



Boletín Eclipse

Departamento de Ciencias Físicas

Facultad de Estudios Generales

Carta del editor

Editor:

Prof. Mario Lanza Amaro

Arte y diseño: Pertenecen al Departamento de Ciencias Físicas

Colaboración en corrección de prueba:

Prof. Mario Lanza Amaro

Con este nuevo número del *Boletín Eclipse* marcamos el resurgir de esta publicación del Departamento de Ciencias Físicas, de la Facultad de Estudios Generales, la cual fue concebida desde un principio como una aportación dentro de un esfuerzo mayor dirigido a la tarea de la divulgación científica, dentro del área de las Ciencias Físicas, y desde el

Recinto de Río Piedras de la Universidad de Puerto Rico. En este número ofrecemos artículos, dentro de las Ciencias Físicas, que tocan temas de de gran interés. En los años recientes el público en general, tanto en Puerto Rico como en el exterior, ha sido impactado por muchas noticias de carácter científico que

han llamado la atención: muchas de ellas se relacionan con descubrimientos asociados con la constante labor investigativa que se lleva a cabo en el área de las Ciencias Físicas. En las páginas subsiguientes hallarán información sobre algunos de éstos que resultan de gran interés. Esperamos les agrade.

Turismo Interno Cósmico *Por: Mayra Lebrón Santos*

Un viaje por nuestro vecindario cósmico local

La Vía Láctea es una galaxia tipo espiral, o sea, es un sistema estelar auto gravitante que contiene gas y polvo. La mayor parte de las estrellas, el gas y el polvo están distribuidos en una estructura en forma de disco, con un bulbo en el centro del disco.

Carta del editor	1
Artículo: <i>Turismo Interno Cósmico</i> Por Mayra Lebrón Santos	1—4
Artículo: <i>El Sol y la solidaridad humana</i> Por Rafael Ortiz Vega	5—6
Artículo: <i>Movimiento diario y anual del Sol</i> , Por Juan Carlos Delgado	7
Biografía: Carl Sagan	8

Ante la pregunta ¿dónde vives?, se debe estar muy atento. Las respuestas pueden ser muy variadas y dependen de quién nos lo pregunta y dónde estamos localizados. Por ejemplo, si estamos en el mismo pueblo donde vivimos, y hablamos con alguien del pueblo, sería los más apropiado explicarle la calle, barrio o urbanización y dar alguna referencia del vecindario. Por otro lado, si nos encontramos en un pueblo diferente al nuestro, ante la misma pregunta es más apropiado contestar con el nombre del pueblo, y quizás hacer referencia a los pueblos

vecinos, en vez de dar el nombre de la calle, el barrio, o la urbanización, lo cual en este caso no tendría ningún sentido. Si por el contrario nos encontramos en otro país, la respuesta a esta pregunta sería Puerto Rico y damos algunos nombres de los países vecinos en el Caribe, y, por supuesto, el nombre del pueblo, la calle, el barrio o la urbanización serían completamente irrelevantes en este caso. Creo que ha quedado claro que la respuesta a la pregunta ¿dónde vives?, puede

definitivamente ser variada. Cada vez que nos alejamos de nuestro lugar de origen nos convertimos en representantes de todo nuestro vecindario local. Cuando estamos en nuestro pueblo representamos nuestro barrio, urbanización o calle, pero cuando estamos en otro pueblo, somos representantes de nuestro pueblo, y cuando estamos en otro país, somos representantes de nuestro país, etc. Aunque no hemos encontrado vida en otros lugares,

res del universo fuera de nuestro hermoso planeta Tierra, podemos imaginar que, aun en estas condiciones, si estuviéramos viajando en nuestro Sistema Solar, ante la pregunta: ¿dónde vivimos?, estamos forzados a responder que vivimos en el planeta Tierra, y quizá dar alguna referencia de los planetas vecinos, y hasta del Sol. Viajando por nuestro Sistema Solar somos representantes del planeta Tierra. Aun así, todavía no nos hemos aventurado a los viajes tripulados por nuestro Sistema Solar. De todas formas, esto no nos impide preguntarnos: ¿cómo sería poder viajar fuera de nuestro Sistema Solar?

Nuestra casa: La Vía Láctea. Turismo interno cósmico

Viajar fuera del Sistema Solar está más allá de lo que podemos lograr en la actualidad, con el conocimiento científico y las tecnologías existentes, pero nada nos impide imaginar tales viajes. Si viajamos fuera de nuestro Sistema Solar nos convertimos en representantes del Sol y sus objetos (*i.e.*, del Sistema Solar). A la posibilidad de viajar fuera de nuestro Sistema Solar, pero quedándonos dentro de nuestra Galaxia (la Vía Láctea) es a lo que yo llamaría *Turismo Interno Cósmico*. ¿A dónde iría, si pudiera viajar en la Vía Láctea? Primero, tendría que conocer un poco sobre ella: ¿qué tan grande es?, ¿cuántos sistemas estelares tiene?, ¿qué otros objetos que no son estrellas contiene?, ¿dónde están localizadas todas esas cosas? En este artículo hacemos una descripción de la Vía Láctea que muy bien puede servir para todos aquellos y aquellas que, en su momento, quieran aventurarse a hacer turismo interno cósmico.

¿Cómo es la Vía Láctea?

La Vía Láctea es una galaxia tipo espiral, o sea, es un sistema estelar auto gravitante que contiene gas y polvo. La mayor parte de las estrellas, el gas y el polvo están distribuidos en una estructura en forma de disco, con un bulbo en el centro

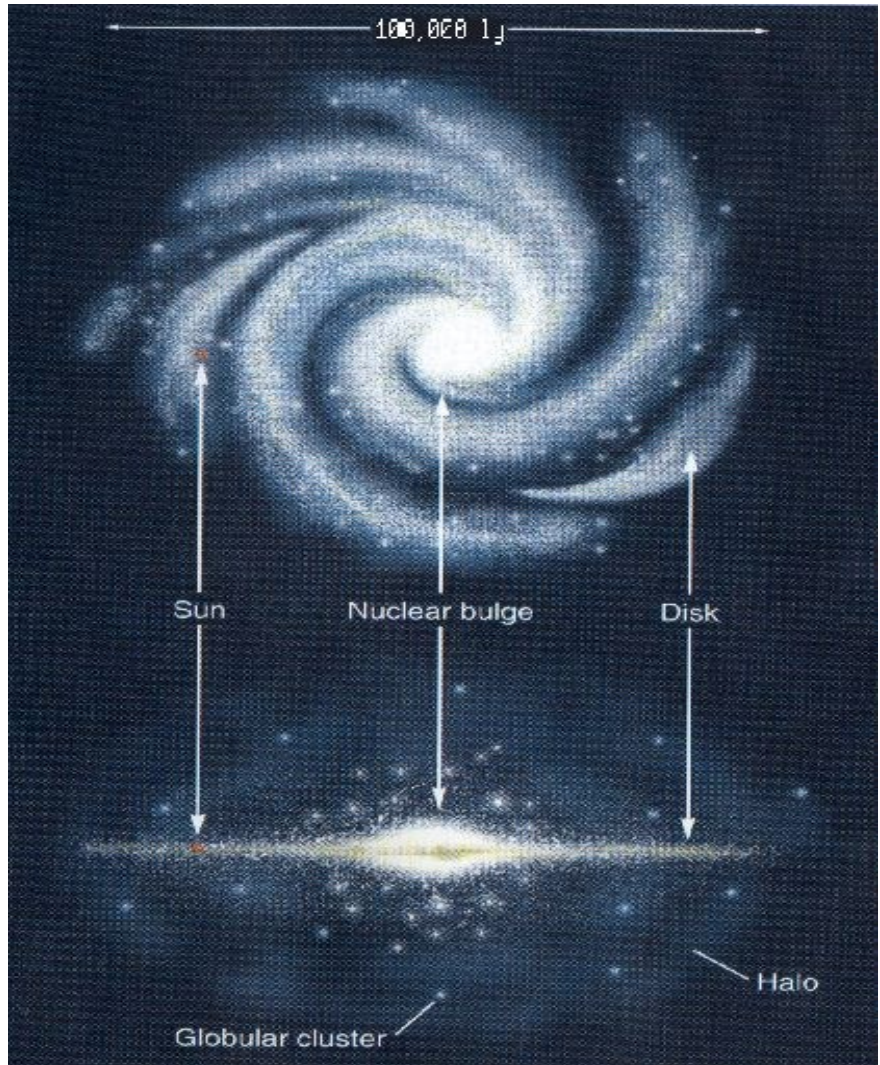


Figura 1: Estructura de la Vía Láctea.
(Representación artística, UCSD).

del disco. Alrededor de todo ese disco hay grupos de estrellas distribuidos de forma esférica alrededor del disco. Estos grupos de estrellas se conocen como cúmulos globulares. El disco de gas, polvo y estrellas tiene una distribución espiral muy parecida a la de los huracanes, y todo este material está concentrado en tales brazos espirales. El diámetro estimado del disco de la Vía Láctea es de aproximadamente 100,000 años luz. Un año luz es la distancia que viaja la luz en un año. Si fuéramos luz, y quisiéramos viajar de un extremo de la Vía Láctea al otro, nos tomaría 100,000 años en hacerlo.

¿Dónde estamos localizados?

Claro, el Sol se encuentra dentro de la Vía Láctea. Se estima que nos encontramos a unos 27,000 años luz del centro y embebido dentro del brazo espiral de Orión. Debido a que el Sol está localizado dentro de un brazo espiral de la Galaxia, en las noches tenemos una vista panorámica del disco de la Vía Láctea. Si miramos en cielo nocturno, la Vía Láctea es una banda blancuzca de estrellas que cruza todo el cielo. Esta apariencia llevó a los griegos y romanos a imaginarla como un camino de leche, y eso es lo que literalmente significa su nombre *Vía Láctea* (o camino de leche). Basta con observar el cielo nocturno desde un lugar



Figura 2: La Vía Láctea y el Observatorio Astronómico Nacional Mejicano en la Sierra de San Pedro Mártir en Baja California, México.

sin iluminación artificial y determinar dónde están concentradas la mayor cantidad de estrellas en el cielo, y eso es la Vía Láctea. Aunque nuestra Galaxia se puede observar todo el año, la parte central de ella está visible en las noches de verano. En España la Vía Láctea es conocida como el Camino de Santiago, ya que se utilizaba como referencia para llegar al lugar.



Figura 4: Nebulosa de Orión (Telescopio Espacial Hubble)

¿Cuántas estrellas tiene?

Se estima que la Vía Láctea contiene entre 200 y 400 mil millones de estrellas.

Lugares de interés

Nebulosa de Orión – La Nebulosa de



Figura 3: Constelación de Orión

Orión es una región de formación de estrellas masivas. Su distancia del Sol es de unos 1,270 años luz, y se puede observar a simple vista sin la ayuda de binoculares o telescopios. La Nebulosa de Orión está localizada en lo que sería la espada de la Constelación de Orión o El Guerrero (Figura 3). Su diámetro es de unos 24 años luz y el centro de la nebulosa está iluminado por cuatro estrellas principales conocidas como *El Trapecio*. Es una región de rica formación de estrella, así que ahí podremos ver estrellas en el proceso de formación, todavía con sus discos proto estelares y proto planetarios, así como estrellas ya formadas y evaporando el gas de la nube progenitora. Todo un espectáculo inigualable. (Figura 4.)

Cúmulo globular M 13 - M 13 es un cúmulo globular que contiene alrededor de 300,000 estrellas que están distribuidas en una esfera con un diámetro aproximado de 145 años luz. Está localizado a una distancia de

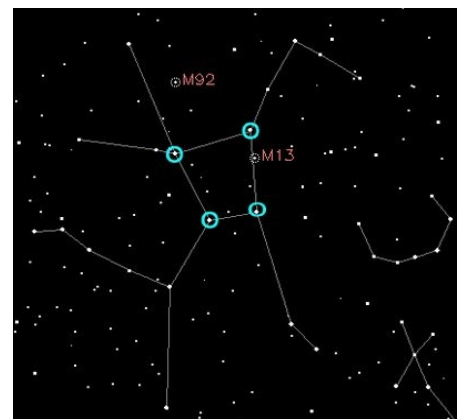


Figura 5: Constelación de Hércules



Figura 6: Constelación de Hércules



Figura 7: Mensaje de Arecibo (SETI image).

25,100 años luz, en la dirección de la Constelación de Hércules (Figura 5). La Constelación de Hércules es visible durante todo el verano. M 13 es visible a simple vista si el cielo es muy oscuro y no hay iluminación artificial en el área. En 1974, para celebrar la renovación del Telescopio de Arecibo, el Observatorio envió el famoso Mensaje de Arecibo, el Observatorio envió el famoso Mensaje de Arecibo dirigido hacia este cúmulo. El mensaje contiene información sobre la raza humana, nuestro ADN, sobre los números atómicos, la posición de la Tierra en el Sistema solar, entre otros. El mensaje está viajando lo más rápido que puede (a la velocidad de la luz), así que está en camino y tardará unos 25,050 años más

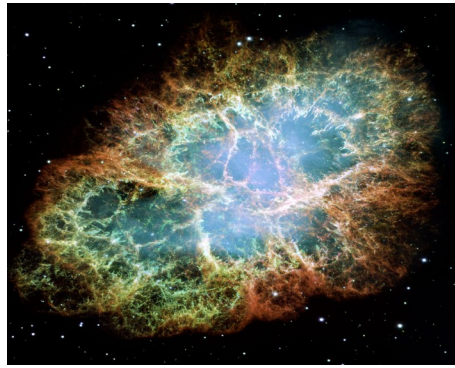


Figura 8: Nebulosa del Cangrejo (imagen del Telescopio Espacial Hubble, NASA, ESA y J. Hester, Arizona State University).

en llegar a su destino (Figuras 6 y 7).

Nebulosa del Cangrejo, M1 – La Nebulosa del Cangrejo (Figura 8) es, en realidad, una estrella ya muerta. Se encuentra a una distancia del Sol de unos 6,500 años luz en la dirección de la Constelación de Tauro (Figura 9). Su diámetro actual es de aproximadamente 11 años luz, pero como la nebulosa se está expandiendo a 1,500 km/s este tamaño cambia con el tiempo. Esta nebulosa fue el resultado de la explosión muy violenta de una estrella gigante. La nebulosa misma está formada por el material estelar residuo de la explosión. Todo un espectáculo de color y energía. En su centro todavía

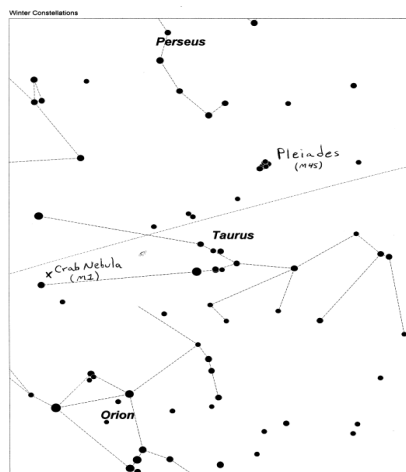


Figura 9: Constelación de Tauro

queda el corazón de la estrella, convertida en un pulsar. El pulsar del cangrejo es uno de los más estudiados por los astrónomos. La nebulosa del cangrejo contiene gran emisión de altas energías (ultravioleta, rayos X, rayos Gamma), así que a pesar de su belleza es también muy peligrosa para los humanos. Se ha establecido, por registros históricos, que la estrella explotó alrededor del año 1054. Esta explosión está documentada por astrónomos chinos y japoneses y aparece en dibujos de civilizaciones antiguas como los Anasazi de Nuevo México (Figura 10). En explosiones como la del Cangrejo es donde se dan las condiciones adecuadas en el universo para que se formen los elementos más pesados que el hierro. Así que los elementos pesados que existen en el Universo y en la Tierra (que es parte del Universo) se generaron en explosiones estelares como las del Cangrejo.

Otros objetos de mucho interés lo son el centro mismo de la Vía Láctea (por ejemplo, acercarnos a su hoyo negro), o quizá queramos visitar algunos de los sistemas planetarios que recientemente se han descubierto en ella. En la Vía Láctea hay tantos lugares que visitar. Pero, ¿qué tal una visita a otra galaxia? Eso lo veremos en un próximo artículo.



Figura 10: Petroglifo en el Peñón Blanco, en el Cañón Chaco en Nuevo México. (Foto de Ron Lussier, Pomona College.)

El Sol y la solidaridad humana

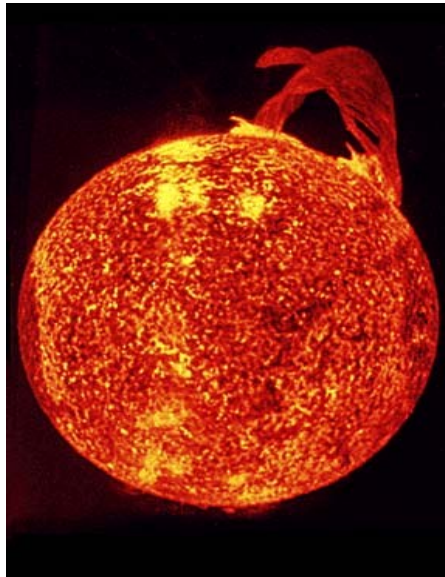
Por: *Rafael Ortiz Vega*

(Especial para *Eclipse*, boletín informativo del Departamento de Ciencias Físicas, UPR, Recinto de Río Piedras)

Aunque los sustantivos del título de este artículo parecerían estar inconexos, realmente están ligados de manera obvia, pues fue el Sol una de las primeras deidades que se inventó el ser humano, en este caso por los egipcios alrededor del 2400 A.C. Lo llamaron *Amon-Ra*, dios dador de vida, responsable del ciclo de la vida y la resurrección. Y nada más influyente que los dioses para que los humanos se solidaricen bajo, principalmente, aquel mandato de “amaos los unos a los otros”. Y cuando se ama, se es solidario.

El conocimiento científico encerró a ese dios en el cofre del olvido al igual que otras docenas de deidades, aunque todavía el mundo está repleto de ellas. Pero el Sol sí se mantiene como el dador de vida por virtud de su energía, la cual utilizan los animales y las plantas a su modo particular. Tiene un papel importante en el clima y en otros muchos aspectos de nuestras vidas. Los científicos ya lo conocen muy bien y nos han revelado que más que un dios, es una enorme bomba nuclear en comparación con otros soles de menor monta, pero es una miniatura en comparación con otros. Es decir, nuestro sol es uno tipo promedio, no tan solo en tamaño, sino también en otras propiedades como temperatura, masa, longevidad, entre otras.

El sol (o estrella, da lo mismo) más cercano a nosotros se encuentra en el sistema Alfa Centauri y dista a unos 4.5 años-luz; bien cerca. Pero no se equivoque. Decimos ‘cerca,’ astronómicamente hablando, porque si usted pudiera viajar hasta allá (no es que quisiera) digamos a 50,000 mi/hr, en una de nuestras modernas naves espaciales, (no a 65 mi/hr como se supone sea el máximo en algunas de nuestras carreteras) se tardaría 60,264 años, aproximadamente, en llegar, esto sin hacer ninguna parada para absolutamente nada. Para poder llegar allí en



Una *erupción solar* es una violenta explosión en la fotosfera del Sol con energía equivalente a decenas de millones de bombas de hidrógeno. Éstas tienen lugar en la corona solar y en la cromosfera calentando el material estelar a decenas de millones de kelvin, y acelerando los electrones, protones e iones más pesados resultantes a velocidades cercanas a la de la luz. Producen radiación en todas las longitudes del espectro electromagnético, desde ondas de radio hasta rayos gamma. La mayoría de las erupciones suceden alrededor de manchas solares, donde se producen campos magnéticos intensos. Fueron observadas por primera vez en el Sol en 1859. Actualmente, se han observado erupciones estelares en otras estrellas.

estos días, debió de salir en los tiempos en que los Neandertales caminaban por la Tierra. Imagine aquellos soles que se encuentran a cientos, miles o millones o miles de millones de años-luz. ¡Qué infinitud!

El conocimiento que tenemos acerca de los soles (o estrellas), nos asegura que se forman (nacen) del polvo estelar, se desarrollan y, eventualmente, mueren. La muerte de estos astros depende de muchos factores, entre los cuales se destaca su masa. Por ejemplo, en el caso del nuestro, se cree que después de convertirse en una “gigante roja” cuyo contorno se expandirá hasta la órbita terrestre, vaporizará a nuestro indefenso planeta y terminará contrayéndose hasta convertirse en una estrella que se conoce con el nombre de “enana blanca” o tal vez en una nebulosa planetaria. Todo esto se prevé suceda dentro de aproximadamente, 5,000 a 6,000 millones de años, por lo que, por ahora, no hay nada de qué alarmarse. Pero los agoreros tienen razón: el fin del mundo “se acerca”.

Los soles de masa equivalente a nueve y hasta treinta masas solares del nuestro, terminan en una supernova, cuya brillantez en su momento de gloria explosiva rivaliza con la de toda la galaxia en donde ubique. Los soles de masas superiores a treinta veces la masa del nuestro, pueden evolucionar en un agujero u hoyo negro, objeto celeste de extraordinaria densidad desde donde nada se escapa, ni aun la luz misma.

Pero el tema que nos ocupa es que el Sol también tiene comportamientos que la vida humana puede atestiguar. Entre éstos cabe mencionarse las famosas llamaradas o tormentas solares. Ellas tienen unas temporadas análogas a las de los huracanes en nuestra zona tropical que va desde junio a noviembre, con una mayor incidencia, por lo regular, en los meses de septiembre y octubre. En el caso de las tormentas solares, sus ciclos de ocurrencia son de más o menos 11 años, tiempo en que la actividad solar aumenta y disminuye, sin orden aparente. Las manchas solares parecen ser los indicadores más confiables para predecir una actividad máxima de las tormentas solares. Debemos recordar que fueron estas manchas las que hace poco más de 400 años, el célebre Galileo, observó con su recién construido telescopio. Con ello quedó demostrado que la materia celeste no tiene nada de perfecta ni de ingenerable ni de inmutable. Entre otras cosas también quedó demostrado que el Sol tiene rotación. La observación y análisis por Galileo de estas manchas fue una de las evidencias que más apoyó el sistema copernicano sobre la estructura de nuestro sistema solar (considerado como el universo, en aquel entonces).

Las tormentas solares, en vez de viento, lluvia o nieve, lanzan al espacio miles de millones de toneladas de gases electrificados y magnetizados que, al alcanzar la Tierra, tienen efectos en su cam-

po magnético, en las comunicaciones, transportación aérea, y en los satélites artificiales que circundan nuestro planeta, por mencionar algunas de las más importantes posibles calamidades.

Luego de la Segunda Guerra Mundial (1945), algunas naciones se unieron para tratar de evitar la guerra y promover el diálogo entre países en discordia. Surgió así la *Organización de las Naciones Unidas* (ONU) que intenta llevar a la práctica su misión fundamental, a veces sin mucho éxito. Cuando los rusos con su satélite *Sputnik* abrieron por vez primera el camino a la conquista del espacio (finales de la década 1950), las naciones del mundo se percataron de que ese enorme entorno había que regularlo y fomentar su uso pacífico. Se instituyó, entonces y dentro de la ONU, el *Comité para el Uso Pacífico del Espacio Exterior*, que actualmente lo componen 74 países. La solidaridad converge para desarrollar tratados y leyes que tienden a regular las actividades humanas en el espacio exterior. Con el conocimiento adquirido acerca de las tormentas solares, las naciones del mundo se han percatado de que existen problemas que ninguna nación por sí sola puede afrontar, y menos solucionar, dado el alto grado de desarrollo de los productos tecnológicos modernos, y la extrema dependencia que sobre ellos posee la inmensa mayoría de las sociedades del planeta.

Desde la búsqueda certera de petróleo, hasta llegar a nuestro destino por medio de los sistemas de GPS, se depende de los satélites

que la humanidad ha dispersado por el espacio, muy vulnerables por cierto, a las tormentas solares. Se requiere la solidaridad, no solo de individuos, sino de muchas naciones para afrontar tan seria amenaza que compare con la del potencial impacto de un asteroide.

Algunos, si no muchos estudiantes, particularmente los de ciencia, se resisten para trabajar sus experimentos, proyectos, presentaciones, etc, en equipo. La solidaridad y la delegación de responsabilidades entre las naciones debe tener sus raíces en el fomento y desarrollo de esas actitudes y aptitudes en los/las jóvenes quienes son, potencialmente, los futuros líderes de las naciones. El Sol nos brinda, con sus increíbles tormentas y erupciones, otra oportunidad de ser solidarios para bien de la humanidad. Sin embargo, la solidaridad no debe ser motivada por el temor de que, por ejemplo, en algún momento no podamos utilizar el teléfono celular por culpa de un destello energético proveniente desde el Sol. Debe ser condición humana. Intentémosla.

(El Profesor Rafael Ortiz Vega se desempeñó como tal, por muchos años, en el Departamento de Ciencias Físicas. Actualmente se encuentra retirado

Movimiento diurno y anual del Sol observado en el analema solar

Por Juan Carlos Delgado

Departamento de Ciencias Físicas

El movimiento diurno del Sol se observa casi todos los días, desde que amanece hasta que se pone el Sol. Por otro lado, el movimiento anual solar, Norte-Sur, Sur-Norte, posee ciertas peculiaridades interesantes, algunas de las cuales fueron reportadas por los antiguos. Si se toma una fotografía del Sol a la misma hora y minuto exacto, cada día, ¿aparecería éste en la misma posición respecto del horizonte o del meridiano celeste? La respuesta es no; y la forma trazada por el Sol en el cielo, luego de superponer las fotografías, en el transcurso de un año es llamada *analema solar*. En este fenómeno, el Sol aparecerá en su punto más alto (mayor ángulo de altura) del analema, durante el verano y en su punto más bajo, durante el invierno. Los analemas compuestos desde distintas latitudes de la Tierra podrían parecer, al menos, ligeramente diferentes tanto como los analemas compuestos a diferentes horas cada día. El analema fotografiado e ilustrado en la primera figura que acompaña este artículo, fue montado utilizando fotografías del Sol tomadas desde Agosto de 1998 hasta Agosto de 1999, cada 240 horas (cada 10 días de tiempo solar medio) en algún lugar de Ucrania. En la figura de abajo, a la derecha, se ilustra un esquemático del analema solar, que contiene la información de observaciones hechas en el *Laboratorio Astronómico de Greenwich* en Inglaterra, al mediodía durante un año, tal como se aprecia desde el paralelo 51.4791°N , meridiano 0° . Específicamente, se muestra una gráfica de la altura del Sol a las doce del mediodía versus su coordenada o posición de azimut. El experimento observacional se llevó a cabo en el *Observatorio Real de Greenwich* durante el año 2006. El eje horizontal despliega el ángulo de azimut en grados (en el cual el valor de azimut

de 180° justamente se refiere al punto cardinal Sur). El eje vertical representa la altura en grados sobre el horizonte sur del observador. Se puede notar que la gráfica despliega las coordenadas celestes referidas a la línea imaginaria que delimita el límite del horizonte sur visible, de altura y azimut.

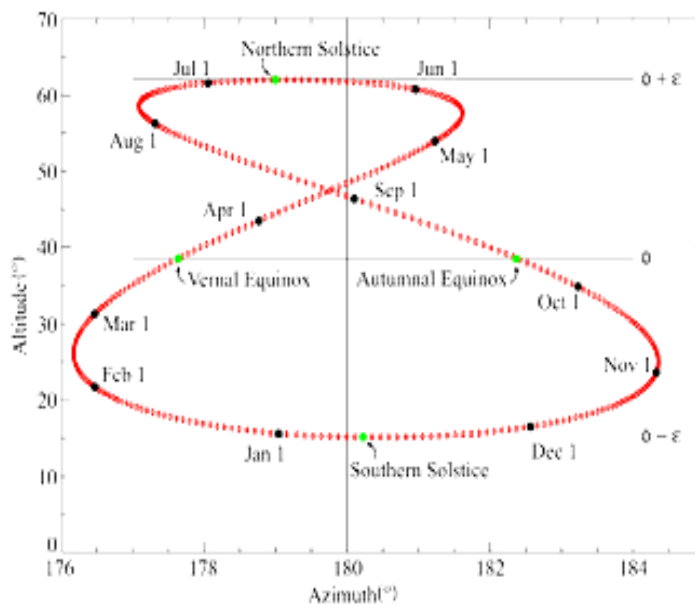
El primer día de cada mes, se muestra como un punto negro, los solsticios y equinoccios se distinguen con puntos verdes. Al igual que observado por los antiguos, se puede visualizar que el Ecuador Celeste (*EC*) se encuentra a

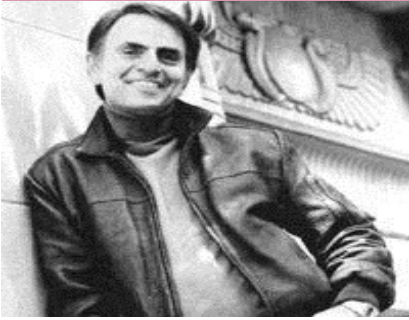
una altura de $\varphi = 90^\circ - 51.4791^\circ = 38.5209^\circ$, y que los solsticios ocurren a coordenadas de altura de $\varphi \pm \varepsilon$ donde ε es el ángulo de inclinación de la eclíptica u oblicuidad respecto del *EC*, esto es exactamente 23.439° . El analema está graficado con su ancho exagerado, eso permite que se aprecie que es un poco asimétrico, revelándose además, que al mediodía de cada día el Sol se encontró solo en cuatro ocasiones justo en el Meridiano celeste local, en todo el año 2006.



Arriba: Composición fotográfica que muestra el analema formado por el Sol, tal y como se apreciaría desde algún punto de Ucrania.

Abajo: Esquemático del analema solar construido con las medidas hechas desde el Laboratorio Astronómico de Greenwich, en Inglaterra





Biografía: Carl Sagan, Astrónomo y Astrofísico Estadounidense

- En 1934 nace Carl Edward Sagan en Brooklyn, N.Y. Hijo de inmigrantes de origen ruso. Desde la infancia muestra una clara inclinación hacia la ciencia y en especial a la astronomía, debido a su temprana afición a los relatos de ciencia ficción, teniendo muy claro desde muy pronto a lo que se dedicaría. Tras terminar los estudios de secundaria en N.Y. se traslada a Chicago, en cuya universidad se matricula. Muy pronto destaca entre sus compañeros.
- En 1955 se gradúa en Física en la universidad de Chicago, y poco más tarde, mientras prepara su doctorado, inicia su colaboración como asesor de la NASA, actividad que realizaría durante 30 años, participando en los programas de exploración planetaria Mariner, Pioneer, Voyager y Galileo.
- En 1960 obtiene el doctorado en astronomía y astrofísica.
- En 1961 da a conocer los resultados de su primera gran investigación como científico (“Atmospheres of Mars and Venus”), en donde sugiere que el efecto invernadero en Venus es la causa de sus altas temperaturas y que este fenómeno podría repetirse en la Tierra.
- En 1966 se publica “Intelligent life in the universe” (en español “Vida inteligente en el universo”), libro que escribió en colaboración con Iosef Shklovski, un científico ruso (con el que nunca se encontró en persona), dando ejemplo de colaboración con ‘el otro bando’ en plena guerra fría. En “Intelligent life in the universe” se estudian las posibilidades de encontrar vida inteligente fuera de la Tierra.
- En 1968 se traslada a Nueva York, donde es nombrado director del Laboratorio de Ciencias Espaciales de la Universidad de Cornell, puesto que, junto con sus clases en dicha universidad, ocupa el resto de su vida. En ese mismo año, además, es nombrado redactor jefe de la revista “Icarus” (la principal publicación especializada en estudios sobre el sistema solar), y participa en el programa de preparación de astronautas.
- En 1971 la NASA acepta la propuesta de Sagan de incluir en la nave exploradora Pioneer 10 (diseñada para proporcionar datos sobre el sistema solar) un placa diseñada por él en colaboración con Frank Drake (y dibujada por la que entonces era su esposa, Linda Salzman Sagan) con el objetivo de mandar un mensaje del tipo “Hola, estamos aquí” a una posible civilización extraterrestre que lo encontrara. Fue el primer mensaje que se ha mandado a una posible civilización extraterrestre y también la primera astronave construida por el hombre que va más allá del sistema solar, del cual actualmente sigue alejándose cada vez más (ver artículo en la portada).
- En 1976 colabora con el programa de la sonda espacial Viking, que aterriza en Marte, realizando *in situ* análisis del suelo y tomando unas espectaculares fotografías a su alrededor. Los fines científicos de esta misión fueron variados, pero el más espectacular de cara al público era el descubrir vida en Marte. Desgraciadamente los análisis efectuados no fueron concluyentes en ningún sentido debido a una serie de dificultades, con lo que aún hoy sigue abierto el tema.
- En 1977 se publica su libro “Los dragones del Edén”, un ensayo sobre la evolución del cerebro humano y la inteligencia. Fue el libro más alejado de su especialidad que escribió, y con él ganó el premio Pulitzer. En ese mismo año preside el grupo de estudios de la NASA sobre inteligencia artificial y robótica. Además la NASA le invita a crear una comisión para seleccionar el contenido del disco que llevarían cada uno de los vehículos espaciales Voyager I y II (destinados a salir del sistema solar), orientado a alguna posible civilización extraterrestre que lo encontrara. En el disco de los Voyager figurarían saludos en alrededor de sesenta (60) lenguas humanas y sonidos, fotografías, etc. de nuestro mundo, e incluso ondas cerebrales de pensamientos de Ann Druyan, de la que se enamoró durante esa investigación y la que sería la esposa de Sagan durante los 20 años siguientes hasta su muerte.
- En 1979 es nombrado presidente de la sociedad planetaria. Publica “Broca’s Brain: Reflections On the Romance of Science” (“El cerebro de Broca”), en donde reflexiona sobre los avances de la ciencia y la astronomía.
- En 1980, además de ser nombrado presidente de la sección de planetología de la unión geofísica americana, crea y presenta la serie televisiva Cosmos, cuyos trece (13) capítulos también pasan a formar parte del libro del mismo nombre. Cosmos fue sin duda la obra más popular de Carl Sagan. La serie televisiva Cosmos fue vista en más sesenta (60) países, por aproximadamente el 3% de la población del planeta Tierra, y su edición en papel estuvo setenta (70) semanas como ‘bestseller’ en periódico *The New York Times*, convirtiéndose en el libro de ciencia más vendido del siglo XX.
- En 1985 publica su única novela de ciencia ficción: “Contact: a novel” (“Contacto”), que se convertiría en ‘bestseller’. Trata sobre cómo sería el primer contacto de la humanidad con una civilización tecnológicamente avanzada extraterrestre, basado en el programa S.E.T.I. (en español, búsqueda de inteligencia extraterrestre (Search for ExtraTerrestrial Intelligence), del que fue colaborador y divulgador en la realidad.
- En 1994 le detectan una extraña enfermedad desconocida hasta entonces: mielodisplasia, que de no haber sido tratada de inmediato, hubiera acabado con su vida en pocos meses. Afortunadamente tras un trasplante de médula ósea (donada por su hermana Caris) y sesiones de radio-terapia, su vida vuelve de nuevo a la normalidad. Finaliza varias investigaciones, termina el que sería el último libro que publicara en vida, *The demon-haunted world: Science as a candle in the dark*, (“El mundo y sus demonios”) y comienza a coproducir junto a Ann Druyan, su mujer, la película “Contact: The movie” (para la cual ambos escriben un guión cinematográfico), basada en su novela “Contact: A novel”. Sólo unos meses después de su mejora, reaparece la enfermedad teniéndose que someter de nuevo a un duro tratamiento. Luego de ello pareció recuperarse.
- En 1996, a los 62 años de edad, Carl Sagan fallece en Seattle, Estados Unidos, dejando a una esposa y cinco (5) hijos.