos importancia desde el principio fue la creación de textos, los que se publicaban en la revista *Órbitas Científicas y Tecnólogicas de Tabasco,* la cual elaborábamos de manera natural, con fotocopias engrapadas. Con la colaboración de los miembros se logró la publicación de varios números en distintas etapas. Pero la publicación de artículos no se limitó sólo al espacio de la revista, sino que se participó en distintos periódicos y revistas de la localidad. El ingeniero Reynoso mantuvo por dos años una columna semanal en el diario Tabasco Hoy. Los trabajos que aquí se presentan son una recopilación de dichos artículos, en los que se pueden ver los temas que son de su interés, mismos que, a lo largo de treinta años, ha venido divulgando por todo el estado con sus pláticas y conferencias que, como alguna vez dijera el entonces miembro del club y hoy ingeniero industrial químico, Fortunato Lutzow: "Cuando las escucho me hacen sentir que estoy frente a un virtuoso chelista dando un concierto. No entiendo todas las notas, pero disfruto de esa armonía que hay en las cadenas de razonamientos y demostraciones lógicas a propósito de los sentimientos y la ciencia".

Y si a todo esto alguien preguntara ¿Por qué?, le respondería: Porque a Abraham Reynoso le gusta contar, y explicar, y antes que nada, explicarse a sí mismo las cosas. Es todo.

Luis Alonso Fernández

Introducción

Cuando se aproximaba el final del siglo XX muchas personas se preguntaban cuándo acababa el presente siglo y comenzaba el siguiente.

Diferentes agrupaciones de estudiosos daban su opinión; a nosotros (Club de Ciencias) nos llegaron algunos periodistas con la pregunta y nos avocamos a investigar para no decir sandeces.

La explicación la encontrará en páginas interiores. Esta fue la causa de que escribiera un artículo semanal por dos años en el periódico *Tabasco Hoy* (2000 – 2001).

Al publicar el tema: "El nuevo siglo", el Lic. Héctor Tapia de ese diario me ofreció una columna semanal con el nombre de Club de Ciencias.

Para una persona que no es periodista o escritor, escribir un artículo semanal, y tratándose de un tema de divulgación científica, resultó algo muy difícil.

Los artículos fueron apareciendo según se presentaba algún acontecimiento relacionado con un hecho científico, como son los fenómenos astronómicos, atmosféricos, culturales, etc.

Al final de dos años, ya había un buen número de artículos y decidí suspender mis escritos. Al agruparlos en temas afines se formaron cinco capítulos: 1) Astronomía, 2) Energía solar, 3) Física, 4) Matemáticas, 5) Biografías.

En nuestro peregrinar por el estado de Tabasco impartiendo conferencias, cursos, observaciones de lluvia de estrellas, así como tratando de explicar fenómenos naturales

a grupos de personas alejados de los centros de estudios, aparecieron algunos fenómenos astronómicos curiosos, que dieron origen a algunos de los artículos publicados.

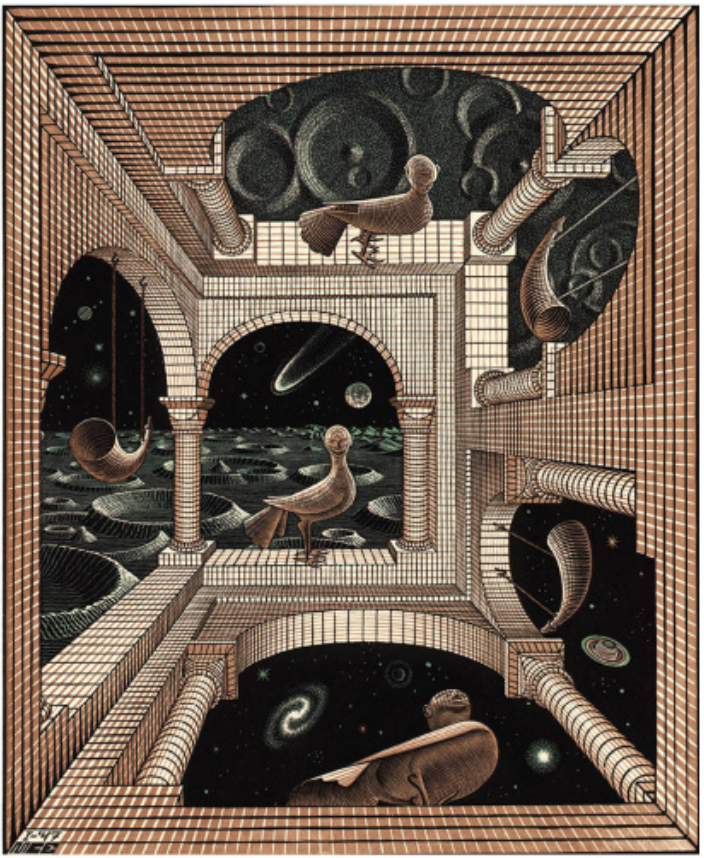
El Capítulo I de Astronomía es una de los más abundantes porque es un tema que gusta mucho a la mayoría de las personas y del que hacen más preguntas en cursos y conferencias; el capítulo II, de energía solar, por lo mismo tiene muchos artículos, por el calor tabasqueño y por el interés que hemos puesto los miembros del club de ciencias en dar a conocer sus diferentes aplicaciones en el desarrollo de muchos dispositivos solares; en el capítulo III, de Física, amplio también, doy énfasis a las ilusiones ópticas así como también de un método para medir el campo eléctrico de tabasco, ya efectuado, y que resulto muy interesante; el capítulo IV, sobre matemáticas, tiene pocos artículos dado que es muy difícil escribir o hablar de matemáticas sin emplear fórmulas, de ahí el motivo. Doy énfasis al matemático Diofanto de Alejandria. Y por último el capítulo V, de Biografías, donde inicio con el científico mexicano Arturo Rosenblueth, de quien lleva nuestro Club su nombre, y que damos a conocer al gran público. Tiene pocos artículos, terminando con un estudioso tabasqueño, José Malpica Hernández, hermano de un gran periodista tabasqueño don trinidad Malpica Hernández. No está demás aclarar que don Edmundo Cetina Velázquez, otro biografiado, fue gran amigo de don José Malpica Hernández.

Han pasado muchos años desde el inicio de estos trabajos; en ese tiempo he consultado otras obras sobre la era cristiana. En otras palabras si quiere saber en qué año estamos de la era cristiana tendrá que sumar 7 años al actual.

Se encontrara con algunos errores que se originaron en la publicación original de los artículos y que fueron corregidos posteriormente dando origen a otro artículo sobre el tema.

Para hacer realidad este libro intervinieron muchas personas a los cuales les estoy muy agradecido.

Capítulo I
Astronomía



Obra *Other world,* Maurits Cornelis Escher
Imágen tomada de:
https://www.mcescher.com/gallery/back-in-holland/other-world/

La astronomía

Todos los pueblos de la Tierra desarrollaron, en alguna medida, o se interesaron por la astronomía. Es algo común en todo hombre inquieto interesarse primero por lo que está muy lejos (las estrellas), y luego, al final, interesarse por lo que está cerca y dentro de su cabeza (cerebro).

Los mayas por ejemplo describieron muy bien muchos hechos astronómicos: los movimientos de Venus, los eclipses de Sol y Luna, un buen calendario que superó al europeo, etc.

Pero no explicaron como sucedía todo, basado en ideas comunes y envolventes, como sí lo hicieron los europeos, dando nacimiento a la ciencia de Tales de Mileto.

El cielo estrellado es un libro que se abre todas las noches y está a disposición de todos los que lo quieran contemplar y "leer". Sirvió antiguamente como reloj, brújula y calendario.

Veamos por qué: midiendo los cambios diarios que sufren las estrellas, debido a que a la misma hora del día siguiente, una estrella en particular se ha movido, con respecto a un punto fijo en la tierra, aproximadamente un grado, y al cabo de 360 días completa un círculo, faltando desde luego 5 días; ahí tienes el reloj nocturno.

Como brújula, nos guiamos de la estrella polar que está en la cola de la Osa Menor y que nos señala muy aproximadamente el norte geográfico.

Finalmente, con las 12 constelaciones, el Sol parece desplazarse entre ellas sirviéndonos de calendario, pues tarda un año en recorrerlas.

Antiguamente, el año iniciaba el 21 de Marzo cuando el Sol cruzaba del hemisferio sur al hemisferio norte, cortando el ecuador en el momento del equinoccio de primavera, encontrándose el Sol en ese momento en Aries; hoy, en estas fechas, está en Piscis.

Conjunciones planetarias

Conjunción: configuración planetaria o posición de un planeta, caracterizada porque éste se encuentra en línea recta con el Sol y la Tierra. La conjunción puede ser interior y exterior. La primera puede ocurrir obviamente, solo para planetas interiores (Mercurio y Venus).

Este abril del 2000 será excepcional en cuanto a conjunciones planetarias, ya que la cercanía que tendrán entre sí varios de estos cuerpos ocurre rara vez. El mes iniciará con Mercurio y Venus ubicados en la constelación de Piscis, bastante próximos, por lo que la Luna, en menguante, transitará cercana a ellos las noches 2 y 3, respectivamente. Estas conjunciones podrán contemplarse en la madrugada. A baja altura, sobre el horizonte oriental. Del mismo modo, la cercanía que había mostrado Marte, Júpiter y Saturno en los meses pasados, llegará a su punto crítico el día 6, cuando estos tres astros estarán a corta distancia angular, unos en relación a los otros, y todos ellos sobre el poniente, justo al oscurecer.

Desde principios del año hemos estado observando la posición relativa de Marte, Júpiter y Saturno, abajo, hacia el poniente de Marte, que por estar más cerca del Sol tiene una velocidad mayor, como nos indica la 2da. Ley de Kepler. Inmediatamente después arriba de Marte y

debajo de Saturno, Júpiter que por estar más cerca del Sol que Saturno se mueve más de prisa que éste. Dando como consecuencia que Marte rebase a éstos dos, y que Júpiter alcance a Saturno.

Para empezar, Marte estará en conjunción con Júpiter, y además, la Luna en mínimo creciente, estará muy cercana a esos planetas la noche del 5 y en la del 6, formando configuraciones de gran atractivo a simple vista. Ese espectáculo Celeste culminará la noche del 15, cuando Marte llegue también a conjugarse con Saturno. En rigor, el día 6 se presentarán Mercurio y Venus en Piscis, mientras que la Luna, Marte, Júpiter y Saturno estarán en Tauro, los planetas Urano y Neptuno se ubicarán en Acuario y solo Plutón estará ajeno a esta excepcional concentración de Astros.

Como evento adicional grato a la vista, se tendrá a la Luna a corta distancia de Aldebarán (la estrella más brillante de la constelación de Taurus y está a 65 años Luz de nosotros), la noche del 7, con el disco lunar en creciente y sobre el horizonte poniente, luego de llegar la noche.

Estrellas fugaces

Una estrella fugaz es un punto luminoso que se ve brillar de un golpe en el cielo, traza en él una rápida estela y luego desaparece en pocos segundos.

Mediante procedimientos análogos a los que se emplean para determinar la distancia de un avión, se ha comprobado que los puntos de aparición están situados a un centenar de kilómetros del suelo. Generalmente la estrella fugaz no es única. Esperen unos instantes y verán muchas otras que parecerán provenir casi todas de un mismo punto del cielo que se llama el "radiante" (punto de huida de donde irradian las estrellas brillantes).

Las estrellas fugaces son pequeños corpúsculos del orden de un gramo, polvo o residuos que viajan en enjambre por el espacio, según trayectorias paralelas muy próximas, que la perspectiva hace aparecer como convergentes. Esos corpúsculos se inflaman al contacto con la alta atmósfera, a causa de la fricción y la comprensión adiabática del aire, que provoca su calentamiento. Velocidades máximas con respecto al Sol: 42 km./seg. Velocidades relativas con respecto a la Tierra: de 12 a 72km./seg. Aparecen a una altura de casi 120 km. Y desaparece a unos 60 km. El final del fenómeno luminoso corresponde a la volatilización total o al enfriamiento que sigue a la salida de nuestra atmósfera. Sus espectros indican que muchas estrellas fugaces están formadas de Hierro. Estos enjambres corpusculares, verdaderas corrientes de materia celeste, circulan en órbitas cometarias conocidas. Estos cometas en disgregación progresiva se desmenuzan poco a poco, y siembran su sustancia, por así decirlo, a todo lo largo de su trayectoria, bajo la forma de un anillo de polvos residuales. Cuando la Tierra atraviesa este enjambre, verdadera procesión de residuos en cadena sin fin, los corpúsculos producen estrellas fugaces y las más grandes de ellas dan lugar a los bólidos.

Sin embargo, se ha podido observar que alguno meteóricos son extraños al sistema solar. Durante el bimestre enero-febrero, ocurrirán cuatro lluvias de estrellas, siendo las más importantes las cuadrántidas, cuyos máximos ocurren los días 3 y 4 de enero. De mediana velocidad, entrarán a nuestra atmósfera a 40 km./seg., dejando estelas cortas pero bien definidas, aunque un pequeño porcentaje resulte de trazos persistentes. La luna creciente hace que la mejor hora para apreciar esta lluvia sea de la medianoche en adelante.

Meteoritos y cometas

Ni el espacio existente entre los planetas, ni el existente entre las estrellas, está vacío; contiene en diversa proporción masas de gas y polvo.

A las masas de polvo pertenecen las partículas normalmente pequeñas de 0.5 a 5mm de espesor que denominamos meteoritos (Griego: meteoron = en suspensión).

Los enjambres meteóricos, a través de las cuales la Tierra pasa anualmente hacia la misma época, reciben el nombre de las constelaciones en cuyo origen se sitúa el punto de partida aparente del flujo meteórico. Los meteoritos son en general restos de cometas desintegrados, ¿es, sin embargo posible que se formen nuevos cometas a partir de la aglomeración paulatina de polvo meteórico?

La explosión de 1908

Hace 20 años, un científico checoslovaco presentó una explicación de lo que fue, con mucho, la mayor explosión que hasta ahora haya ocurrido en la Tierra, Este estallido, a gran altura del suelo en una remota región de Siberia, el 30 de junio de 1908, derribó árboles en treinta o cincuenta kilómetros a la redonda.

Los caballos que se hallaban a la distancia de hasta 640 km fueron barridos (una distancia mayor que de Villahermosa al puerto de Veracruz). Y los moradores de una estación comercial, situada a 65 km, quedaron inconscientes y sufrieron quemaduras. La investigación de ese acontecimiento se vio estorbada por el hecho de que ningún científico llegó a la región sino diecinueve años después de la explosión.

La hipótesis de núcleo de un cometa ha sido reforzada ya por una propuesta poco conocida y que les presento aquí, hecha por el L. Kresak, de la Academia Eslovaca de Ciencias

Bratislava, Eslovaquia, quien indicó que la explosión ocurrió cuando un enorme "pedrusco" despedido por el cometa Encke estalló en la atmósfera.

Kresak señaló que la explosión de aquel 30 de Junio se atribuye a despojos del Encke, que cada año parece surgir en Tauro.

La información que poseo nos sitúa en losTauridas (sur) originadas por el cometa Encke, teniendo el 01 de noviembre como su máximo. Con una distancia temporal al 30 de junio muy grande. ¿Podrá ser por los 92 años que nos separan de la explosión? No lo sé, es sólo una hipótesis.

Las Líridas

La gente se sorprende cuando ve desplazarse un cuerpo luminoso en el cielo nocturno, algo tan común que sabemos cuándo habrá mayor número de ellos. Las llamadas "lluvias de estrellas", lo hemos dicho y escrito muchas veces, las originan el paso de cometas que dejan escombros que la Tierra, en su caminar alrededor del Sol, recoge cuando intercepta estas trayectorias cometarias.

El nombre que toman las "lluvias de estrellas" proviene de la dirección aparente de donde salen estos meteoritos, y que en nuestro caso será de la constelación de Lira. Para ubicarnos entre estas constelaciones hacemos lo siguiente: por ejemplo, una constelación muy conocida, la Osa Mayor y Casiopea están opuestas, toman como centro la Estrella Polar que pertenece a la Osa Menor. Lira y la constelación de la Auriga son opuestas, tomando como centro la Estrella Polar también, pero perpendiculares aproximadamente a las citadas, la Osa Mayor y Casiopea. Con esta información usted con facilidad puede ubicarse y prepararse para observar el 21 de abril, a las 12:00 de la noche, este magnífico espectáculo natural a simple vista, y que debido a que la

Luna estará casi "tierna" se pronostica excelente. Lira tiene una estrella de primera magnitud, Vega, que por ser la más brillante de esta constelación se le conoce como la alfa de Lira, que en la mitología griega representa el águila derribada. Hay otras dos constelaciones, el Cisne y el Águila, que con sus tres estrellas principales: Vega, Deneb y Altaír forman el conocido triangulo de verano. Vega es uno de los puntos más luminosos de nuestro firmamento. Está alejado de nosotros unos 28 años-luz y su diámetro es tres veces más que el de nuestro Sol.

Estructura de la Luna

Por su proximidad a la Tierra y su facilidad de observación, la Luna es, después de la Tierra, el astro mejor conocido. En 1959, la nave Lunik III fotografió la cara oculta y, posteriormente, las naves espaciales de la serie Apolo 11, 12, 13, 14, 15, 16, y 17 estadounidenses y la serie Luna soviética han alunizado, recogiendo muestras de materiales y realizando mediciones.

La estructura interna, gracias a las informaciones recogidas, se ha establecido de esta forma: una corteza compuesta por varias capas, que abarcan desde los 60 a los 100 kilómetros, seperadas entre sí por discontinuidades, como en el caso de la Tierra. Un manto interno de unos 1000 km de grosor. Un núcleo de 700 km de radio, que contiene bastante hierro en estado pastoso, a una temperatura estimada en unos 1,500 grados centígrados. Las mediciones de temperatura interior han mostrado un incremento de 1.75 grados por cada metro de profundidad.

Su campo magnético presenta la peculiaridad de que es variable en dirección e intensidad. Su temperatura exterior, al no tener atmosfera, experimenta una gran amplitud térmica que alcanza los 150 grados, aunque se

han registrado variaciones extremas de hasta 250 grados. El relieve Lunar debido a que su superficie se vio sometida a un bombardeo de meteoritos hace 4300 millones de años; tiene muchas cuencas. Desde hace 300 millones de años la actividad interna es más moderada y la superficie apenas ha sufrido nuevas transformaciones profundas. Se distinguen dos grandes tipos de estructuras: los mares y las tierras. Los mares son grandes zonas llanas, sin agua, con pocos accidentes, que desde la Tierra se ven de color oscuro, formados por rellenos de grandes masas de lava sobre cráteres de impactos anteriores, recibiendo los nombres de mar de la serenidad, océanos de las tempestades, mar de lluvias, etc. Se han contado 22, la mayoría visible desde la Tierra. Las tierras son de color más claro, y con gran cantidad de accidentes morfológicos, como circos o cráteres lunares, a veces con un pico central, y de cientos de kilómetros, y montañas o cordilleras, que puedan alcanzar los 1000 km y altitudes de hasta 6500 m; también existen otros accidentes del relieve como valles y fallas, de origen tectónico.

Telescopios en Tabasco

Cuando Galileo apuntó su telescopio, en 1610, al cielo, no imaginó los grandes descubrimientos que haría a partir de aquella ocasión; los cráteres de la Luna, los satélites de Júpiter, un cuerpo extraño alrededor de Saturno, manchas en el Sol, etc. Ha sido uno de los inventos más promisorios al servicio de la ciencia. Por esto nuestro interés en enseñar a diseñar y construir telescopios en Tabasco. Los primeros los diseñamos y construimos en 1975 en lo que era el CECYT No. 169 hoy CEBTIS No. 32. Cierto día me metí al laboratorio de física y tome una serie de lentes que fui colocando en un banco óptico, en donde se puede variar tanto

la distancia como el tipo de lente y ¡oh sorpresa!, el tanque elevado de la planta potabilizadora de agua que esta aproximadamente a 400 metros se veía claramente como si estuviera a 1 metros de distancia; habíamos armado el primer telescopio. A partir de allí y con los escasos conocimientos de óptica iniciamos un estudio riguroso sobre los telescopios. Construimos inicialmente dos de refracción: uno tipo Galileo, que consiste en dos lentes colocados en dos tubos que se deslizan uno dentro del otro; la lente ocular donde va el ojo es divergente y la lente del frente u objetivo es convergente. Los objetos, con este telescopio, se ven al derecho. El otro tipo Kepler, está compuesta de dos lentes convergentes y el objeto se ve de cabeza y es útil solo para uso astronómico.

Con motivo del regreso del cometa Halley en 1986, iniciamos cursos de construcción de telescopios en el planetario. Se hicieron varios en aquella ocasión, siendo el más importante uno tipo Newton o de reflexión, con el cual observamos el cometa.

El 1973, año de Copérnico, la UJAT inauguró un observatorio astronómico con un telescopio tipo Cassegrain, de 12 pulgadas de diámetro, considerado el más grande del sureste. Funcionó algunos años hasta que fue tomada la ciudad Universitaria y saqueado el observatorio; con lo que quedó de él, y después de rehabilitado, lo atendimos de 1982 a 1994 quedando luego abandonado hasta hoy ¡lástima!

El COBATAB NO. 2 tiene actualmente su observatorio astronómico tan bueno como el de la UJAT, ocupando su lugar en el sureste.

La "NASA" mexicana

En 1962 el presidente Adolfo López Mateos creó la Comisión Nacional del Espacio Exterior (CONEE).

Los antecedentes de la CONEE se pueden encontrar en la SCT con un grupo de técnicos al mando del Ing. P. Becerril, quien estaba dedicado al diseño, construcción y lanzamiento de cohetes. Para fines de los años cuarenta, el grupo de cohetería pasó a ser dirigido por el Ing. Núñez Arellano y para finales de la década de los años cincuenta, se realizaron los primeros lanzamientos. Los cohetes recibieron los nombres de SCT I y SCT 2.

También es interesante señalar que entre 1960 y 1961 se llevaron a cabo algunos estudios sobre el régimen jurídico de la astronáutica.

Los programas a desarrollar de la CONEE consistían en los siguientes:

A) Cohetes sonda
B) Satélites meteorológicos
C) Globos sonda
D) Bioingeniería
E) Investigación básica y aplicada
F) Percepción remota
G) Derecho espacial

En 1962, el grupo de cohetería de la SCT se incorporó a la recién formada CONEE. Al poco tiempo comenzaron su relevante investigación y lanzaron un primer cohete de combustible sólido denominado Tototl, que alcanzó 22 kilómetros de altura. La idea era poder desarrollar cohetes que tuvieran la suficiente fuerza para llevar cargas útiles, para hacer investigaciones atmosféricas e incluso poder llegar a satelizar pequeños aparatos.

De esta manera, en 1957, se lanzó el cohete Mitl, cuya capacidad de carga útil era de 9 kilogramos y llegó a alcanzar 50 kilómetros de altura. En 1967 se lanzó el Mitl 2, que alcanzó 120 kilómetros de altura, ¡prácticamente llegó al espacio! en un vuelo suborbital. Las pruebas se realizaron desde un camión-rampa en el estado de Guerrero, donde nació el primer astronauta mexicano. En los años setenta se inició la construcción de una base de lanzamiento. Como proyecto alterno, se experimentó con una serie de cohetes pequeños llamados Tlaloc, con el objeto de estimular y fomentar las lluvias.

En el primer lustro de los años setenta, aparece como proyecto la creación de unos cohetes de dos etapas, denominados Huite I y II. Desgraciadamente al desaparecer la CONEE en 1976, desapareció la experiencia coheteril que se había desarrollado, así como mucha de la que se había adquirido en otras áreas.

Órbitas de Hohmann

Arquitecto urbanista alemán (1880-1943). Se hizo célebre en 1925, al calcular las trayectorias más económicas para ir de un astro a otro, y la elipse de transferencia u orbita de Hohmann no es sino la trayectoria que siguen actualmente las sondas que exploran los planetas Marte, Júpiter, etc. Son numerosas las trayectorias teóricamente posibles. Pero, en tanto no se descubra el medio de propulsar las naves espaciales continuamente o durante la mayor parte de su vuelo, se impone la adopción de las trayectorias más económicas en propergol, que son también las más largas. Antes de tratar de ellas, conviene recordar que, a partir de este vehículo en marcha que es la Tierra, un cuerpo lanzado al espacio interplanetario adquiere una velocidad resultante que depende de la dirección en que ha sido lanzado (respecto a la que sigue la Tierra en su órbita), de su

velocidad propia (la que le confieren los motores del lanzador) y de la velocidad de la Tierra que es de 30 km/seg. Trayectoria de la Tierra a Marte: en el caso de Marte, cuya órbita es mayor que la de la Tierra, el ingenio parte de ésta, por término medio, 96 días antes de que ambos astros se hallen a su distancia mínima (en oposición). El lanzamiento tiene lugar en la dirección seguida por la Tierra, a fin de que el ingenio goce de un suplemento de velocidad e inicie una órbita de Hohmann que seguirá hasta su encuentro con Marte. La orbita de este planeta es tan excéntrica que la duración del viaje varía considerablemente de una posición a otra, y puede oscilar entre 7 y 10 meses. Por otra parte las oposiciones ocurren cada 780 días por término medio. En consecuencia, solamente existe una ventana cada 26 meses y han de pasar 17 años antes de que vuelvan a darse las mejores condiciones (o sea, la oposición, en el curso de la cual los astros se hallen lo más cerca posible).

Trayectoria de la Tierra a Venus: si se trata de un viaje a Venus, como este astro se desplaza en una órbita menor que la de la Tierra, el ingenio ha de ser lanzado en dirección contraria o la que sigue nuestro mundo. Ahora bien, de nada servirá que, al cabo de unos meses, llegara a la órbita de Venus si este planeta no coincidiera con el ingenio terrestre en aquel punto de su órbita. De ahí que el lanzamiento de sondas hacia Venus, según una elipse de transferencia, no pueda llevarse a cabo en cualquier momento. Concretamente, el lanzamiento ideal a realizarse, por término medio debe ser 88 días antes de la conjunción (distancia mínima Tierra-Venus), el número de días de anticipo varía de una conjunción a otra; en definitiva, oscila entre 82 y 93.

Estrellas variables

Hay estrellas variables cuya luminosidad varían más o menos periódicamente. Hay estrellas llamadas "novas" porque

su luminosidad aumenta bruscamente y pueden llegar a hacerse visibles de pronto; luego se apagan. Hay estrellas llamadas "supernovas" que son como las novas pero mucho más brillantes. Una supernova puede llegar a ser tan brillante como toda una galaxia de cien mil millones de estrellas. Los astrónomos orientales observaron una en el año 1054, la estrella desapareció, pero hoy en su lugar aparece la Nebulosa del Cangrejo, una nebulosa de gas que se expande vertiginosamente, precisamente del tipo llamado "resto de supernova". Como si hubiera habido una dramática explosión de una estrella. En una galaxia como la nuestra se produce una explosión de supernova una vez cada sesenta años aproximadamente. Tendremos que preguntarnos por qué pasa esto. Buscamos más la explicación que la descripción del cosmos. Algunas estrellas variables se llaman "pulsantes", ya que su luz varia periódicamente, pues así lo hace su radio.

Muy importante dentro de este tipo son las estrellas "cefeidas". Tienen la propiedad de que el periodo de variación está relacionado con la luminosidad. Como el periodo de variación puede determinarse con toda facilidad, podemos conocer su luminosidad con la luz que nos llega, y como sabemos que la luz se pierde conforme al cuadrado de la distancia, podemos saber la distancia a que se encuentra la estrella. Las cefeidas son muy luminosas. Pueden distinguirse incluso en la galaxia Andrómeda y otras Galaxias vecinas. Así pues, la observación de cefeidas nos permite medir distancias estelares, y el alcance es mucho mayor que el que se obtiene con el método de las paralajes. Fernando de Magallanes descubrió dos nubes brillantes que llevan su nombre, son dos galaxias satélites de la nuestra. La Americana Leavitt pensó que todas las estrellas de la nube menor de Magallanes (incluidas sus cefeidas) estaban más o menos a la misma distancia. Así es como se encontró la relación

periodo-luminosidad en 1908, con esta relación, Hubble al detectar cefeidas en Andrómeda consiguió determinar su distancia. Estaba más o menos a dos millones años-luz, longitud mucho mayor de todas las conocidas entonces, con lo cual empezaron a reconocerse las verdades dimensiones del universo. Nuestra galaxia, la via Láctea, que mide de diámetro cien mil años-luz, cabría más de veinte veces en cubrir la distancia a la galaxia Andrómeda.

Astrofísica

Vamos analizar en este apartado la materia que se "ve" y la materia que se siente. Resulta que para que los cuerpos celestes se mantengan en órbita unos alrededor de otros, se necesita una fuerza, y es precisamente la de gravedad la que se encarga de hacerlo. Para que la Luna este orbitando alrededor de la Tierra, dicho sistema alrededor del Sol y el Sol con todo y su familia de cuerpos, alrededor del centro de la galaxia, es menester que exista una fuerza gravitacional. Si ésta desapareciera, los cuerpos celestes saldrían disparados. Si medimos la velocidad orbital de cualquier cuerpo celeste y su distancia al cuerpo que lo atrae podremos conocer la masa de éste. Si medimos la velocidad orbital de la Luna y su distancia a la Tierra, podremos calcular la masa de la Tierra. Conociendo la velocidad de la Tierra y su distancia al Sol inferimos la masa del Sol, etc.

La fórmula es la siguiente: $M=rv^2/G$, con esta fórmula calculamos la materia que se "siente". Comparemos la materia que se "ve" y la que se "siente", usaremos como unidad el Sol. La cantidad de materia visible es la energía radiada por el sol y diremos que el Sol emite una "luminosidad solar", MO, en el caso del Sol "vemos" tanta materia como la que "sentimos" desde la Tierra. ¿Qué sucede con otras estrellas? Podemos apreciar lo siguiente, que el

cociente masa/luminosidad no es igual para todas. Para el Sol es I, para las estrellas gigantes azules es 8. El cociente masa-luminosidad para las partes visibles de las galaxias es igual a 10, es decir, que se "siente" 10 veces más materias de la que se "ve", y para las galaxias binarias y grupos de galaxias tal relación aumenta hasta 100, esto significa que aunque las galaxias estuvieran formadas por las estrellas menos luminosas de todas, la M cuyo cociente es de 7, de todas maneras existe gran cantidad de materia no luminosa. Es muy impresionante lo que sucede conforme nos vamos a escalas mayores, por ejemplo a supercúmulos, allí el cociente masa-luminosidad es como de 200, y ni se diga para las estructuras filamentarías del universo que son las mayores que podemos observar, allí hay 750 veces más materia detectada gravitacionalmente que materia visible. Pero es interesante notar que el modelo de universo inflacionario predice que el cociente masa-luminosidad para el universo es 1000, lo que estaría de acuerdo con las observaciones. ¿De qué está formada la materia obscura del universo?

Masa estelares

Hemos leído en el artículo anterior cómo se calcula la masa de un planeta, satélite o la misma del sol. Para calcular las masas de estrellas en general nos ayudamos de varios métodos, dependiendo de si la estrella está sola o acompañada.

Aunque ya se han detectado varios planetas extrasolares no es precisamente este método ya descrito el que usaremos. Empecemos con una estrella doble. Por lo general los componentes de este sistema no tienen la misma masa, de manera que aproximadamente se comportan como si una girara alrededor de la otra, es decir, describen una elipse común donde el centro de gravedad estará más cerca de la mayor.

Utilizando la tercera ley de Kepler que dice: "El cuadrado del periodo de un plantea es proporcional al cubo de su periodo". La constante de proporcionalidad en esta ley implica la suma de las masas de los cuerpos interactuantes, y como ya dije, las estrellas dobles se comportan de manera semejante.

Conociendo los parámetros de la elipse que describen dichas estrellas, se plantea otra ecuación que finalmente nos permite calcular la masa de cada una de las binarias.

Qué sucede si la estrella está sola, pues que ya no podemos usar ese método. Usaremos la luminosidad de la estrella. Como la luz se pierde conforme al inverso del cuadrado de la distancia, solamente si se conoce la distancia podrá conocerse la luminosidad de la estrella L, que es la cantidad de energía que por segundo emite la estrella en todas direcciones. Imaginemos que disponemos de un conjunto reducido (pero los suficientemente numerosos como para sacar conclusiones estadísticas) de estrellas cuyas distancia (y por lo tanto su luminosidad absoluta L), así como su masa M, no es conocida por métodos directos. Se observa entonces que las estrellas de mayor masa tienen mayor luminosidad, y por aproximación se deduce que la luminosidad es proporcional al cubo de la masa de la estrella. Una estrella con doble masa que el Sol, será 8 veces más brillante.

Entonces observando la luz que recibimos de una estrella, y si conocemos su distancia, determinamos su luminosidad, y aprovechando la relación entre masa y luminosidad podremos finalmente conocer su masa.

Meteoritos de todos tamaños

Cada una de las masas de materia sólida, trátese de un ínfimo granito de polvo o de un bloque de muchas toneladas, que gravitan en torno del Sol, en órbitas semejantes a las

de los planetas o los cometas, se les llaman meteoritos. Los meteoritos no son sino pequeños asteroides, o restos de cometas desintegrados. Su velocidad respecto a la Tierra llega a ser de 70/km/Seg., lo cual hace que el roce con el aire los caliente hasta fundirlos superficialmente y, si son de pequeño tamaño hasta volatilizarlos. En ambos casos dejan en pos de si una estela de moléculas incandescentes, cuyas colisiones con las moléculas del aire dan lugar a una emisión de luz. También la onda de choque frontal que se forma ante el meteorito provoca la luminiscencia del aire. Así, al consumirse en la atmósfera, dejan estelas luminosas llamadas estrellas fugaces, porque antiguamente creían que se trataba de estrellas verdaderas que, desprendiéndose de la bóveda celeste, caían a la Tierra.

En realidad, suelen ser ínfimos granos de polvo, ya que una masa de varios centigramos basta para conferir a las particular el brillo de las estrellas más luminosas del cielo, y con una masa de 5 kilogramos, la iluminación resultante equivale a la de la Luna llena. La tierra tropieza diariamente con millones de meteoritos y se calcula en unas seis toneladas el peso de la materia residual que cae al suelo por día.

Los meteoritos nos aportan una prueba más de que los otros mundos se hallan constituidos por elementos existentes en el nuestro, pues constan por término medio de un 72% de hierro, 10% de oxígeno, 6% de níquel, 5% de silicio, 4% de magnesio, etc.

El nuevo siglo

Si no fuera por los grandes errores de cálculo que se cometieron con el inicio de la Era Cristiana, comprender cuándo termina e inicia un nuevo siglo no tendría ningún inconveniente. Desde luego, el problema es histórico-astronómico-matemático.

Hagamos una analogía para entender mejor, tome una cinta métrica de más de dos metros, cuente cuántos milímetros tiene hasta los dos metros, dos mil ¡verdad!, cada milímetro equivale a un año de la Era Cristiana y vea que exactamente en dos metros, o sea dos mil milímetros acaba la cuenta. Un milímetro más y estamos en otro año, siglo o milenio, porque todo acaba e inicia en cero.

El cero, la aportación de este número por los matemáticos indios (hindúes), y su incorporación al sistema decimal en Europa a partir del siglo XV, revolucionó nuestra forma de contar. Occidente, que siempre había despreciado el vacío o la nada, no fue capaz de vislumbrar la importancia de su representación numérica. Nunca la manifestación de la nada sirvió para tanto.

Otro ejemplo matemático sencillo: si el uno va seguido de un cero es porque la cantidad original ha crecido diez veces, el uno se ha desplazado un lugar a la izquierda y el antiguo lugar lo toma el cero, que no vale nada pero indica ese movimiento, y así sucesivamente con el cien, mil, etc.

El personaje más importante de la Era Cristiana ¡Jesucristo! No sabemos con seguridad cuando nació, veamos:

"El año del nacimiento de Jesucristo justamente considerado como el hecho más trascendental de la Historia Humana, ha sido tomada como el punto de partida para el cómputo de nuestra era. Por desgracia, Dionisio el Exiguo erró los cálculos al fijar el nacimiento del Salvador en el año 754 de la fundación de Roma, pues más de cuatro años antes, en la primavera de 750 murió Herodes. Más como un texto de Aulio Gelio parece suponer que la muerte de Herodes no pudo ser muy posterior a la matanza de los inocentes, siguese de ahí que el nacimiento de Jesús no pudo preceder en más de dos años a la muerte del tirano, y según esas cuentas Jesucristo debió nacer entre los años -748 y -749.

Cada una de estas dos fechas tiene sus posibilidades y también sus dificultades.

Se dice que Dionisio el Exiguo sugirió al Papa iniciar la Era Cristiana y éste le encargó el cálculo. Dionisio era un monje escita, que vivía aún en el 525 de nuestra era, pero que debió morir antes del 555, última fecha del libro de Casiodoro, su amigo y condiscípulo, que nos ha legado interesantes particularidades sobre su vida.

Aparte de la inseguridad en el año del nacimiento de Jesús, el mes y día es otro problema y se ha tomado el 25 de diciembre, que por otro lado se hizo coincidir con otro acontecimiento de las creencias paganas de los Romanos para de esta manera eliminarla.

Con todo, podemos resumir que Dionisio el Exiguo cometió tres errores:

a) No hubo un año cero
b) El año no comienza el 25 de diciembre y
c) Cristo no nació hace 2000 años

Con respecto al año cero emplearemos la recta numérica para explicarlo. Para pasar de -1 a 1 hay que pasar por el cero o sea pasar de 1 A.C. a 1 D.C. hay que pasar por el cero de Cristo. Es imposible hablar de un buen calendario sin hablar de Matemáticas y Astronomía. Creo que todo el problema radica ahí.

La controversia más grande es cuando termina el siglo. En declaraciones anteriores he citado los errores de Dionisio el Exiguo, y esto lo han pasado por alto los entrevistadores porque parecen contradictorios. Es por esto que los presento completos para mejor análisis de los interesados.

Muchos dicen que el siglo termina el 31 de diciembre del 2000, para seguir con uno de los errores de Dionisio el Exiguo que no conocía el cero, es más, nadie en Europa lo usaba.

Mejor y menos aberrante dado tantos errores, es el aceptado por todas las naciones que ya celebraron el último día del milenio, 31 de diciembre de 1999.

Capítulo II
Energía solar



Obra *Waterfall,* Maurits Cornelis Escher
Imágen tomada de:
https://www.mcescher.com/gallery/recognition-success/waterfall/

Energía solar. Una alternativa para el futuro

En México, la disponibilidad de energía solar es alta, en comparación con el resto del mundo, en virtud de que se encuentra dentro del cinturón de insolación anual máxima, formada por los paralelos 35°N y 35°S. México recibe el 44% de la energía solar incidente en Estados Unidos, no obstante que ocupa el 20% de su extensión territorial, es decir que en promedio México recibe más del doble de energía solar que EE.UU. En promedio anual, la energía solar recibida diariamente equivale, aproximadamente a 5.5 kwh/m². La zona de mayor insolación se encuentra en el noreste del país, alcanza 8 kwh/m² en verano y su componente directo es muy alto. La menor incidencia se registra en los estados de la vertiente del Golfo de México, unos 3.5 kwh/m² en los meses soleados del invierno, con una mayor proporción de radiación difusa.

El sol, es de hecho, fuente principal de la propia vida y generador de todas las formas de energía conocidas, es quizá el menos aprovechado, y representa el recurso energético más bondadoso de la humanidad en el presente y el futuro, por sus peculiares características. Algunas de ellas son:

1. Fuente inagotable de energía
2. No contaminante
3. Disponible
4. Desconcentrado

5. Gratuito
6. No dañino
7. De rendimientos decrecientes en costos
8. No sujeto a precios Geopolíticos
9. Aprovechables a niveles tecnológicos apropiados
10. Y porque México se encuentra en la zona más caliente

Muchas naciones del mundo han medido su potencial energético solar; nuestro país no lo conoce todavía. ¿No cree que ya sea tiempo de conocerlo?

Dentro del panorama energético nacional el papel que puede desempeñar en el presente y futuro la denominada energía no convencional, aquella basada en biogás, energía solar, energía eólica y de pequeñas caídas de agua, es cada vez más importante. Esto se debe fundamentalmente a:

1. Ser, hasta hoy, el petróleo y sus derivados, el pilar del desarrollo del país.

2. La variabilidad que existe de que la energía no convencional contribuye a resolver el problema del desarrollo agroindustrial y de servicios públicos, entre varios millones de mexicanos que habitan las zonas más pobres y ciertas áreas urbanas marginadas. En ellos, los costos de proporcionar energía convencional se estiman mayores que los de las fuentes no convencionales.

3. El progresivo deterioro ambiental que significa la explotación y el uso de la energía convencional.

La importancia que pueda adquirir en México la energía no convencional (en nuestro caso la energía solar) se mide, por ejemplo, si consideramos que en el país existen sin electrificar cerca de 80,000 localidades con poblaciones que van de 1 a 499 habitantes cada una. El suministro de energía "comercial" a esas áreas rurales resulta muy costoso en virtud de estar mal comunicadas y sin infraestructuras.

El hallarse alejadas de las líneas de distribución eléctrica ocasionan elevadas inversiones en instalación. Lo anterior,

aunado a los bajos consumos que originan esas localidades, constituye una carga financiera para el Estado. Sin embargo, los aspectos sociales involucrados hacen necesario dotar de energía eléctrica a muchas áreas del país que aún no cuentan con ella.

Como fruto del interés que ha despertado el tema en los últimos años, y a partir de la crisis petrolera del 73, abundaron las conferencias nacionales, los artículos en revistas y periódicos; un grupo de investigadores mexicanos decidieron unirse y formar la Asociación Nacional de Energía Solar, de la cual somos miembros fundadores y, quien escribe, presidente del grupo tabasqueño.

Nuestra labor ha sido difundir, divulgar y desarrollar prototipos solares, desde 1975.

Energía solar en electricidad

Esta sección se inicia con una somera descripción de la radiación emitida por el Sol, lo cual es necesario, pues siendo dicha radiación la "materia prima" que hará funcionar los convertidores fotovoltaicos o fototérmicos, se requiere un conocimiento mínimo de ella para entender mejor el principio de funcionamiento de los diferentes dispositivos convertidores, sus limitaciones teóricas, experimentales, etc. La distribución espectral de los fotones que constituyen la luz solar que llega a la parte exterior de nuestra atmosfera, se puede aproximar bastante bien a la radiación emitida por un cuerpo negro que estaría a una temperatura de 5760°k.

Sin embargo, la radiación que se recibe en la superficie terrestre, su distribución espectral, ha sido modificada debido a la absorción de luz por los diferentes constituyentes de la atmosfera. Así, de la radiación emitida por el Sol, se recibe en la superficie terrestre una cantidad aproximada

de 1kw/m^2, donde, para toda aplicación en el diseño de aparatos para aprovecharla, es fundamental.

Absorción de luz

Establecida la distribución energética de los fotones que constituyen la luz solar, se analizará el aspecto de su absorción por diferentes materiales. En esta sección donde se empezará a establecer la diferencia entre la conversión fotovoltaica y fototérmica, debido a que es precisamente desde el mecanismo cuántico de absorción de luz que dichas técnicas se diferencian. De los diferentes mecanismos mediante los cuales un material puede absorber luz hay dos para el aprovechamiento de la energía solar.

En uno de estos mecanismos la absorción de un fotón de luz se realiza cuando éste interacciona con un electrón del material absorbente, y el resultado de esa interacción se manifiesta mediante un incremento temporal de la energía potencial que posee el electrón dentro del sólido, sin que la absorción del fotón traiga como consecuencia un cambio en su energía cinética. La cantidad en la cual el electrón puede aumentar su energía potencial es una constante para cada material, denominada Eg, característico de este material. La absorción de luz es la que tiene lugar en las celdas solares. Es necesario aclarar que no todos los materiales absorben fotones aumentando la energía potencial de sus portadores de carga libre o electrones.

El segundo mecanismo de absorción de luz que aquí se describe es aquél en el cual el fotón se absorbe al interactuar con los electrones o átomos del material absorbente y el resultado de esta interacción es el incremento de la energía cinética de la partícula que lo absorbió, lo que se traduce en un incremento de la temperatura del material. En este caso no hay restricciones en cuanto a la energía mínima que

debe poseer el fotón para poder ser absorbido, ni tampoco en cuanto al máximo incremento de energía cinética que puede ser dado al electrón. En este tipo de espectro solar, tal mecanismo es el que ocurre en la mayoría de los materiales comunes a los que se tiene acceso ordinariamente: acero, carbón, cobre, materiales ferrosos, etc., y es el que se tiene en los materiales absorbentes, que constituyen la parte fundamental de los calentadores térmicos que están en la base del proceso fototérmico.

Disponibilidad de la energía solar

Considerando el radio polar de a Tierra y con ello el área proyectada de insolación de nuestro planeta, la potencia total recibida resulta de 1.23 x 10__ watts, o sea, una insolación de 4 x 10__ kw-h para la energía solar que recibe la Tierra en un año, energía que equivale a 50,000 veces el consumo eléctrico mundial durante los próximos 50 años.

Dos terceras partes de nuestro país tienen una insolación anual superior a 700 kilojoules/cm² que equivale a 5.3 horas-pico diarias, y el resto, el Sureste, tiene 600 kilojoules/cm².

Si esta energía pudiese transformarse en energía eléctrica con una eficiencia del 10%, bastaría un cuadrado de 15 kilómetros de lado para cubrir el consumo nacional de energía eléctrica. Este cuadrado ocuparía apenas el 0.02% de los desiertos nacionales.

Tecnologías para el aprovechamiento de la energía solar

Cuando se aproxima la temporada de mucho calor en Tabasco, eso nos hace reflexionar sobre el uso racional de la energía solar. Existen dos vías para el aprovechamiento de este energético no contaminante, la vía Fototérmica y la Fotovoltaica. Iniciaremos con la fototérmica, para esto pasaremos la lista de varios principios como son: cuerpo negro; este tiene la propiedad de absorber todas las radiaciones que llegan a él, de ahí su color negro (ausencia de color). El negro y el blanco no los consideramos colores pues uno es la ausencia de color y el otro es la suma de todos los colores.

Un cuerpo negro expuesto al sol, teóricamente nos daría una temperatura de 92°C. Esto lo calculamos con una fórmula de un científico alemán de apellido Boltzmann, tomando como dato la constante solar que vale 1kw/m^2.

Otro efecto calorífico, el efecto invernadero también nos es de utilidad. Este principio físico se basa en que cuando una radiación atraviesa un cuerpo transparente y caliente la parte interior, la radiación emitida por el interior cuya longitud de onda es mayor, no sale al exterior.

Esto hace que la temperatura interior aumente y puede alcanzar valores hasta de 200°C, usando acrílicos hechos exprofesos para este uso. Las superficies selectivas también nos ayudan a atrapar la radiación solar, estas consisten en superficies tratadas con ácidos que dejan dichas superficies con pirámides microscópicas de manera tal que la radiación que incide puede rebotar en muchas superficies y ser absorbida mejor. La superficie lunar actua como una superficie selectiva alcanzando temperaturas de T=172°C.

Otro ejemplo de este tipo de superficie es la del avión que hicieron los norteamericanos que no es captado por el radar. Siendo el radar una onda electromagnética, esta superficie absorbe

la onda del radar no regresando la imagen del avión. Otro principio físico que nos es útil para aprovechar la energía solar es el efecto termosifón, que consiste en que todo fluido (gas o liquido) que se caliente disminuye de densidad (popularmente "peso", "sube", y "baja" el más frio y más denso). Este movimiento del aire o agua nos sirve para mover fluidos con el calor del Sol en muchos ejemplos de aplicaciones de la energía solar. Hablemos de un calentador solar de agua; este consiste en un captador solar hecho de tubos de cobre y pintados de negro, inclinado 18° con la horizontal para la mejor absorción de los rayos solares; pueden ser dos tubos más gruesos, paralelos y horizontales, conectados a otros tubos paralelos y verticales más delgados. El agua que se va a calentar llega por abajo y se conecta al tubo grueso horizontal; esta agua, al calentarse, sube y sale por el tubo grueso horizontal de arriba después de pasar por los tubos más delgados y verticales del captador solar, esta agua es almacenada en un deposito aislado térmicamente, esto es, rodeado de materiales que no dejen salir el calor del depósito.

El agua del depósito se mueve en circuito cerrado, estando la parte de abajo conectada al captador solar y la parte de en medio del depósito a la parte de arriba. Las temperaturas que se alcanzan andan en el orden de 60°C en el depósito. En donde deben hacerse un estudio de dimensionamiento del área del captador y el volumen del depósito.

Secadores solares

Otras de las aplicaciones de la energía solar, son los secadores solares. Su funcionamiento consiste en un captador solar acoplado a un deposito cerrado que permite el movimiento del aire en un solo sentido, del captador al depósito y finalmente al exterior. Esto refiriéndonos a un secador de pequeño volumen.

El captador está formado por un cuerpo negro (lámina), aislado por debajo y por arriba, a unos centímetros, un vidrio que deja pasar los rayos solares. Este captador está orientado sur-norte y con una inclinación igual a la latitud del lugar en donde se coloca dicho secador, en otras palabras el captador ve hacia el sur. Villahermosa tiene una latitud aproximada de 18°. El depósito está formado por una caja interior negro-mate, aislada térmicamente, con charolas de malla para que el aire se mueva libremente del fondo al techo, llevándose el aire cargado de humedad al exterior. Para esto existe una ventana opuesta y superior a la posición del captador, esto es, al norte. Con esto ya puede imaginarse que el aire entra por el sur atravesando el captador, sube, calentándose y disminuyendo su densidad en este trayecto, entra al depósito por abajo, empieza a subir bañando de calor lo que se va a secar: cacao, pimienta, pescado, plátanos evaporados o cualquier otro producto que se quiera desecar, y saliendo finalmente por la parte superior (norte) del captador solar. Los principios que emplea son: absorción de cuerpo negro, efecto invernadero y efecto termosifón, ya explicados en otras secciones de este libro.

Los secadores de grandes volúmenes prácticamente están formados por un captador solar y un depósito al mismo tiempo, empleando los mismos principios ya anotados.

Muchos aparatos que operan bien en un tamaño dado, cuando cambian de dimensión se vuelven inoperantes, o muy caros. Un secador solar de grandes volúmenes consta de un local grande, con un piso negro-mate, ventanas inferiores y superiores opuestas con un techo de vidrio o plástico transparente. Se le puede dotar de extractores eólicos que succionaran el aire cargado de humedad, facilitando el secado.

Los principios físicos que se emplean siguen siendo absorción de cuerpo negro, efecto invernadero y efecto termosifón con el complemento de la energía eólica ya anotado.

El producto se coloca sobre mallas que se encuentran arriba del piso negro algunos centímetros, esto con el fin de dejar que el aire entre en contacto con el piso negro, se caliente y suba, bañando el producto a secar. Este aire termina saliendo por las ventanas superiores. Desde luego, el aire entra por las ventanas inferiores sin tanta humedad y menos temperatura, a su salida la temperatura y su humedad son mayores.

Hemos construido secadores de madera usando estos principios y los carpinteros que lo usan reportan un buen secado y bajo costo. Para productos alimenticios, aparte de los beneficios citados, resultan más higiénicos.

Para las bodegas de granos y productos alimenticios en general, es conveniente usar este principio, porque en Tabasco la humedad es el "enemigo" a vencer, fuente de producción de hongos y bacterias.

El biogás

El biogás es una mezcla de gases cuyos principales componentes son el metano y el bióxido de carbono, y se produce como resultado de la fermentación de materia orgánica en ausencia de aire por la acción de un grupo de microorganismos.

Cuando esta mezcla de gases se produce en forma natural, se le llama "gas de los pantanos", fue descubierto y reportado por Shirley en 1667 y es responsable de los llamados "fuegos fatuos". En Tabasco, la gente del campo les llaman Ovnis y constantemente se están espantando y pidiendo ayuda; esta es la mejor explicación para la gente del ejido Nicolás Bravo de Cunduacán, que visitamos no hace mucho. Volta fue uno de los primeros en reconocer una relación entre el gas de los pantanos y la vegetación en descomposición en el fondo de los lagos.

En 1808 Sir Humphrey Davy colectó el metano e inicio la experimentación que puede considerarse como el principio de la investigación en este campo, o sea, no es nada nuevo.

Sin embargo su interés no estaba enfocado a resolver problemas de energía sino a la producción agrícola.

La composición del biogás depende del tipo de desecho utilizado y las condiciones en que se procesa. En promedio su composición es la siguiente:

Gases	**Porcentajes**
Metano CH:::	54.70%
Bióxido de carbono CO2	27-45%
Hidrogeno H2	1-10%
Nitrógeno N2	0.5-3%
Ácido sulfhídrico H25	0.1%

El metano es un gas combustible incoloro e inodoro, cuya combustión produce una llama azul y productos no contaminantes. Es el principal constituyente del gas natural, ya que más del 90% de este combustible es metano.

El biogás, con su alto contenido de metano, es una fuente de energía que puede usarse para cocinar, iluminar, generar calor, operar maquinaria agrícola, bombear agua o generar energía eléctrica.

¿Qué son los digestores?

Un digestor de desechos orgánicos consta de un sistema cerrado herméticamente dentro del cual se coloca el material orgánico a fermentar, mezclado con agua. Puede estar equipado con un dispositivo para captar y almacenar el biogás; y otro para carga y descarga de materia prima. En si, esta es

la forma más simple de digestor, pero puede incluirse otro equipo para controlar mejor el proceso; como por ejemplo: gasómetro, termómetros, calentadores solares, termostatos, etc.

En general, hay cuatro tipos de digestores; esta clasificación se hace en cuanto al diseño de construcción y en cuanto al tipo de proceso empleado.

Atendiendo al diseño de construcción, los digestores pueden: ser horizontales o verticales.

Atendiendo el tipo de proceso empleado (particularmente el sistema de abastecimiento de materia prima) podemos encontrar dos tipos de digestores: los de carga continua y los de carga discontinua. Hasta el momento hemos diseñado y construido dos digestores en trabajos de tesis, uno que trabajaba con excremento de borrego y otro con lirio acuático.

Tipos de digestores

El abastecimiento de energéticos comerciales como la electricidad, Kerosene, gas natural o licuado, y otros, al medio rural, tiene grandes restricciones debido fundamentalmente, al aislamiento, dispersión y falta de vías de comunicación entre otros factores, en muchas de las comunidades rurales.

Una de las soluciones capaces de ayudar a resolver en parte esta situación es la obtención de biogás que se produce de la fermentación de materia orgánica en ausencia de aire, especialmente de residuos agrícolas y basura, así como desechos de animales y humanos. Por medio de estos procesos se obtienen gas combustible y fertilizante.

Por otra parte, estas instalaciones tienen las ventajas de adaptarse a las condiciones del medio rural, pudiendo ser sumamente sencillo en su contrucción, operación y mantenimiento.

La fermentación, en ausencia de aire (anaeróbico), de la materia orgánica se lleva a cabo por la acción de diversas familias de bacterias.

Usualmente se consideran dos etapas de dicho proceso:
1era. etapa: Formación de ácidos.
2da. etapa: Formación de gases.

En la primera etapa la materia prima es atacada por las bacterias formadoras de ácidos, misma que convierte los desechos en compuestos más simples como los ácidos acéticos, butíricos y propiónicos. En la segunda etapa los ácidos formados en la primera son convertidos en metano y bióxido de carbono por acción de otro grupo de bacterias. El proceso se lleva a cabo en un amplio rango de temperatura, entre 15° hasta 60°C, sin embargo, para que las bacterias formadoras de metano trabajen en forma óptima, se requiere mantenerlas en temperaturas que oscilan entre 30° y 60°C, dependiendo del tipo de bacterias que se adapten y se desarrollen.

En la práctica, sobre todo en pequeños sistemas instalados en el medio rural, no se controla la temperatura del proceso, y se trabaja a temperatura ambiente, que en Tabasco es bastante alta.

Una forma simple de aumentar la temperatura de operación y con ellos la cantidad de Biogás producido, es calentar el agua con el que se va a efectuar la mezcla, por ejemplo en calentadores solares. En la mayoría de los casos los digestores se construyen enterrados para evitar que se pierda mucho calor. Para el desarrollo óptimo del proceso, se distinguen dos rangos de temperatura; el mesofilico de 30° a 40° C y el termofilico de 55° a 60° C.

El porcentaje de sólidos totales contenidos en la mezcla con que se carga el digestor, es también un factor importante a considerar para asegurar que el proceso se lleve a cabo de

forma satisfactoria. Experimentalmente se ha demostrado que una carga que contenga entre el 74% de solidos totales es óptima para la digestión.

Destiladores solares

Otra de las aplicaciones de la energía solar son los destiladores solares, que en Tabasco funcionan muy bien. El agua destilada tiene muchas aplicaciones, como son: laboratorios de química, las baterías de automóviles, sistemas de refrigeración, etc. Algunas gentes dirían que también para consumo humano, como un caso crítico, pero para consumo diario desmineralizaría a la persona por diferencia de presión osmótica, arrastrando los minerales del cuerpo como en una diarrea.

Los destiladores solares trabajan con radiación difusa y directa indistintamente, dándose el caso que a las diez de la noche, todavía están trabajando con la energía almacenada por efecto invernadero y absorción de cuerpo negro. Un cuerpo negro mate expuesto al sol alcanza teóricamente 92°C de temperatura y por efecto invernadero, utilizando doble vidrio 130°C. Su construcción consiste en una caja de lámina, color negro mate aislada térmicamente, cerrada por arriba con un vidrio doble inclinado 60° con la horizontal. Esto con el fin de que el agua evaporada por la alta temperatura del interior, termine condensándose en el vidrio que tiene menos temperatura y, debido a la inclinación, resbale cayendo a un colector que termina sacandola a un depósito sellado.

Los mejores destiladores solares producen un promedio de 5 litros de agua destilada por día y por metro cuadrado. El reto actual es aumentar esta cantidad, optimizando varios parámetros como son: espejos laterales para aumentar la radiación recibida en el destilador; objetos negros, en el interior, de gran inercia térmica, que aumentarían el área de captación solar, etc.

En Tabasco, desde 1982, hemos diseñado y construido muchos destiladores solares, principalmente en escuelas que las necesitan para experimentos de laboratorio de química. Al Planetario Tabasco 2000 le diseñamos algunos para usarlos en la refrigeración de las lámparas del proyector Omnimax en 1985.

Arquitectura solar

El estado de Tabasco posee un clima cálido húmedo durante la mayor parte del año; sin embargo, en lo general, en las construcciones modernas se hace caso omiso de las características locales y se construyen adoptando modelos de casas que funcionan adecuadamente en otros medios, poniendo más énfasis en el aspecto estético que en el confort de sus ocupantes. Esto obliga a muchas familias a vivir en condiciones incómodas, o hacer erogaciones grandes en ventiladores y unidades de aire acondicionado.

En Tabasco sentimos calor por varias causas:

1. La posición geográfica con respecto al Ecuador.
2. La altura con respecto al mar.
3. Mucha humedad en el aire.
4. Partículas en suspensión y nubosidad, causando el efecto invernadero.
5. Poco movimiento del aire debido a igualdad de temperatura en grandes regiones.

Cada una de estas causas contribuyen, y en ciertos casos todos a la vez, a producirnos malestar, agotamiento, taquicardia, etc.

Antiguamente, cuando no habían ventiladores ni aparatos de aire acondicionado, el autóctono tenia solución a su problema: sus casas eran construidas con materiales propios

de la región tropical, jahuacte, hoja de palma o guano para el techo; éste, a la vez, de dos aguas para desviar los rayos solares directos, así como la orientación en el sentido más largo de la construcción este-oeste, de manera que paredes, este-oeste siendo más pequeñas absorbieran menos calor por el cambio de posición del sol en el día.

El piso de tierra, el cual, al regarlo con agua diariamente para su barrido, disminuía el calor absorbido refrescando aún más la habitación. Las puertas en posiciones opuestas aprovechaban la ventilación directa.

Es muy fácil decir cómo orientar una casa para aprovechar los vientos o evitar el mucho sol, pero la mayoría de nuestra población, escasa de recursos económicos, compra un terreno de pequeñas dimensiones de manera que queda rodeado de casas.

Hasta aquí hemos descrito los pros y contras del Sol. ¿Pero qué hemos hecho en Tabasco en esta dirección? Desde 1982 iniciamos cursos anuales sobre el aprovechamiento de la energía solar, así como conferencias del mismo tema en todo Tabasco. Hemos construido decenas de aparatos solares y dirigido más de treinta tesis a nivel licenciatura, siempre construyendo algún dispositivo solar, entre muchas otras cosas.

Relojes solares

Cuando Cristóbal Colón descubrió las Indias Occidentales (1492) había tres dispositivos para medir el tiempo: relojes solares, relojes de arena y relojes de agua (clepsidra, que fueron inventados muchos siglos atrás. Un buen reloj mecánico se construyó hasta el siglo XVIII por el carpintero inglés Hamilton, producto de un concurso que prometía miles de libras esterlinas. El motivo o necesidad, era la medida de la longitud geográfica para situarse en alta mar. La otra coordenada es la latitud, fácil de medir.

Un reloj solar es un dispositivo que consta de una aguja o gnomón que apunta a la estrella polar y un cuadrante donde se proyecta la sombra del gnomón, marcando la hora por el movimiento de rotación de la Tierra en el día. Los hay horizontales, verticales e inclinados dependiendo del lugar y orientación que se le quiera dar para su mejor aprovechamiento. Para su trazado se emplea una ecuación de trigonometría esférica y la hora que marca es la verdadera del lugar. Su reloj de pulsera marca la hora convencional. En Tabasco, la hora está referida al meridiano de 90° que pasa por Campeche, estando Tabasco (Villahermosa) a una longitud geográfica de 92°55' y al oeste de Campeche, un reloj solar como el del Planetario Tabasco 2000 mostrara un atraso de 11 minutos.

Hemos diseñado y construido más de 20 relojes solares en Tabasco, la mayoría en escuelas en donde es de mucha utilidad.

El alemán Lothar Loske vino a nuestro estado a construir varios, ya que él es especialista a nivel mundial, por cierto muy bonitos y costosos. Frente al ayuntamiento hay uno y usted lo puede apreciar en Tabasco 2000, y el otro en el Parque la Pólvora. Este último no es un reloj solar, aunque no está terminado puede observarse que registra el paso del sol por el zodiaco durante el año así como los equinoccios y solsticios. Parece que en Tabasco todo lo que huele a cultura científica nos produce desprecio, si no vean el abandono en que se encuentran estas construcciones.

¿Alguien sabe cómo funcionan?

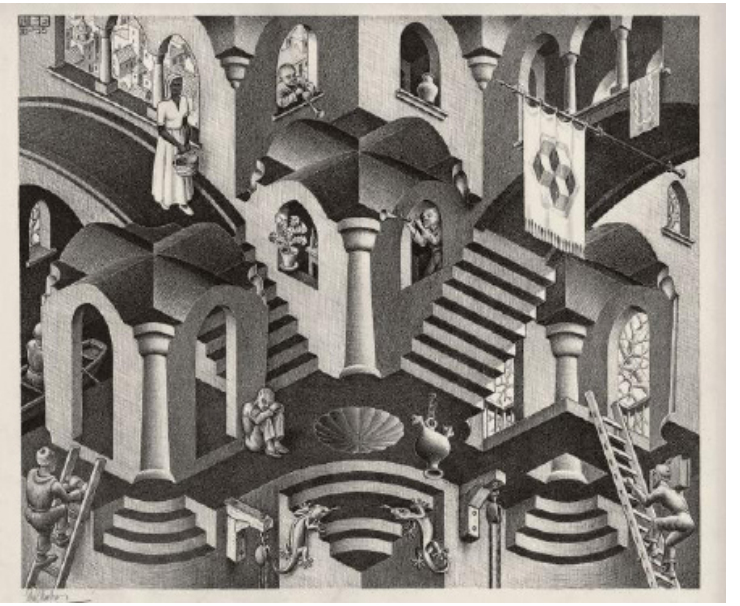
Horario de verano

En Tabasco fui de los primeros en apoyar esta medida tomada por el Gobierno Federal. Expliqué los principios astronómicos necesarios para comprender la utilidad de

la hora de aprovechamiento de la luz diurna. Después de varios años de su uso hemos observado que es necesario disminuirlo a cinco meses, dada nuestra situación geográfica cercana al Ecuador. Por razones políticas y económicas nuestro país se ha visto obligado a ceñirse a los horarios de verano de Estados Unidos y Canadá, ocasionando que nuestros compatriotas protesten por esta medida que ellos aducen no beneficia en nada. Esto se inició en Estados Unidos durante la primera guerra mundial. Después de la guerra fue utilizada localmente en los estados en los que lo permitió la legislación local (ojo autoridades). Durante la segunda guerra mundial se adoptó este sistema para todo el periodo comprendido entre febrero de 1942 y octubre de 1945. En este mismo periodo, Inglaterra adelantó sus relojes dos horas con respecto a la hora oficial de Greenwich. Esta práctica era conveniente debido a los largos días de verano ingleses, consecuencia de su latitud bastante septentrional (al norte). Muchos países europeos utilizan normalmente la hora de aprovechamiento de luz diurna durante parte del año. Las naciones cuya hora está adelantada a lo largo del año son: España, Francia, Países Bajos, Bélgica y La ex URSS en Europa. En el trópico: Brasil, Cuba, Haití, Nicaragua, Australia y desde hace algunos años México

Definitivamente, a los hogares mexicanos no los beneficia, porque teniendo que levantarse más temprano, usan la luz artificial una hora antes. A las oficinas de Gobierno, parques, avenidas y calles en general, el beneficio es notorio; de manera que si hay beneficio desde el punto de vista astronómico, que fue lo que yo apoye.

Capítulo III
Física



Obra *Convex and Concave,* Maurits Cornelis Escher
Imágen tomada de:
https://www.mcescher.com/gallery/recognition-success/convex-and-concave/

Ilusiones ópticas I

Cuántas veces al mirar al cielo estrellado nos extrañamos de ver objetos luminosos con movimientos que nos parecen erráticos. El cerebro, automáticamente, ordena lo que percibe, y al ver estos objetos luminosos moverse sin ninguna trayectoria conocida, los interpreta como "extraños".

Hay un sinfín de ilusiones ópticas; por hoy me referiré a tres:

1.- El satélite que parece trasladarse en zig-zag de su trayectoria, se origina por una limitante óptica que poseemos, llamada "resolución óptica" y es el poder distinguir a distancia dos objetos luminosos, separados entre sí. Cuando estamos observando a simple vista y el satélite se acerca a una estrella por la derecha, llega un momento en que ya no podemos separar visualmente a los dos y entonces vemos que es jalado hacia la derecha, para luego de separarse la distancia en que si podemos distinguir visualmente los dos objetos, saltar hacia la izquierda, repitiendo el fenómeno ahora en sentido contrario.

2.- El satélite que flashea, se debe a que los tanques de combustible de la última etapa, también quedan en órbita mucho tiempo, al desconectarse del satélite útil y como estas partes del cohete son desechables no tienen control sobre si mismos, quedando a la deriva y adquiriendo rotaciones sobre su trayectoria, que cuando están en una posición

optima entre nosotros y el Sol, lanza un reflejo que en el espacio exterior no se difunde por estar casi vacío y nosotros lo vemos como un flash.

3.- Hace dos días hice un experimento, con dos de mis hermanos, en la noche. Vimos elevarse un avión que se dirigió al Oeste y lo seguimos visualmente, comunicándonos lo que veíamos. Las luces que parecen parpadear de un ala a la otra después de unos minutos, solo se ven que se trasladan de derecha a izquierda y viceversa, para más adelante convertirse en una luz que parpadea. Ahora imagínese a una persona que no vio lo primero, el avión al alejarse se va elevando, y el suelo con respecto a nosotros baja debido a la curvatura de la tierra, de tal manera que la luz prácticamente mantiene la misma altura.

Nuestro observador, que llegó tarde y no vio que se trata de un avión, observa la luz que se traslada de derecha a izquierda y viceversa y a la misma altura. Seguiremos con el tema.

Ilusiones ópticas II

En la sección anterior nos referimos a ilusiones ópticas de los cuerpos luminosos, ahora escribiremos sobre ilusiones ópticas originadas por el cambio de densidad en el aire debido al calor.

Este fenómeno físico produce desviaciones en las direcciones de las imágenes que se propagan en medios que cambian de temperatura que asombran y confunden al observador, interpretando normalmente mal lo visto.

1.- Cuando manejamos en carretera en horas de mucho calor, vemos como una laguna a lo lejos, sobre el horizonte de la carretera. El aire puro no se calienta, de ahí que las montañas de más de tres kilómetros de altura tengan nieve; el aire con humedad, bióxido de carbono y metano absorbe

radiación infrarroja, o sea, calor, esto es, el aire cerca de la Tierra está caliente de día, mucho más que el inmediato superior, y asi sucesivamente, disminuyendo de temperatura según se eleva. La luz que nos llega por difusión cerca del horizonte, al bajar a la región caliente cambia de dirección y se eleva mostrándonos el cielo azul, como nosotros vemos la luz que nos llega, en línea recta, lo que observamos no es más que el espacio superior, pareciéndonos agua.

2.- Recién inaugurado el observatorio astronómico de la UJAT (1973), nos visitó un locutor para preguntar sobre unas luces en el cielo que se veían en dirección a Reforma Chiapas, el director de la Escuela de Ingeniería le dio una amplia explicación a los radioescuchas, indicando que se trataba del efecto de refracción de la luz, originada por los mechones. El locutor recalco que se trataba de "ovnis".

Veinticinco años después, a las tres de la mañana, mis hijos me despertaron para señalarme un cometa que había aparecido en la misma dirección. Nos subimos a la azotea armados con telescopios y binoculares.

Por más que ajustaba el telescopio no formaba una imagen definida lo que me hizo sospechar que no se trataba de un cometa o algo parecido. En plena observación se empezó a formar un segundo cometa al lado y más pequeño, para desaparecer después de media hora paulatinamente, el segundo, seguido del primero.

Ilusiones ópticas III

En marzo del 2000 escribí en dos ocasiones sobre ilusiones ópticas. Nuevamente me refiero a ellas debido al fenómeno visto el 10 de enero, que por su posición y hora supuse, sin verlo, que se debía a una refracción de luz originado por los mechones que se encuentran en la regio de Reforma, Chiapas. Ciertamente fui invitado a ver fotografías y video al

Tabasco Hoy. No es posible discernir sobre estas evidencias, debido a que la persona que grabó, mi amigo Víctor Loranca se movía mucho, y no tomó un punto fijo de referencia para así distinguir el movimiento de la fuente emisora de luz. En 1974, estando en el observatorio astronómico de la UJAT, se presentó este fenómeno luminoso y hubo tiempo para que una unidad móvil de una radiodifusora llegara a nosotros y difundiera la noticia de que en ese momento se estaba viendo un "ovni". El director de ingeniería se encontraba con nosotros y dio la explicación acertada que se debía a un fenómeno de refracción de la luz originada por los mechones de Reforma, Chiapas; en 1988 mis hijos Mariana y Fernando me despertaron a las tres de la mañana para enseñarme un cometa que acababa de aparecer. En mi presencia se formó otro fenómeno luminoso, al lado del primero visto por mis hijos, precisamente en la misma región donde 14 años antes había visto un fenómeno igual. Ahora nuevamente se presentaba dicha luz y ya sin verlo supuse que era el mismo fenómeno luminoso, dada su ubicación y hora. Estoy ahora convencido, por información fidedigna de mi compañero Ing. Julián Pérez Mazariego, que lo vio e interpreto mejor que yo, y lo amplió con información del aeropuerto de Villahermosa, de que se trataba de un avión que viajaba de Cancún, Quintana Roo, a Huatulco, Oaxaca.

Energía nuclear

Hay una gran diferencia entre la energía atómica y la nuclear. La energía del átomo la podríamos considerar solo como la efectuada por la parte exterior del núcleo atómico, considerándola como química, eléctrica, etc. Pero la nuclear es un millón de veces ms grande que la atómica, y es originada por dos de las cuatro fuerzas fundamentales del Universo: la interacción fuerte y débil. La energía nuclear,

cuando es extraída lenta y controladamente de los núcleos, resulta muy útil. Este es el principio de operación de un reactor nuclear. Sin embargo, hay otro modo de liberar la energía de los núcleos y esto es hacerlo de manera rápida y violenta, en una bomba nuclear como las arrojadas sobre Hiroshima y Nagasaki, de tristes recuerdos. Los reactores nucleares de laguna verde en Veracruz tienen cada uno una potencia de 650 Mega Watts, que trabajando 24 horas al día producen una energía tal que, apoyándonos en la famosa formula de Einstein: $E=mc^2$, convierten un gramo y cuarto de materia de energía diariamente. Un estudiante de bachiller puede hacer el cálculo fácilmente; el problema no es de cálculo, lo difícil es lo tecnológico y las naciones más desarrolladas pueden hacerlo. Cuando no hay problemas en estas plantas, son las más limpias y ecológicas, pero cuidado con un error, porque se vuelve una amenaza. Se ha empleado esta energía para mover barcos y submarinos, como el Nautilus de EE.UU. que cruzó por debajo de los hielos del Polo Norte, llevándose a cabo en esos momentos en el submarino un experimento de telepatía que dejó mucho que desear. Este proceso de producción de energía nuclear lo conocemos como fisión ya que el átomo es dividido y los átomos resultantes suman menos masa que el original, de donde precisamente se convierte masa en energía. El otro proceso y más limpio, la fusión, o sea, la unión de átomos ligeros para formar átomos pesados, ya está en proceso en varias naciones. El problema central es la gran producción de calor necesario para llevar a cabo este proceso y se han dado varias alternativas, como es el uso de campos magnéticos, ya que la materia a altas temperaturas se encuentra en estado de plasma y por lo tanto existen cargas eléctricas en su seno, fácilmente controlables por estos campos.

Actualmente, se están usando una serie de láser dirigidos a un centro donde se encuentra el material a fusionar que se espera dé mejores resultados ¡Enhorabuena!

La radioctividad

Normalmente tendemos a rechazar todo lo relacionado con la radiactividad considerándola peligrosa, sin embargo, ¿cuántas curaciones cancerosas se han llevado a cabo usando este procedimiento? Los gemelos Lawrence de EE.UU., uno, doctor en medicina y otro en física, curaron a su madre, cuando ambos la trasladaron al laboratorio de Física Nuclear y con ella llevaron a cabo el experimento más riesgoso de sus vidas, eliminarle un cáncer; la madre sobrevivió gracias a sus hijos. El físico E. O, Lawrence (1901-1958) obtuvo el Nobel con el diseño y construcción del "Ciclotrón", máquina que acelera particulas eléctricas y rompe átomos.

Desde el punto de vista físico, la dosis radiactiva se define como energía de radiación absorbida por unidad de masa, y su unidad es el rad; definido como un centésimo de julio 1 kg., o el Gray (GY)= 1 de julio kg. Dicha dosis depende de tres factores:

El número de desintegraciones por segundo
Energía de cada radiación y
Tiempo de exposición

La dosimetría física no informa directamente sobre los efectos biológicos. Una misma cantidad de energía puede producir diferentes efectos según cual sea el tipo de radiación de que se trate. Para definir una dosimetría que dé una idea directa de las implicaciones biológicas se acostumbra a tomar como patrón los rayos X de 250 Kev de energía y

se define la "eficacia biológica relativa" (EBR) de las demás radiaciones con respecto a esta radiación.

La dosimetría biológica es así la dosimetría física multiplicada por este factor comparativo, y su unidad es el rem (radio equivalente man).

Los efectos biológicos de la radiación están relacionados estrechamente con la dosis expresada en rem. Así por ejemplo, una dosis de 0 a 25 rem parece tener pocas consecuencias; de 25 a 100 rem se observan ligeros cambios en la sangre; 100 a 200 rem los perjuicios son ya observables, pero es posible una recuperación al menos parcial; a partir de 200 hasta 600 rem la probabilidad de morir crece rápidamente, por afecciones de la médula ósea, síndrome gastrointestinales y lesiones en el sistema nervioso.

La bomba atómica, las plantas nucleares con sus fallas y escapes radioactivos nos han predispuesto a la radiación. Su uso en la medicina no debe producirnos desconfianza cuando estamos en manos de un experto.

Radiaciones ionizantes

Las radiaciones ionizantes tienen la propiedad de ionizar la materia, es decir, de arrancar electrones a los átomos de los cuerpos. Los átomos que constituyen los tejidos vivos son eléctricamente neutros. Al ser alcanzados por radiaciones ionizantes, pierden equilibrio eléctrico, y según sea la índole de los tejidos expuestos, la extensión de la superficie irradiada y la duración de la irradiación pueden sufrir lesiones muy variadas que se conocen perfectamente desde los terribles bombardeos atómicos en Hiroshima y Nagazaki el 6 y 9 de agosto de 1945.

Puede reducirse los efectos a simples náuseas y trastornos orgánicos pasajeros o da lugar a lesiones graves, acompañadas de hemorragias internas, caída de cabello, etc.

Llegando a veces a ser mortales. En otros casos, las consecuencias no son aparentes inmediatamente, pero pueden manifestarse más tarde en forma de leucemia, de tumores malignos y otras afecciones graves. Por ultimo puede ocurrir que el individuo irradiado no sufre ningún daño, pero que las radiaciones modifiquen la estructura de los genes en sus células sexuales y determinen más tarde la aparición de malformaciones en sus descendientes. Un rayo es más penetrante cuanto mayor es su velocidad (si se trata de partículas) o su frecuencia (si se trata de ondas). Así en un mismo tipo de radiaciones existen rayos "blandos y duros". El espectro de las radiaciones ionizantes empieza con los rayos ultravioleta duros (la radiación ultravioleta blanda es inocua), prosigue con los rayos X blandos, a los que siguen los duros, y termina con los rayos gamma. En cuanto a las partículas muy energéticas como lo son los rayos cósmicos y los protones emitidos por el sol, son ionizantes a la vez por sí misma y por los rayos que origina su impacto con la materia. Recordemos al respecto que en un aparato radiológico, los rayos X son producidos por el choque violento de electrones muy rápidos contra una pantalla metálica. Las radiaciones ionizantes que pueden afectar a los astronautas son las siguientes: si se exponen a la luz solar fuera de la atmosfera, han de temer los rayos ultravioleta duros (de los cuales nos preserva un filtro constituido por el ozono atmosférico); dentro de la cabina puede ser alcanzados por los rayos cósmicos cuya energía es considerable que atraviesa planchas de plomo de 10 metros de grosor.

Concluyendo, puede afirmarse que las radiaciones cósmicas y solares no son óbice para el desarrollo de los programas actuales de plataformas en órbitas con personal permanente, dado que estos han sido establecidos admitiendo ciertos riesgos para los astronautas, tanto en este aspecto, como en otros.

Edad de la tierra

Mucha gente se pregunta cómo miden los científicos la edad de la Tierra, cuál es el reloj que marca el paso del tiempo y que algunas personas saben leer. Este reloj son los elementos químicos radiactivos que al ser inestables y emitir o absorber partículas en su núcleo se convierten en otros elementos. Para esto se mide la vida media de cada uno de dichos elementos, esto es, el tiempo que transcurre para que la mitad del total del elemento original se convierta en otro. La vida media de los diferentes elementos radioactivos varía en una gran gama de valores, desde milésimas de segundos hasta miles de millones de años.

El isótopo de Hidrógeno, el Tritio, es inestable con una vida media de 12.5 años y nos sirve para fechar el agua subterránea que tiene muchos años almacenada. El Tritio se forma en la atmósfera superior, debido al bombardeo constante de la radiación del espacio exterior y cae con la lluvia.

El Carbono 14, que se forma también por las mismas causas ya anotadas, se deriva del Nitrógeno. Este Carbono 14, tiene químicamente la misma propiedad del Carbono 12 y lo tomamos de las plantas y animales que a la vez lo tomaron de la atmosfera; tiene una vida media de 5,700 años siendo de gran utilidad para estudiar las culturas antiguas.

Para tiempos muy grandes, el Uranio 238 es el más adecuado, dado que su vida media es de 4,500,000,000 de años (Cuatro mil quinientos millones de años).

El científico procede a estudiar las rocas más viejas de la Tierra, para esto utiliza los conocimientos geológicos necesarios, buscando que contengan Uranio. Ya encontrado este, se mide la cantidad de Uranio y Plomo de las rocas, sabiendo que en sus transformaciones radioactivas el Uranio 238 se estabiliza hasta que se convierte en Plomo 206, la cantidad relativa de estos elementos nos marcará la edad de

la roca. Medidas efectuadas nos dan una razón de 1 a 1, esto es, el 50% de la roca de Uranio y el otro 50% es Plomo, indicándonos que han pasado cuando menos 4,500,000,000 de años (cuatro mil quinientos millones de años).

Carbono 14

En artículos anteriores hemos escrito de elementos radioactivos y el uso que se les da para fechar objetos muy antiguos, como por ejemplo la Tierra. El Carbono 14 (C14), se reproduce continuamente en la atmósfera debido al bombardeo de los rayos cósmicos.

Éste es producido a partir del Nitrógeno atmosférico por el impacto de un neutrón de alta energía, que se incorpora a las moléculas de bióxido de carbono para su crecimiento: el carbono radioactivo se incorpora en el cuerpo de cada planta (o ser vivo que las come), haciendo que las plantas sean ligeramente radiactivas durante toda su vida. Sin embargo, tan pronto como un árbol es derribado o cae por sí solo, y todos sus procesos metabólicos se detienen dentro de su cuerpo, ya no hay suministro nuevo de C14, y la cantidad de carbono radioactivo en la madera disminuye gradualmente conforme avanza el tiempo. Conocemos la ley matemática de este fenómeno natural. Como la vida media del C14 es de 5700 años, el decaimiento dura por muchos milenios, y midiendo la razón del C14 al C12 en muestras arcaicas seremos capaces de estimar en forma exacta la fecha de su origen. Los estudios en esta dirección fueron originados por un químico estadounidense, Willard F. Libby, en 1946, recibiendo por esta aportación el Premio Nobel de química en 1960; la medida de la radiactividad del C14, en muestras antiguas de madera del fondo que rodea al objeto y que debido a los rayos cósmicos (el experimentador mismo tiene una concentración más alta de C14 que la

pieza de madera que está estudiando). Así, la muestra bajo investigación, debe estar fuertemente blindada, y se debe usar un contador Geiger muy sensible. El C14 está jugando el mismo papel importante en la estimación cronológica exacta de la historia antigua, que las medidas de la razón Uranio-Plomo en la estimación cronológica de la historia del globo terráqueo. Con este método se han fechado los rollos del mar muerto, dando un valor de 2000 años. El método ofrece una razonable precisión para objetos con una antigüedad de hasta 30,000 años, y este plazo abarca la historia arqueológica comprendida entre las civilizaciones antiguas y los comienzos del hombre de Cro-Magnon.

Nuestro Sol

El sol es claramente la mayor fuente de luz y calor para la vida misma de la tierra, y desde edades prehistóricas se le ha definido como un dios. Los antiguos griegos fueron los primeros en conseguir una noción de su distancia. Las observaciones de Aristarco mostraron que debía de encontrarse a millones de kilómetros de distancia, por lo menos y, además, a juzgar por su tamaño aparente, debía de ser mucho mayor que la tierra. No fue hasta la época de Newton cuando se hizo obvio que el sol no solo tenía que ser más grande, sino también mucho más masivo que la tierra, y que la tierra orbita alrededor del sol precisamente a causa de que la primera se ve atrapada en el intenso campo gravitatorio de este último. Sabemos ahora que el sol se encuentra a unos 150 millones de kilómetros de distancia de la tierra y tienen un diámetro de 1,500,000 (Un millón quinientos mil kilómetros) o 110 veces el diámetro de la tierra; su masa es 330,000 (trescientos treinta mil) veces mayor que la de la tierra, y asimismo equivale a 745 veces el material de todos los planetas unidos. Tan recientemente

como hasta hace 70 años, no se sabía con certeza por que brillaba el sol. El descubrimiento de que se debe a reacciones de fusión nuclear, no lo lograron sino hasta la década de 1930, Hans Bethe y Carlos Von Weizsacker. En su centro, la sol tiene una densidad de más de cien veces el del agua y una temperatura de 10-20 millones de grados centígrados. Ahora, la presión existente en el centro del sol es de unas 108,500,217 (ciento ocho millones quinientos mil doscientos diecisiete) toneladas por centígrado cuadrado. Es suficiente como para aplastar átomos, exponer su núcleo interno y permitirles estrellarse unos contra otros; generar la radiación que produce el calor. Si sabemos más del centro del sol que de nuestra propia tierra se debe a que el sol está en un estado gaseoso (plasma) y la tierra en un estado sólido y líquido, y la física involucrada es más compleja, y todavía no se ha desarrollado la física del estado líquido. Ulises, oficialmente llamado "misión interna de los polos solares" dará a los científicos la oportunidad de estudiar al sol desde afuera de la eclíptica. La nave es pequeña, en forma de caja, pesa menos de 400 kilogramos, mide 5.6 metros de largo y utiliza una batería nuclear como fuente de energía. El viaje, de 1 000 millones de kilómetros, durante 5 años, llevó a esta nave a fotografiar en 1994 el polo sur del sol y en 1995 el polo norte; regiones que ningún ser humano conocía. Resultó que ambos polos tienen depresiones originados por los intensos campos magnéticos que obran sobre el plasma solar.

El fecto piezoeléctrico

Piezoelectricidad: de Piezo forma prefija del griego Piézein, presión, comprimir, y electricidad. Propiedad que presentan algunos cristales no conductores de cargarse de electricidad al ser sometidos a una presión unilateral. Ejemplos

de cristales que presentan esta propiedad son: cuarzo, turmalina, sal de seignette, fosfato amónico, etcétera. Las deformaciones producidas por estas presiones se traducen en deformaciones del retículo cristalino que conducen a un desplazamiento del centro de aplicación de las cargas negativas respecto al de las positivas, produciéndose así en el cristal una polarización eléctrica que depende de la presión aplicada.

Recíprocamente, aplicando un campo eléctrico al cristal, se producen deformaciones que dependen de la intensidad del campo aplicado. Sin ir tan lejos, las agujas de los tocadiscos usaban este principio o efecto, la aguja rebotaba en el surco del disco produciendo deformaciones al cristal que se convertían en pulsos eléctricos, que a la vez se traducían en sonidos. Se ha observado que en vísperas de un sismo, aparecerán luces, plasma y descargas eléctricas, que serían los efectos de compresión de miles de toneladas de presión que ejercen las placas tectónicas. Tomando en cuenta que grandes presiones convierten al carbono en diamante, así también estas presiones que se originan muchos kilómetros bajo tierra y que se encuentran a altas temperaturas cristalizan los materiales en contacto. Estas tensiones y compresiones generan efecto piezoeléctrico que es el responsable de las alteraciones geomagnéticas cerca del futuro sismo. Dicho fenómeno es inversamente proporcional al cuadro de la distancia hasta el epicentro del sismo, donde alcanza su valor máximo. Por ello nos permite dibujar un mapa de tensiones telúricas donde lo que llamamos "isóbaras sísmicas" serán las líneas que unen los puntos de la corteza terrestre que soportan igual tensión y que nos revelan con exactitud la posición geográfica del epicentro.

Los ingenieros civiles que truenan cilindros para determinar la dureza del concreto, han observado con aparatos de radiofrecuencia, emisión de ondas de radio producidas

cuando se les aplica grandes compresiones a estos cilindros, así como producción de plasma característica previa a un sismo, como hemos anotado líneas arriba. Aquí tenemos otro fenómeno natural que puede confundirnos y espantarnos.

Campo magnético terrestre

El magnetismo que nos es más común, es aquel con el que vivimos: el de la Tierra. La suposición de que la Tierra es un gran imán, con polos magnéticos y un ecuador magnético, fue hecha por primera vez por Sir William Gilbert (1544-1603). En aquellos días de navegación y exploración existía un interés natural en la brújula y en el magnetismo terrestre. El primera aproximación, este campo se puede representar como un fuerte imán en barra localizado en el centro de la Tierra, el eje magnético terrestre no coincide con su eje de rotación, sino que están separados aproximadamente 15 grados. Naturalmente no existe un imán en barra en el centro de la Tierra. El magnetismo terrestre debe relacionarse con el hecho de que el núcleo de la Tierra, cuyo radio comprende el 55% del radio de la Tierra, es:

Liquido
Altamente conductor y
Toma parte de la rotación de la tierra

Con toda seguridad existe en ella un efecto de dinamo, en el que intervienen las corrientes que circulan en el núcleo de la Tierra. El físico Walter Maurice Elsser ha sugerido que la rotación de la tierra crea lentos remolinos, que giran de oeste a este, en el núcleo del hierro fundido. Estos remolinos generan una corriente eléctrica que, como ellos, circula de oeste a este. Del mismo modo que una bobina de cable produce líneas magnéticas de fuerza en su interior, la

corriente eléctrica circulante lo hace en el núcleo de la Tierra. El campo magnético terrestre no es tan regular y estático, también existen fenómenos observables, que sobrepasan en mucho lo que se puede observar mediante las desviaciones de una brújula, que no ocurriría si la tierra no tuviera un campo magnético. Considerando los siguientes efectos:

1.- Variaciones locales. El campo magnético terrestre tiene variaciones locales importantes, provocadas por diferencias en las propiedades magnéticas de las rocas que forman la corteza terrestre, y por la presencia de cuerpos minerales magnéticos concentrados.

2.- Cambios con el tiempo. La declinación o inclinación magnética, movimientos horizontales, verticales de la aguja magnética, varían mesurablemente año con año en cualquier localidad. En 1948 se midió que el polo norte magnético se desplaza hacia el noreste a razón de ocho kilómetros por año.

Existe evidencia de que el eje magnético terrestre ha sufrido inversiones totales en su dirección hasta nueve veces en los últimos 4 millones de años.

Inversión de los polos magnéticos

La inversión magnética fue observada por primera vez en 1906 por el geofísico francés Bernard Bruhnes en la corriente de lava de las montañas del macizo central de Francia. Normalmente la lava es rica en hierro, y cuando se enfría el paso por el punto de Curie, los átomos de hierro se orientan en la dirección en que se encuentra en la roca llamado magnetismo remanente, como minúsculas brújulas fosilizadas.

En el fondo del océano y en cualquiera de las vertientes de una dorsal centro-oceánica, la lava se extiende en bandas paralelas alternantes de rocas magnéticas, parecidas a los anillos de los árboles, que permiten determinar su edad. Al este de Irlanda

se encontró que unas 900 corrientes separadas de lava que se remontaron a 20 millones de años presentaban 60 cambios completos de polaridad, o una media de casi tres cada millón de años, habiéndose producido la última hace 700,000 años.

El campo magnético terrestre se invierte muy irregularmente y la inversión parece ser un proceso aleatorio. Las inversiones pueden surgir motivadas por interacción entre las diversas partes del círculo eléctrico de la dinamo del núcleo terrestre. La acción sería similar a la de tres péndulos unidos a un soporte común. Cuando se hace oscilar a uno de ellos, con el tiempo, los otros dos empezaran a oscilar. En ciertos momentos, uno de los péndulos se detendrá ya que la energía va y vuelve entre los tres. Aunque los movimientos de los péndulos parezcan aleatorios, se pueden determinar matemáticamente.

Inversiones en el campo bipolar terrestre se producen junto con inversiones de corrientes convertidas con el núcleo. Las inversiones podrían ser consecuencia de fluctuaciones en el nivel de turbulencia en el núcleo de la Tierra, provocados por la competencia de dos fuentes de energía tales como la perdida de calor en la frontera manto-núcleo y el progresivo aumento del núcleo interior. La presencia de fuentes opuestas de energía en las dos fronteras del núcleo exterior podría constituir el mecanismo, puestas en funcionamiento para inversiones de polarización mediante cambios en las condiciones límite. Variaciones de presión en el núcleo producidas por acontecimientos tectónicos; periodos de glaciares y meteoritos también pueden provocar fluctuaciones en las tuberías del núcleo.

Campo eléctrico terrestre

Es común referirse al campo magnético de la Tierra, pero muy pocas veces se habla del campo eléctrico de la Tierra, siendo este de mayor intensidad que el primero.

En la atmosfera interior de la Tierra existen iones negativos y positivos, creados por elementos radioactivos en el suelo y en los rayos cósmicos del espacio. En cierta región la intensidad del campo eléctrico atmosférico es de 120 v/m, dirigida verticalmente hacia abajo, lo que quiere decir que el suelo es negativo y hacia arriba en la atmosfera positivo.

Este valor es constante aproximadamente, variando mucho en los momentos de tormentas cuando, debido a los rayos, aumenta la ionización del aire, aumentando la carga eléctrica, y por lo tanto el campo eléctrico del lugar.

Existe poca literatura que se refiera a los efectos de las variaciones del campo eléctrico en los seres vivos. Se dice por ejemplo que los insectos aumentan su actividad con los cambios de este campo, así mismo los asiáticos acostumbran construir sus casas de madera, porque según de esta manera, conservan las "buenas vibras". Lo que sucede en realidad, es que siendo las casas de material aislante, los cambios del campo eléctrico del interior varían igual que el exterior. No siendo lo mismo si fuera de material conductor, como la mayoría de nuestras casas de mampostería que al tener una malla de varillas en las losas y en las columnas, se comportan como cajas de Faraday. Miguel Faraday (1791-1867) descubrió que las cargas electrostáticas se agrupan en el exterior de los objetos huecos conductores, tal es el caso de los automóviles durante las tormentas; los relámpagos viajan sobre la superficie del vehículo hasta tierra convirtiéndolos en lugar seguro en una tormenta. En este año llevaré a cabo un experimento para medir el campo eléctrico de la tierra, en Villahermosa, de la siguiente manera: tomaré un cilindro grande de cobre y uno pequeño para armar un capacitador cilíndrico (un capacitador contiene campo eléctrico). El grande irá conectado a tierra para tomar las cargas negativas. El pequeño irá conectado a un alambre de cobre

y desnudo de varios metros, que elevaremos con un globo para que tome las cargas positivas de la atmosfera, midiendo el voltaje entre los cilindros y aplicando las fórmulas adecuadas en este caso, encontraremos su valor.

Campo eléctrico en las nubes

La agitada turbulencia en el interior de una gran masa de nubes cumulonimbo hace que esta se comporte como un generador electrostático gigante. Las cargas negativas y positivas se concentran en diferentes partes de la nube, originando diferencias de potencial que, cuando alcanzan el campo de potencial critico cercano al medio millón de voltios, se liberan en los espectaculares destellos a los cuales denominamos relámpagos.

La parte superior de una nube de tormentas tiene temperaturas inferiores a -20°C y está cargada positivamente, mientras que la parte inferior, con una temperatura por lo general cercana a 0°C, está cargada negativamente. Suele haber pequeñas áreas de carga positiva cerca de la base de la nube y también en los niveles medios, asociados habitualmente con precipitaciones abundantes.

La cuestión de determinar cómo se preparan las cargas al principio es más difícil, y todavía se está lejos de tener solución. Parecen estar implicados muchos mecanismos, incluyendo colisiones en el interior de la nube, entre partículas de agua sólida y liquida y cambios de estado del agua entre sólido, líquido y vapor. Sin embargo el mecanismo más importante parece ser el siguiente: en las partes altas de la nube en crecimiento se forman bolitas de granizo suave y, debido al siempre presente campo eléctrico terrestre de 120 v/m en "buen tiempo", se cargan positivamente en las superficies inferiores y negativas en las superiores. A medida que caen, las bolitas chocan con las gotas de lluvia

y con los cristales de nieve transportados hacia arriba por las potentes corrientes de aire convectivo.

De esta forma, las gotitas cargadas positivamente alcanzan la parte superior de la nube. A medida que se originan las cargas en las diferentes regiones de la nube, en el nivel inferior de esta se induce igual número de cargas opuestas. Cuando se alcanza el nivel umbral, queda dispuesto todo para la aparición de un relámpago, y aunque nosotros normalmente lo vemos como algo único, las fotografías de alta velocidad han revelado una secuencia de acontecimientos mucho más compleja y fascinante.

Relámpago en bola

Como hemos dicho antes, en los alrededores de una tormenta el campo eléctrico se incrementa enormemente y se pueden presenciar una serie de fenómenos muy curiosos.

Cuando se desarrollan potenciales próximos a los 100,000 voltios alrededor de un objeto puntiagudo, el campo eléctrico es todavía más fuerte y puede tener lugar una descarga "radiante". Una de estas, el "fuego de San Telmo", tiene aspecto de luz blanca o verdeazulada que parece adherirse como un halo al mástil de un barco o la punta de las alas de un avión. En la descripción de su primer viaje de exploración de Cristóbal Colón, se puede leer cómo sus marineros fueron espantados por este fenómeno, siendo explicado el fenómeno satisfactoriamente por el almirante genovés.

Quizás el más curioso de todos los fenómenos eléctricos es el conocido como relámpago en bola, registrando normalmente un cuerpo luminoso esférico con contornos difusos, que flota en un movimiento lento y errático. Normalmente no causa ningún daño ni en términos de sacudidas eléctricas ni de combustibles, pero una de sus principales características es la imposibilidad de predecirlo; puede

extinguirse y desaparecer silenciosamente, desvanecer de repente como una burbuja al tocar un objeto sólido, o desaparecer por fin en una explosión violenta, aunque este último es afortunadamente raro. Durante mucho tiempo los científicos no creyeron en la existencia de los relámpagos en bola; probablemente sea cierto que muchas de las "bolas de fuegos" registradas en la antigüedad, causa de grandes daños, fuesen realmente ejemplos de relámpagos ordinarios. Sin embargo hoy en día existen informes de muchos casos y se están haciendo esfuerzos para desentrañar el misterioso fenómeno. Una teoría sugiere que la bola está constituida por plasma, una sustancia que no es sólida, liquida ni gaseosa. El plasma se origina por altas temperaturas, altos voltajes, altas presiones, alta radiación, etcétera y se caracteriza porque los átomos que la forman han perdido electrones y por lo tanto existen cargas eléctricas negativas y positivas en el mismo, haciendo aparecer campos magnéticos y eléctricos. Experimentos recientes llevados a cabo en Norteamérica dan cuenta de la obtención en laboratorio de plasma flotante durante un corto periodo de tiempo.

Cinturones de Van Allen

Toman su nombre del físico americano James A. Allen, profesor de la Universidad de Iowa, quien descubrió su existencia y, más tarde, indicó su configuración a través de las mediciones de intensidad de sus radiaciones en el espacio efectuadas por los satélites Explorer I, II, III, IV y por la sonda espacial Pioner III. Se trata de un fenómeno estrechamente relacionado con el campo magnético terrestre que consiste en la captación de partículas cargadas de electricidad de radiaciones de diversas clases, a lo largo de la superficie de fuerza del campo magnético terrestre. Estas concentraciones de radiaciones se disponen, por lo general,

en corteza que parten de un polo magnético terrestre y alcanzan el polo opuesto describiendo una amplia curva que los lleva a la máxima distancia de la tierra, en la parte correspondiente al Ecuador magnético. La máxima concentración se encuentra en sectores simétricamente dispuestos en torno al plano ecuatorial, los cuales se hacen más densos en dos zonas claramente diferenciadas, una relativamente cercana a la Tierra y la otra sensiblemente más lejana.

Además, mientras que la primera se ensancha unos 250 km al norte y sur del plano ecuatorial (y forma una superficie toroidal), la segunda se extiende a 50-55° LAT. (Y forma una superficie toroidal que, en sección tiene forma de media luna). Con la existencia de los cinturones de Van Allen están vinculados diversos fenómenos observados en la Tierra, principalmente el de las auroras boreales. La función protectora se realiza a través de la captura de protones, electrones, partículas dotados de carga eléctrica, etcétera, por parte de las superficies equipotenciales del campo magnético terrestre, las cuales se desvían de su recorrido y las obligan a efectuar un movimiento no rectilíneo, llevándolas a menudo a una circulación permanentemente dentro del campo magnético. Los niveles energéticos de las partículas, capturas en estas especiales regiones del espacio, van desde 0.1 hasta 100 Mev.

Estos niveles energéticos constituyen, desde el punto de vista de la función de barra con respectos a los vuelos espaciales, un obstáculo del que los especialistas en astronáutica se preocupan de manera especial, en cambio en la superficie de la Tierra constituyen los cinturones de Van Allen un escudo protector de la vida terrestre.

Meteorología

Aristóteles (384-322 a.C) dividió el mundo en dos regiones: la primera la sublunar, donde todo cambia, es corrupto y

existe aire, es decir, lo que está entre la tierra y la luna. La segunda, la otra región, la supra lunar, en donde nada cambia, todo es perfecto, incorruptible, no existe aire, es decir, la morada de los dioses.

De ahí que "Meteoron" viene del griego y quiere decir, suspendido, o sea todo lo que sucede dentro de la región sublunar y por lo tanto en el aire y está se encuentran suspendidos en el mismo. Fenómenos meteorológicos eran los cometas, lluvias de estrellas o meteoritos, relámpagos, tormentas, etc. Tycho Brache (1546-1601), con sus aparatos de medición gigantescos midió la altura de un cometa y demostró que estaban más lejos que la luna, por lo tanto en la región supra lunar donde nada cambia; otros astrónomos ya habían notado esto, Galileo (1564-1642), Kepler (1571-1630), y se oponían a esta subdivisión. La iglesia católica que estaba muy fuerte en ese tiempo y que se apoyaba en Aristóteles, se oponía a esos descubrimientos. Cuando Galileo descubrió que Júpiter tenía un pequeño sistema planetario (satélites), y encontró manchas en el sol, con el telescopio que el mismo construyó, y todo esto ocurrió en la región supra lunar, la física de Aristóteles por fin se vino abajo y fue necesario sustituirla por la de Galileo. Galileo inventó un termómetro de agua y uno de sus seguidores, Pascal (1623-1662), inventó el barómetro de mercurio para medir la presión atmosférica, dando inicio a los aparatos de medición del tiempo atmosférico. Más adelante, con el desarrollo de la termodinámica, la dinámica de fluidos y otras ramas de la física-matemática se pudo estudiar mejor el comportamiento de las grandes masas de aire y agua que rodean la superficie de la tierra y así conocer mejor sus movimientos, cambios de temperatura, transporte de calor y los efectos que produce sobre los continentes y sus alrededores, como son: las corrientes de Humbolt, Franklin; formación de huracanes y posibles trayectorias,

origen de los desiertos, aumento o disminución de la pesca, deshielo de los glaciares, fenómenos como el Niño y la Niña, etcétera.

Podemos concluir que el estudio de la meteorología en el siglo XX es uno de los retos más grandes que tiene el científico actual, aun con todo el potencial científico y tecnología con que cuenta, porque las variables involucradas para prevenir el tiempo atmosférico son tantas, que mientras se meten a la computadora los datos del momento, en el lapso que se lleva esto, el estado del tiempo ya cambió.

Fuerza de coriolis

Los cañones Bertha de largo alcance en la Primera Guerra Mundial, cañones de no más de 30 metros de longitud, con proyectiles de una tonelada, podían abatir eficientemente Lieja, Amberes y Verdum, desde una distancia de 122 kilómetros. Los alemanes, con la gran puntería que los caracterizaba, notaron desviaciones de algunos metros de su blanco; investigando cayeron en la cuenta de que había una fuerza que desviaba sus proyectiles, esta fuerza era la de Coriolis. ¿Pero que origina esta fuerza?

Aunque la reducción del peso debido a la rotación de la tierra es pequeña, el hecho de que la superficie de la tierra sea un sistema no inercial tiene consecuencias importantes. Es bien conocido que corrientes marinas y masas de aires móviles tienden a curvarse en una dirección igual al movimiento de las agujas del reloj en el hemisferio norte y la dirección contraria al movimiento de las agujas del reloj en el hemisferio sur.

O sea, esta fuerza que llamamos de Coriolis se origina por la rotación de la tierra. De una manera simple y sin usar formulas podemos decir que la aceleración de Coriolis es igual al producto de la velocidad angular de la tierra por

la velocidad lineal del cuerpo que se mueve sobre la tierra. No está demás decir que la latitud influye también, haciendo que en algunas partes de la tierra sea más notoria. Hablemos de la corriente marina de Benjamín Franklin, que giran en sentido de las agujas del reloj, y está desde luego en el hemisferio norte; suben del Ecuador pasando por el Golfo de México y luego por el sureste de los Estados Unidos y subiendo hasta llegar a Europa, bajan nuevamente por el oeste de África regresando en un circuito muy cerca del Ecuador. Esta corriente fue aprovechada por Cristóbal Colón para llegar a las Indias occidentales, de ida. Las corrientes de Humbolt, en el hemisferio sur, gira contraria a las manecillas del reloj, subiendo del polo sur y costeando Chile, regresando al Ecuador hacia el oeste, que es el movimiento natural de esta corriente, de vez en cuando se invierte y antes no era muy catastrófico (hoy conocido como "El Niño"). Actualmente con los cambios climáticos debido a muchos factores: aumento de bióxido de carbono, rotura de la capa de ozono muy cerca de las ciudades, aumento de metano que atrapa radiación infrarroja, lo mismo el bióxido de carbono, disminución de fitoplancton y zooplancton por el aumento de la radiación ultravioleta, etc., se ha vuelto una amenaza.

El nombre de Coriolis se debe al físico francés Gustavo Gaspar Coriolis (1772-1823) que fue el primero en estudiarla en detalle; vaya este artículo en su honor.

Origen de los desiertos

Habíamos escrito anteriormente que la fuerza de Coriolis era originada por la rotación de la tierra y que ésta era responsable de las corrientes marinas. Hablemos ahora del movimiento de las masas de aire, en donde se combinan dos efectos: la convección del aire, que se origina debido a las diferencias

de densidades en (pesos) del mismo, bajando el más frio y subiendo el más caliente, y finalmente el efecto Coriolis. Del Ecuador se levanta una corriente de aire cargado de humedad, que al irse elevando se va enfriando. Este aire húmedo, con menor temperatura, no puede retener tanta humedad y la termina soltando en forma de lluvia. Al bajar aproximadamente 30 grados de latitud norte y sur, este aire llega seco. La mayoría de los desiertos se encuentra en este paralelo muy aproximadamente, pero hay otra particularidad, siempre están en el lado oeste de los continentes, ¿por qué? Aquí entran los efectos de las corrientes marinas; en el hemisferio norte se mueven en el sentido de las manecillas del reloj y en el hemisferio sur al contrario de ellas.

Como los desiertos de Sonora en México y Mohave en California, están al oeste de Norteamérica y muy aproximadamente 30 grados de latitud norte. Las corrientes marinas que costean estas regiones vienen del Polo Norte y son por lo tanto frías, absorbiendo humedad del aire, haciéndolo más seco, en cambio al otro lado del mismo continente y paralelo a 30 grados, al este, las corrientes marinas vienen del Ecuador, calientes y produciendo mucho vapor que al irse acercando a la región fría se condensa cayendo en forma de lluvia. Pero esto se presenta en todo el mundo, en Chile que está al oeste de américa del sur existe el desierto de atacama que esta aproximadamente a 30° de latitud sur en esa misma latitud pero al este gozan de un clima muy bueno en Porto Alegre, Brasil.

Australia se encuentra en el mismo caso, la mitad de su territorio, al oeste es muy desértico y se encuentra muy aproximadamente 30 grados de latitud sur. Y por último y para no entrar más en detalles, África tiene el desierto de Sahara en el hemisferio norte y en el sur el desierto de Kalahari, cumpliendo con las condiciones ya anotadas anteriormente. Vea pues amigo lector, que sabiendo un poquito de física se pueden explicar grandes fenómenos naturales.

Física moderna

La teoría de la relatividad y la teoría cuántica, como la teoría atómica o la evolución, son aceptadas hoy por casi todos los científicos. No hay razón para no creer en estas "teorías". Los hechos (experimentos, observaciones) de la relatividad y la física cuántica, el hecho de que se les llame teoría o leyes es meramente una cuestión semántica, y no tiene que ver con sus méritos científicos. Como todos los principios científicos continuaran desarrollándose y cambiando, según se hagan nuevos descubrimientos; esta es la esencia del progreso científico; y se debe recordar que la búsqueda de verdades "absolutas" o leyes eternas no es la meta de la ciencia. La física moderna es un ejemplo externo de la necesidad de la experimentación. Ninguno de los preceptos de la física moderna resulta obvio sobre la base de la razón solamente, y solo realizando experimentos difíciles y necesariamente precisos se van conociendo estos efectos fascinantes.

Por lo tanto, en el estudio de la física moderna se trata de poner énfasis en los experimentos que se han hecho para estudiar la relatividad y la física cuántica. Estos experimentos que se han llevado a cabo con niveles de precisión sin precedente, del orden de una parte en un millón y más, y ciertamente se puede concluir que la física moderna se ha probado más en el siglo veinte que la física clásica en todos los siglos anteriores. La evidencia experimental que constituye la base de la física moderna casi siempre es directa, nadie ha visto nunca un cuanto, un mesón o un núcleo del átomo, y nunca nadie ha viajado a velocidades cercanas de la luz de modo que "vea" los efectos relativistas. Sin embargo, la evidencia experimental de estos efectos, y otros, es tan persuasiva que nadie quien examine con una mente inquisitiva abierta y libre puede dudar de ellas. La

segunda parte inquietante concierne al "porqué" de estas teorías, ¿por qué la naturaleza se comporta de acuerdo con la relatividad de Einstein y no de acuerdo con la de Galileo? Si han de encontrarse respuestas a estas preguntas, no se encontraran en el campo de la ciencia, sino en el campo de la filosofía.

Principios del láser

El láser es un emisor de radiación coherente y consiste básicamente en un medio activo, que puede ser gaseoso, liquido o sólido, excitado convenientemente y confinado en una cavidad resonante. La radiación emitida coherente se obtiene mediante una amplificación de luz debido al proceso de emisión estimulada de radiación. Esta forma de emisión estimulada fue propuesta por Albert Einstein como un intento genial en 1916 de interpretar microscópicamente la radiación del cuerpo negro. Al excitar un átomo, el electrón del que depende la actividad físico-química del elemento, absorbe la energía de excitación y pasa de su órbita estacionada inicial de energía E_1, a otra superior E_2; pero un electrón excitado tiende a volver a su estado fundamental, cosa que puede ocurrir radiando el exceso de energía que había adquirido, y entonces se cumple estrictamente la relación de Bohr. Esto es la diferencia de energía entre ambos estados estacionarios es igual a la frecuencia de la radiación emitida multiplicado por la constante (h) de Plank.

$$E_1 - E_2 = h\nu$$

La relación entre la frecuencia y la longitud de onda de la radiación se expresa por $\nu\lambda = c$, donde c es la velocidad de la luz, λ es su longitud y ν es la frecuencia. Esta forma de emisión de radiación fue denominada por Albert Einstein

"emisión espontanea". Sin embargo puede ocurrir que la radiación emitida espontáneamente por un átomo alcance a otro átomo excitado de la misma especie, cuyo electrón periférico se encuentra en el estado de energía E__ en tales condiciones. Albert Einstein postuló que se produce la emisión de radiación por el segundo átomo por el efecto de la interacción de este con la radiación emitida por el primero. Este tipo de radiación la denomino Einstein "estimulada o inducida". También se cumple en este caso de la ralación de Bohr, de modo que la frecuencia de la radiación emitida es exactamente igual a la frecuencia de la radiación estimulante. En esta acción radica el efecto llamado amplificación de la radiación.

El efecto de la interacción de la radiación emitida por el primer átomo con el átomo excitado provoca una amplificación, en el caso expuesto una duplicación de la intensidad de la radiación. Esta brevísima descripción justifica el nombre LASER, sigla de la expresión inglesa "Light Amplification by Stimulated Emition of Radiation" (amplificación de la luz mediante la emisión estimulada de radiación) que describe el proceso físico que se cumple y al que se le han encontrado un sinfín de aplicaciones; esta es otra aportación del científico más grande del siglo XX.

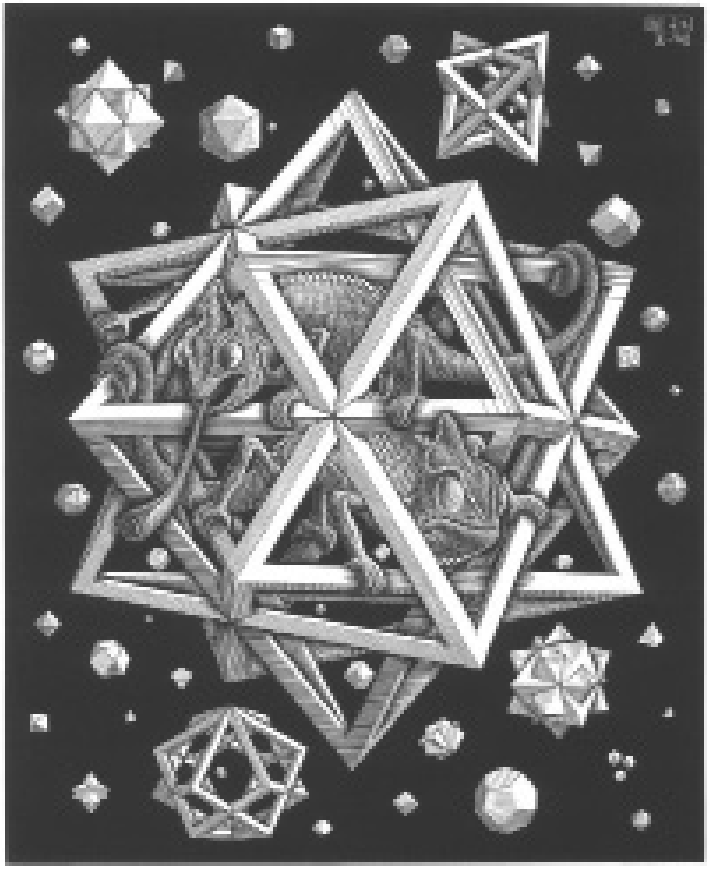
Celdas de combustible

Las celdas de combustible son dispositivos que transforman la energía de una reacción química directamente a energía eléctrica. A diferencia de las baterías, las celdas de combustible no consumen sustancias químicas que forman parte de su estructura o se encuentran almacenadas dentro de ellas; los reactivos son suministrados desde el exterior de la celda, por lo que pueden mantenerse en la operación de manera continua.

En las celdas de combustible como en las baterías, reacciones silenciosas producen una corriente eléctrica. Una celda de combustible consiste en un acoplamiento de dos electrones con un electrolito en medio de ellos.

El oxígeno que pasa a través de un electrodo e hidrogeno a través del otro, generando electricidad, agua y calor. El hidrogeno que funciona como combustible es alimentado, al ánodo de la celda de combustible en donde se oxigena. El oxígeno (o aire) entra a la celda a través del cátodo, en donde se lleva a cabo la reacción de reducción de oxígeno.

Capítulo IV
Matemáticas



Obra *Stars,* Maurits Cornelis Escher
Imágen tomada de:
https://www.mcescher.com/gallery/back-in-holland/stars-ii/

Las matemáticas

"Cuando la matemática se comprende bien, representa no solamente la verdad sino también la suprema belleza". B. Russell en su juventud (El matemático).

Los maestros en matemática somos los más odiados o los más queridos en todas las escuelas por padres y alumnos, así de extremoso. Porque las matemáticas, que es un lenguaje muy ordenado, como cualquier idioma, pero que exige más concentración y razonamiento. Casi no ha habido hombre destacado en cualquier campo del conocimiento o en las artes que no haya sobresalido también en matemáticas. Ejemplo: Leonardo Da Vinci llegó a sobrepasar a su maestro Toscanelli que era en ese tiempo el mejor matemático de Florencia y Europa en general. Las leyes matemáticas bien manejadas encierran conocimientos intrínsecos que el mismo que postuló sus principios se sorprende de encontrar otros conocimientos insospechados. ¿Es las matemáticas un descubrimiento o un invento del hombre? La matemática es una idealización de lo que vemos en la naturaleza, por lo que no deja de ser un invento del hombre. ¡Ah, pero cuántas cosas hemos hecho con ella! Hemos escudriñado las partes más íntimas y más grandes de la naturaleza y hemos sido capaces de modificar el curso normal de la misma. ¿Para nuestro bien? Todavía no lo sabemos. Regresando a la enseñanza de las matemáticas que va de la A a la Z.

Qué mal se origina cuando un compañero maestro, faltando a su ética profesional, vende las calificaciones, interrumpiendo el orden en que se va aprendiendo. El alumno, al llegar al siguiente curso no entiende nada, por más que el maestro siguiente se esfuerce. Este mal se presenta constantemente en los niveles medio y superior, porque alumnos sobresalientes en matemáticas se acercan a pedir consejo, ¿qué hacer? Las autoridades medias, que lo saben, no hacen nada y el mal sigue su curso. Nuestro país no saldrá adelante mientras solapemos a maestros que no cumplan con sus obligaciones y aparte vendan las calificaciones, iniciando desde la escuela la corrupción en los jóvenes, que la acrecentaran según ocupen puestos administrativos más importantes, hasta llegar un día en que sean ellos los que nos gobiernen.

¿Ese es el futuro que queremos para México?

Las leyes del azar

En el mismo título nuestro artículo parece una contradicción. ¿Puede el azar tener leyes?, ¿Qué es, pues el azar? Ha podido escribirse que no es más que la marca de nuestra ignorancia; arrojemos, en efecto, una moneda y observemos el lado que presenta una vez que ha caído. Es esta una experiencia de la cual no parece posible prever el resultado, una experiencia aleatoria. Y sin embargo, la cara de la moneda está perfectamente determinada por el estado de la atmosfera y por el modo que ha sido lanzada la pieza; pero lo que es más importante, es que pequeñas variaciones, que es imposible controlar y provocar a voluntad en el modo de arrojar la moneda, provocan una variación completa en el resultado de la experiencia.

Llevemos aún más lejos esta observación: si la moneda cae detrás de mí, no es su caída, sino la acción de volverme

yo lo que suprimirá para mí el aspecto aleatorio de la experiencia; antes de que yo me vuelva, el lado presentado por la moneda es todavía para mí un resultado de experiencia aleatoria, aun cuando sea completamente determinado, no solo en el absoluto anteriormente, sino también para un observador que se hubiera situado detrás de mí.

Es a esta ignorancia a la que se da el nombre de azar; pero este bautizo no sería más que una pirueta si este azar no pudiera calcularse, y si la teoría no permitiera ninguna aplicación práctica. Es por sus frutos que se reconoce una teoría (ojo filósofo), y la mejor prueba de aplicación de la teoría de las probabilidades es todavía la insolente prosperidad de las compañías de seguro, cuya actividad, no obstante, se basa en un fundamento aleatorio.

Geometría analítica

Una de las ramas de la matemática, la geometría analítica, es de las más hermosas, esto lo conocí gracias a un reto con mi maestro de bachillerato, el teniente Espejo, en el antiguo Instituto Juárez, en 1966, cuando me fui adentrando en el campo de la geometría Euclidiana y el álgebra, que involucradas hacen esta matemática, me maraville de las formas y curvas que se pueden expresar con las ecuaciones matemáticas: el caracol de Pascal, la cardiode de Descartes, la Tractiz de Huygens, la Cisoide de Diocles, la concoide de Nicomedes, etc. Me dije, por qué no inventar una curva propia, pronto encontré una curva en forma de corazón, y más tarde otras, me pregunte 'y ahora? ¿Qué utilidad se le puede dar a estas curvas? Por qué las citadas al principio dan razón a la solución de un problema clásico de la duplicación del cubo, y así con las otras. Muy pronto se presentó el caso.

En mi clase de resistencia de materiales había que estudiar el diseño de columnas cortas y medias, y mi maestro

utilizó dos curvas con sus respectivas ecuaciones para resolver el problema. Me atreví a presentarle al otro día una solución propia y con una sola ecuación, modificando la conocida curva matemáticas "bruja de Agnesi". La idea me nació de ver que la fórmula de las dos curvas que resolvían el problema se parecía a esta curva, nada más que esta tiene una sola forma de curvatura y en el caso de las columnas para cada material había una curva diferente.

La solución era obtener la "bruja de Agnesi" con una elipse que tiene más grados de libertad que la clásica que se obtiene con una circunferencia. El trabajo fue publicado a nivel estatal y nacional por el Colegio de Ingenieros Civiles de Tabasco, que me lo pidieron por escrito y en conferencia. Pero jóvenes, la matemática es como el arte, se goza y se sufre. La matemática es por derecho propio la reina de las ciencias, base de todo análisis serio que para el ingeniero y el arquitecto es herramienta fundamental para prever, forma, tamaño, peso, hundimiento, vibración, etc., del terreno y el edificio que va a construir. No se hagan ilusiones, de la matemática no se salva nadie, de aquí en adelante cualquier carrera la incluirá, nada más que ahora cuentan con una gran ayuda que nosotros no tuvimos, la computadora. ¿Quieren ver a Lorena Herrera dándose un baño de sol?, grafiquen la siguiente función:

$$y = x^4 - 2x^2 + 1$$

Diofanto I

Matemático griego que vivió en el siglo tercero D.C. e ideó la yuxtaposición adhesiva para la notación de las potencias: así x, xx, xxx, para expresar la primera, segunda y tercera potencia de x, se le atribuye una teoría para resolver las ecuaciones de primer grado y la resolución de las de segundo. Así mismo

ideó la solución en valores enteros de una ecuación, que es a lo que quiero referirme en esta ocasión. No voy a dar la metodología completa de este método y sí en cambio, la expresaré en palabras sencillas. Vayamos a un problema: con cien pesos vamos a comprar cien aves, pollitos, gallinas y pavos. Los pollitos son a 5 centavos, las gallinas a un peso, y los pavos a 5 pesos, el problema no tiene que ser actual pues esto sucedió a principios del siglo XX pasado. El matemático procede a plantear dos ecuaciones con tres incógnitas "x" para los pollitos, "y" para las gallinas y "z" para los pavos, la suma de los tres x, y, z es cien. El precio de cada animal por el número de animales, debe sumar cien pesos, estas son las dos ecuaciones.

$$x + y + z = 100$$
$$0.05\,x + y + 5z = 100$$

Despejando "y" en la primera ecuación y sustituyéndola en la segunda, queda una ecuación con dos incógnitas x, z, dividiendo entre el coeficiente más pequeño y expresando todo en enteros y fracciones, haremos lo siguiente: todos los enteros se ponen en un lado de la ecuación y las fracciones del otro, ahora igualando las fracciones a un entero "n" donde a este entero le daremos valores tales como 0, 1, 2, etc. Todas las incógnitas al final quedaron en función de esta "n", dando los siguientes valores, para n=1, x=80 pollitos, y=1 gallina, z=10 pavos.

Como puede comprobar el lector la suma de las aves es cien y la suma del dinero por ave es cien pesos.

Diofanto II

En la sección anterior planteamos y resolvimos un problema matemático que al final resulto con un error, la respuesta debe

ser x=80 pollitos, y= 1 gallina y z=19 pavos, que como usted puede comprobar suma cien aves. Si multiplicamos el número de aves por su precio que era de: pollitos 5 centavos, gallinas a un peso y pavos a 5 pesos, nuevamente tenemos cien, pero ahora en pesos.

El tema hubiera terminado aquí, pero por el error, plantearé otro. Tres ladrones roban un banco llevándose una bolsa de monedas de oro. Los ladrones, por lo avanzado de la noche, deciden dormir y al otro día repartirse el dinero. El más pequeño de los tres, desconfiando de los otros, se levanta y decide tomar su tercio, pero resulta que la cantidad de monedas no es divisible por tres, sobra una moneda, la tira al monte y toma su tercio. Al segundo en tamaño se le viene la misma idea, mi compañero más grande no me va a dar mi tercio por lo que de una vez lo tomo y le sucede lo mismo que el anterior, el número de monedas no es divisible por tres, sobra una moneda la cual tira al monte y toma su tercio. El más grande piensa lo mismo de sus dos compañeros, estos se unirán y no me van a dar mi tercio. Mejor lo tomo ahora. Le sucede lo mismo, la cantidad de moneda no es divisible por tres, sobra una moneda la cual tira al monte y toma su tercio. Al otro día los ladrones se reparten las monedas como si nada hubiera ocurrido. Pero ahora resulta que si son divisibles por tres ¿Cuántas monedas eran? Como el problema es muy sencillo y cae dentro de las ecuaciones diofánticas, solo daré el resultado x=25 monedas de oro, pero resulta que también puede ser x=106 monedas de oro. El problema puede tener infinitas soluciones, por lo que también se le conoce como "ecuaciones indeterminadas". El epitafio de Diofanto planteó su última ecuación matemática que dejo para otra ocasión. Invito al lector a comprobar los resultados haciendo las operaciones aritméticas con las respuestas dadas.

Diofanto III

Diofanto fue un gran matemático que se formó en Alejandría. Es famoso por sus escritos sobre algebra, y vivió en la época de Pappus, otro grande de Alejandría. Lo deducimos de una carta de Pselo, que indica que Anatolio, obispo de Loadicea, hasta el 280 d.J.C. dedicó a Diofanto un tratado conciso sobre el método de cálculo egipcio. Diofanto se dedicó al algebra como indica su epitafio:

"Esta tumba contiene a Diofanto. ¡Oh gran maravilla! Y la tumba dice con arte, la medida de su vida. Dios hizo que fuera niño una sexta parte de su vida. Añadiendo un doceavo, las mejillas tuvieron la primera barba. Le encendió el fuego nupcial después de un séptimo, y en el quinto año después de la boda le concedió un hijo. Pero ¡hay!, niño tardío y desgraciado, en la mitad de la medida de su padre, lo arrebató la helada tumba. Después de consolar su pena en cuatro años con esta ciencia del cálculo, llego al término de su vida".

Expresemos el epitafio en forma matemática, la edad de Diofanto la expresamos como x, quedando:

$$1x/6 + 1x/12 + 1x/7 + 5 + 1x/2 + 4 = x$$

Resolviendo la ecuación por los métodos que enseñamos a los niños en la secundaria queda, x= 84.

El numero "pi" π

Podemos medir el avance matemático de un pueblo antiguo por el valor asignado por ellos al número π. El número π resulta de la división del perímetro de cualquier objeto redondo entre su ancho (diámetro). Uno de los libros antiguos, la Biblia, utiliza mucho los cálculos matemáticos hasta para maldecir o premiar a un pueblo o individuo.

El mejor ejemplo del uso de la medida lo tenemos en la construcción del templo de Salomón. En la primera de Reyes, Cap. 7, ver, 23, dice: "hizo así mismo un mar de fundición de 10 codos de un lado al otro perfectamente redondo: su altura era de cinco codos y ceñido alrededor un cordón de treinta codos". Si dividimos 30 codos entre 10 codos nos daría 3, ese era el π de los judíos. En los papiros de Moscú y Rhind, muy antiguos, encontramos valores de π muy buenos de pueblos como la India, Egipto.

INDIA $\pi = \sqrt{10}$

EGIPTO $\pi = (4/3)^4$

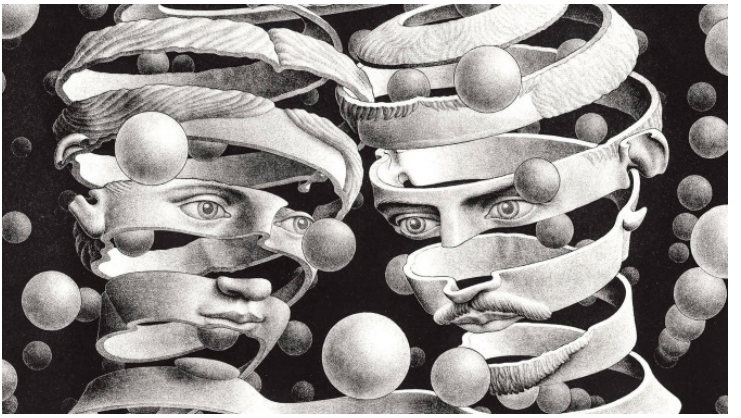
El mejor de la antigüedad, es el del griego Arquímedes (287-212 A.C.) porque aparte de su valor muy bueno, nos presenta el método que empleo para llegar a él, π=3.14…, siendo bueno hasta el centésimo. Con los matemáticos mesoamericanos hasta hoy no tenemos un valor confiable y fidedigno, aunque muchos esotéricos presumen saberlo.

Este número es tan especial que ni la mejor computadora del mundo lo puede escribir completo, pues es infinito en sus decimales. Pero si usted acude a una calculadora, el valor que le dará será π = 3.141592654… existen muchas expresiones para calcular el número π, conozco más de 50 y no puedo quedarme con las ganas de proponer la mía:

$$\pi = \lim_{n \to \infty} n \operatorname{sen} (180°)/n$$

El símbolo ∞ (infinito) se considera en este caso como n=1,000,000 y tendrás un valor de π tan bueno como el de tu calculadora.

Capítulo V
Biografías



Obra *Bond of Union,* Maurits Cornelis Escher
Imágen tomada de:
https://www.mcescher.com/gallery/recognition-success/bond-of-union/

Arturo Rosenblueth

Hijo de padres judíos, Arturo Rosenblueth fue uno de los más destacados neurólogos y fisiólogo mexicano. El rigor que aplicó a sus investigaciones le condujo a ciertos mecanismos de funcionamiento neurológico y al establecimiento de las bases de una matemática biológica. Este científico mexicano nació en Chihuahua en 1900. Cuando Arturo tenía 10 años, la Revolución estalló y Chihuahua se convirtió en uno de sus principales focos. En el curso de los años revolucionarios, la familia Rosenblueth marchó a la ciudad de México. El joven Arturo, que había visto y sentido el sufrimiento de miles de hombres y mujeres arrastrados por la guerra civil, se impuso el deber de una lucha diferente y más fructífera. Un combate por el conocimiento del cuerpo humano y la vida. Y fue así como eligió el camino de la medicina. Para continuar su aprendizaje, Arturo Rosenblueth marchó en 1923 a Europa y ahí permaneció cinco años. En 1927 regresa e ingresa a la UNAM como profesor de fisiología.

En 1930 hizo nuevamente las maletas y se marchó a Estados Unidos, donde residió hasta 1943, dedicado plenamente a la investigación. Asentado en la prestigiosa Universidad de Harvard, como miembro de un prestigioso equipo de científicos, fue junto con Walter B. Cannon, coautor de la teoría de las dos simpatinas, según la cual explica los fenómenos de inhibición de los efectos autónomos, es decir,

de la capacidad de actividad funcional de una célula o un órgano en relación a otros, dando como resultado el libro *Fisiología del sistema nervioso autónomo*, en colaboración con Walter B. Cannon en 1937. Con el Dr. Norbert Wiener desarrolla la cibernética, y este científico le reconoce la coautoría de esta nueva ciencia. En 1943 regresa a México y en 1944 fue nombrado jefe del Laboratorio de Fisiología del Instituto Nacional de Cardiología.

En 1960 funda y es el primer director del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN, inspirado en los centros de investigación de los Estados Unidos. En 1970 publica *Mente y Cerebro*, un estudio tanto fisiológico como filosófico de la mente humana. Fallece ese mismo año. En su honor se fundan dos agrupaciones científicas en la república mexicana: en 1978 la Fundación Arturo Rosenblueth A.C., y el 15 de septiembre de 1982 el Club de Ciencias Arturo Rosenblueth A.C., en Tabasco.

Julio Verne y la luna

La coincidencia en el libro de Julio Verne (1828-1905) *De la Tierra a la Luna* en 1865 con el país, lugar, dirección de lanzamiento, sentido de lanzamiento, regreso y rescate de la tripulación, con el viaje de Apolo XI (21 de julio de 1969) donde por fin el hombre pone el pie en la luna, tiene su explicación científica y tecnológica, Veamos: las leyes de Kepler (1571-1630) y las de Newton (1642-1727), eran conocidas por cualquier científico contemporáneo del área físico-matemático, como por ejemplo un buen ingeniero. Julio Verne frecuentaba un círculo de hombres cultos entre los que se encontraban escritores, ingenieros científicos, etc. Como por ejemplo, Emiliano Zolá (1840-1902), el hermano de Francisco Arago (1786-1853); Francisco fue secretario de la Academia de Ciencias en Francia y su hermano ayudante

o colaborador en sus investigaciones; Alejandro Gustavo Eiffel (1831-1905), constructor de la Torre de París y de la estructura de la estatua de la Libertad, que Francia obsequió a Estados Unidos.

Julio Verne estudió Derecho por obligación de su padre, pero él se pasaba todos los días muchas horas en la biblioteca de Paris, consultando libros y mapas sobre los últimos descubrimientos: geográficos, científicos y tecnológicos. Escrito todo lo anterior no es de extrañar que Verne escogiera a Estados Unidos como el país que primero llegaría a la Luna, que conociera las propiedades de un cohete para viajar en el vació (tercera ley de Newton). La ruta optima y el tiempo para llegar a la luna, el lugar más adecuado de lanzamiento desde los Estados Unidos para aprovechar el movimiento de rotación de la Tierra y en caso de fallo, caer al mar y no sobre las ciudades de Estados Unidos. Por eso escogió Florida, que está al este y es el lugar más cercano al Ecuador de todo el territorio norteamericano. Si cuando nos quitaron más de la mitad de México hubiera sido todo, se lanzarían los cohetes desde la Península de Yucatán. Julio Verne fue un hombre muy estudioso y con gran información, que manejaba el lenguaje con maestría, como podemos leer en sus novelas que mi padre me obligo a leer al principio y que luego yo lo hice con mucho gusto. Olvídense los esotéricos de que Julio Verne era un vidente, esto es, que adivinaba o veía el futuro. Yo les aseguro a todos mis lectores, que el conocimiento es un tesoro que muy pocas personas acumulan porque implica un gran esfuerzo, tiempo y dinero. Julio Verne acumuló este tesoro que nos repartió antes de morir, no lo desperdicien.

Wernher Von Braun

Ingeniero alemán, nacionalizado norteamericano, fue uno de los más destacados especialistas mundiales en materia de cohetes. Nació en 1912 y aún adolescente se interesó apasionadamente por los cohetes. Fue uno de los colaboradores más fieles y entusiastas de Oberth en el estudio, construcción y lanzamiento de cohetes experimentales en los suburbios de Berlín. En 1932, se percató de su valor el capitán Domberger, del servicio de investigaciones sobre nuevas armas, del cual paso a formar parte Von Braun. Se encargó primeramente de estudiar los propergoles (combustible de los cohetes) y, en 1934, construyó un cohete que alcanzó los 2200 m. de altura.

En 1937, Von Braun es nombrado director técnico de equipo que bajo el mando de Domberger, se instaló en el centro de Peenemunde, donde dispone de medios prácticamente ilimitados para la realización de armas de represalia de la serie A. Sus trabajos culminaron el 3 de octubre de 1942 con el lanzamiento de la primera V2, proyectil autopropulsado que entraría en servicio en 1944. En el momento de la derrota alemana, y ante el avance de las tropas rusas, Von Braun emprendió la retirada y, con la mayor parte de su equipo, se puso al servicio de los americanos en 1945. Sus primeros trabajos en Estados Unidos consistieron en el lanzamiento de una serie de V2 trasladados a los Estados Unidos desde Alemania. Luego y basándose en dicho cohete, el equipo de Von Braun fue extrapolando otros modelos por cuenta del ejército americano ("Aerobee", "Viking", "Readstone", etc).

Tras el lanzamiento de los primeros "Spuntnik" por los rusos y por los fracasos repetidos del cohete "Vanguard" realizado en los Estados Unidos por otro equipo; fue un ingenio debido al de Von Braun, el "Júpiter C", el que salvo

la delicada situación de los americanos, al lograr el lanzamiento de su primer satélite artificial (el "Explorer").

Dedicado a actividades específicamente militares, primero en Alemania y luego en los Estados Unidos, no por eso dejó Von Braun de estudiar proyectos relativos a su vocación astronáutica: plataformas destinadas a ser satelizadas en torno de la Tierra, proyectos de los viajes a la Luna y Marte, etc. El gigantesco cohete "Saturno V" le brinda la primera ocasión para realizar sus proyectos, al frente del centro espacial George C. Marshall de Huntsville. Finalmente, el 19 de junio de 1969, el Apolo XI fue lanzado al mando de Neil A. Armstrong. El 20 de julio, Armstrong fue el primer ser humano en pisar el suelo de la Luna. Wernher Von Braun había alcanzado por fin su meta, poner a un hombre sobre la superficie de otro mundo. Falleció en 1977.

Los rusos y la luna

Konstantin EduardoVich Tsiolkovski (1857-1935), inicio estudios teóricos práctico en Rusia sobre cohetes, llegando incluso a experimentar con animales, sujetándolos a grandes aceleraciones, previniendo a la que estarían sujetos los futuros astronautas al salir en órbita planetaria. Un tren de cohetes en serie o en paralelo, ya lo había ideado, esto es, muchos cohetes individuales acomodados uno al lado de otro de manera que los más grandes se enciendan primero y se sueltan así como terminan su combustible, llevando a los más pequeños a gran altura, repitiendo esta operación hasta sacar fuera de la atmosfera la carga útil que quedará finalmente en órbita.

Como hemos sido testigos, se ha usado un tren de cohetes en serie, esto es, uno tras otro que ha resultado más eficiente porque se reduce, por un lado, la superficie de

fricción; la forma del cohete, normalmente de cuatro etapas es grueso en la base y delgado al frente, tanto por razones aerodinámicas como debido a que las primeras etapas, que van atrás hacen más esfuerzo al principio disminuyendo después, porque: se ha roto la inercia, pesa menos el cohete, ha disminuido la fricción del aire, la gravedad, etc.

La antigua URSS tuvo siempre a científicos e ingenieros experimentando con cohetes, destacando muchos de ellos. Quiero referirme especialmente a Sergel Koroliov (1907-1966). La fidelidad a la causa, el excepcional talento del sabio y diseñador, la fervorosa energía y las relevantes aptitudes de organizador del académico Koroliov desempeñaron un gran papel en la solución de los problemas científicos y técnicos más complicados que se interponían en el camino del desarrollo de la técnica coheteril y cósmica. Poseía inmensas dotes y audacia de previsión científica y técnica, y ello contribuyó a hacer realidad los proyectos más complejos. Su muerte, en 1966, selló la suerte de la astronáutica soviética, pues a partir de ahí se iniciaron una serie de errores, tanto científicos, ingenieriles como políticos. Al escoger al sucesor de Koroliov, se pensó más en el aspecto político que científico. En el pecado llevaron la penitencia, ya que nunca un ruso puso un pie en la luna. El 17 de julio de 1969, la URSS declaró que su nave cósmica "Luna 15" se convirtió en el satélite artificial de la luna, cuando en esta misma fecha el Apolo XI estaba a la mitad de camino de la tierra a la luna. La "Luna 15" alunizaría el 18 de Julio. El 20 de Julio posaba pie sobre la superficie de la Luna, en el Mar de la tranquilidad, Armstrong de EE.UU., la nave rusa se estrelló en la Luna.

19 Aniversario del club de ciencias

Cuando un día del año 1981 nos reunimos varios amigos para conocer un invento de Luis Alfonso Fernández Suárez, no imaginábamos que en este momento se estaba gestando una agrupación científica que dura hasta el día de hoy. El nombre "Club de Ciencias" lo propuso Miguel Ángel Ruiz Magdonel, y el nombre científico Arturo Rosenblueth Stearns" el autor de este artículo.

El Club de Ciencias Arturo Rosenblueth A.C., nació el 15 de septiembre de 1982. Un periódico de la localidad dio la noticia por medio de nuestro compañero fundador Jesús Martell Chagoya. Seríamos como cincuenta entonces, muchos se han quedado en el camino, por desidia o por muerte prematura, otros han llegado después con muchas ganas de trabajar, como Julián Jerez Mazariego y tantos más que llenaría esta columna con sus nombres, ¡adelante! La labor de la divulgación científica es una de las actividades más desgastantes y placenteras; el divulgador debe tener una buena preparación científica, filosófica y teoríca practica, eso es lo ideal. Para entonces descender esas ideas, complejas y nuevas de la ciencia pura y aplicada, a un público heterogéneo, ávido de saber y que hará preguntas las más disparatadas posibles, unos para lucirse y otros porque realmente les interesa el tema. Casi siempre nos aparece un inteligente "que usándolas nos regresa un razonamiento cambiado y haciéndonos caer en una contradicción".

Hemos intervenido en diversas áreas del conocimiento científico dándonos a conocer en Tabasco y fuera de este, donde anualmente presentamos trabajos científicos y tecnológicos en diversas agrupaciones dedicadas al ramo. No está demás reconocer el apoyo del Instituto de Cultura de Tabasco y otras instituciones de educación que han estado con nosotros en nuestra labor de divulgación científica

¡Gracias! Es cierto que no estamos satisfechos con lo que hemos hecho, nos consideramos capaces de más y lo demostraremos cuando una institución o persona se atreva a dar más de sí, y entonces verá que no necesita salir del estado para conseguir aparatos científicos de gran envergadura.

Tabasco tiene en este momento científicos preparados en muchas instituciones educativas y de investigación, pero hacen falta tres cosas para que se hagan realidad esas ideas: dinero, dinero y más dinero. Queda en manos de los políticos, que a fin de cuentas son ellos los que deciden si avanzamos o retrocedemos.

Edmundo Cetina Velázquez (1896-1959)

Desde muy pequeño oí hablar de don Mundo Cetina, como se le conocía popularmente. Siempre la persona que se refería a él, no importando su condición económica o intelectual, era para dar elogios de su persona y preparación intelectual. Así es que desde muy pequeño en la escuela primaria ya me atraía el gusanillo de la ciencia, y más tarde, ya formado nuestro Club de Ciencias, lo primero que encargué a nuestra compañera Rita Aguilar Osorio, ahora haciendo el doctorado en Londres, Inglaterra, fue averiguar si existían parientes de don Mundo Cetina. Pocos días después, dio con don Enrique Cetina Rodríguez, hijo de don Mundo. Fue así como conocí toda la historia de su vida y obra, por cierto muy amplia e inédita.

Nació en Tenosique, Tabasco en 1896, más tarde su familia emigró a San Juan Bautista hoy Villahermosa. Hizo estudios de teneduría de libros (contador le llamaríamos hoy), que lo llevaron a conocer las matemáticas. Muy profundo en sus estudios, llegó a conocer y a dominar en sus inicios la Teoría de la Relatividad de Einstein. Don Enrique su hijo, me hizo el favor de obsequiarme una copia de un

libro inédito de don Mundo sobre la teoría de la relatividad, fechado en 1930. Leyendo el libro se puede ver el gran dominio que sobre el tema tenia nuestro biografiado, hablando por ejemplo de las propiedades de los "Tensores" o sobre la cuarta dimensión. Fue un gran amigo de otro tabasqueño notable, que ya escribiremos de él, don José Malpica Hernández, autor del libro en mi poder *El Universo sin Dios*.

Hecha la amistad, don José invita a don Mundo a escribir en los periódicos de la localidad sobre sus investigaciones. El gobernador Lic. Manuel Bartlett Bautista, premia a don Mundo Cetina con la medalla de oro al mérito ciudadano, por sus escritos que guiaron a los estudios de la época, en los últimos avances de la ciencia. En una provincia como Villahermosa, abandonado por las órdenes religiosas y escuelas superiores, era una verdadera proeza estar al día en todo lo relacionado con la ciencia. Don Mundo Cetina mantenía comunicación con grandes científicos nacionales y extranjeros.

José Malpica Hernández

El señor José Malpica Hernández fue un estudioso de la astronomía y otros ciencias en Tabasco, en los tiempos de Tomás Garrido. Escribió el libro *Universo sin Dios*. Quiero que conozcan una hipótesis propuesta por él sobre el origen del sistema solar. Esta hipótesis la publico en mayo de 1934, dedicado a la autoridad del señor ingeniero Joaquín Gallo, director del Observatorio Astronómico Nacional. "Partí de la consideración perfectamente verosímil de haber sido el sol primordialmente una estrella doble; la ex compañera del sol sería una estrella pequeña y pálida, considero así mismo más verosímil que una pareja binaria, por estrechamiento progresivo de su órbita, llegue a chocar entre sí, que el que un astro

errante venido del exterior llegase a interponerse al azar en la órbita del sol. Es también más posible que después del choque o perturbación gravitatoria común, el astro invasor no prosiguiera impunemente su marcha como si su acercamiento hubiese tenido alguna finalidad; es más probable que dicho astro, que consideramos más pequeño que el sol, haya permanecido cautivo y fragmentado en la proximidad solar. Ahora bien, es posible que la catástrofe de la ex binaria solar haya ocurrido precisamente en la zona del espacio que ahora ocupan los asteroides; a todos los astrónomos cautiva la atención que este anillo de fragmentos astrales marque precisamente una frontera entre dos familias diferentes de planetas; por una parte los pequeños de gran densidad, de rotación lenta y escasos satélites; de la parte exterior de los asteroides, de los mundos gigantes, de escasa densidad, rotación rápida y numerosos satélites. En mi concepto esto no se debe a una simple casualidad, sino que el anillo de asteroides representa la huella de una remota colisión astral". Mi cultísimo y fino amigo, el señor ingeniero Gallo, aceptó la posibilidad de mi hipótesis haciéndome la oportuna objeción de que yo desechara la idea del choque, conformándome con un acercamiento más verosímil de los astros; desde luego agradecí y acepté oportunamente la autorizada rectificación.

El Ingeniero y más tarde doctor Joaquín Gallo Monterrubio, Director del Observatorio Astronómico Nacional, se casó con la hija del ex gobernador de Tabasco Dr. Simón Sarlat Nova, que fue embajador de México en Francia en la época en que el Dr. Gallo fue a estudiar a Francia. Previamente había estudiado francés y su maestra había sido la hija del ex gobernador. Lo anterior se menciona para aclarar por qué los estudiosos tabasqueños tenían amistad con este científico, ya que acudían a las reuniones periódicas que llevaba a cabo la colonia tabasqueña en México.

DEPARTAMENTO
editorialcultural

Dr. José Manuel Piña Gutiérrez
Rector

Dra. Dora María Frías Márquez
Secretaria de Servicios Académicos

Mtro. Miguel Ángel Ruiz Magdónel
Director de Difusión Cultural

Mtro. Fredys Pérez Ruiz
Jefe del Departamento Editorial Cultural

Esta obra se terminó de imprimir el 22 de agosto de 2019, con un tiraje de 300 ejemplares. Impreso en Ideo Gráficos y Publicidad Calle: Juan Álvarez 505 Col. Centro, Villahermosa, Tabasco, México. El cuidado de la edición estuvo a cargo de las autoras y del Departamento Editorial Cultural de la Dirección de Difusión Cultural y el Fondo Editorial Universitario.



UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO





COLECCIÓN
HÉCTOR OCHOA BACELIS
Textos de Enseñanza de Ciencias Básicas