

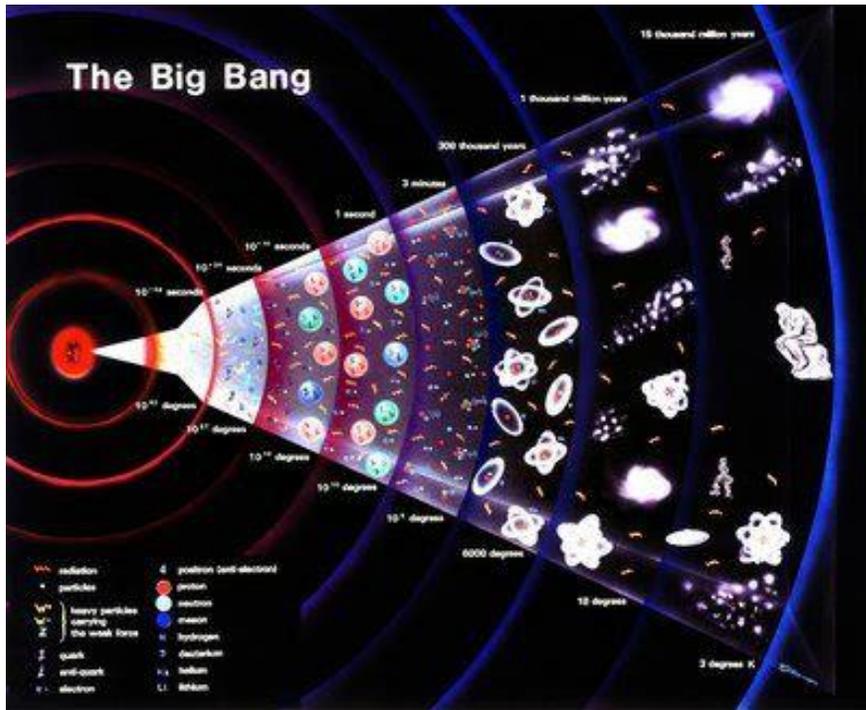
Tiempo y Calendarios



Gonzalo Duque Escobar*

Manizales, Septiembre 27 de 2020.

El remoto pasado de nuestro mundo

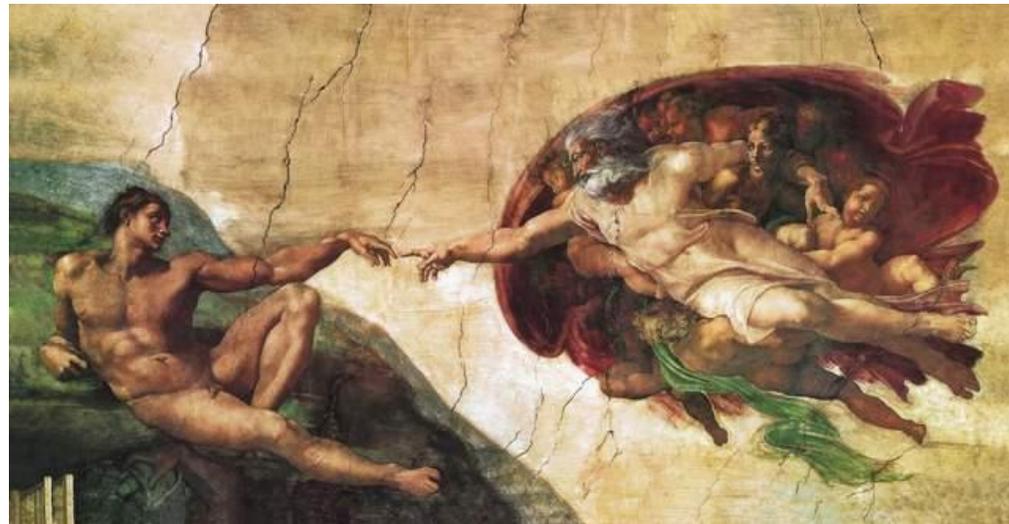


La teoría Del Big Bang explica el origen y desarrollo del universo.

<https://www.taringa.net/>

- ¿Sabe Ud la edad del Universo y cuándo se formaron el Sol, la Luna y la Tierra? Mientras la Tierra tiene casi la edad del Sistema Solar, el Universo podría ser casi tres veces más antiguo, ya que su edad probable es aproximadamente, de unos 15000 Ma de acuerdo al ciclo del CNO, aunque existen teorías que hablan de 13700 y de 21000, Ma, siendo más probable entre estas dos últimas la primera que se basa en la radiación remanente del Big Bang y se apoya mejor en la edad de los cúmulos globulares de estrellas.
- Lo anterior sobre la edad del Universo es muy complejo, y es en sí uno de los problemas de la cosmología y de la astronomía observacional, y casi que la respuesta invita a responder: “eso depende”. Como ejemplo, la edad absoluta de los cúmulos globulares más viejos está en el rango de 11 mil a 21 mil millones de años, pero si se corrigen las distancias a dichos cuerpos, de conformidad con los valores actuales del satélite Hiparco, el rango pasa a ser de apenas 9 mil a 18 mil millones de años.
- Ahora, hace unos 4751 Ma, aparece el Sistema Solar primitivo, y unos 4600 millones de años la Tierra primitiva y también la Luna. Son varias las teorías acerca del origen de la Luna. La última y la más aceptada, es la “teoría del gran impacto”, cuyos orígenes se remontan a mediados de la década de 1970. La teoría explica mejor las condiciones de inclinación orbital y de tamaños comparables de la Tierra y la Luna, como también las diferencias en las estructuras internas que muestran una Tierra con un núcleo metálico más grande que el de la Luna.
- Incluso, los océanos tardaron cerca de mil millones de años para formarse y un poco más para formar la actual atmósfera gracias a la fotosíntesis y por lo tanto a la vida primogénita, ya que la atmósfera primitiva con un 70% de vapor de agua se asemejaba a las actuales emanaciones volcánicas; el de la actual es un 4%.
- Un nuevo estudio financiado por NASA indica que la atmósfera primitiva con un 40% de hidrógeno ofrecía un medio más favorable para la producción de compuestos orgánicos prebióticos, lo que se aparta del modelo de atmósfera tipo Marte y Venus, rica en CO₂ y pobre en hidrógeno, y por lo tanto tan exigente en condiciones especiales para la vida como la de las fuentes termales, que obliga a considerar el aporte de moléculas orgánicas a partir de meteoritos.
- Ver: [Manual de geología para ingenieros.](#)

El origen de las cuentas



El Génesis, y la creación de Adán, en la Capilla de El Vaticano. Por Miguel Ángel, alrededor del año 1511.

<https://www.lespañoldigital.com/>

- La primera unidad de medida del tiempo fue el día, y para períodos mas largos el mes con las fases de la Luna, e incluso el año con las estaciones para viabilizar siembras y cosechas, desde cuando el hombre inicialmente nómada, se asienta, gracias a la creación de los calendarios y con ellos al desarrollo de la agricultura.
- Y respecto al inicio del día, mientras los egipcios asumen el orto o amanecer, los hebreos toman la puesta el Sol, razón por la cual anticipamos la natividad para el 24 de diciembre y celebramos el año nuevo desde el 31. No obstante, ahora tomamos la media noche en lugar del mediodía, para no entrar en conflicto con el cambio de fecha.
- Igualmente el primer día de la semana es el Domingo, ya que sábado en hebreo por asociarse a Sabbath o descanso, es el último día. Y para el año, si su inicio se relaciona con las cuatro estaciones: Primavera, Verano, Otoño e Invierno, y estas con la mañana, el medio día, la tarde y la noche, pareciera ser el 21 de marzo, aunque las sociedades discreparon con ese criterio porque los Solsticios, al ofrecer el día mas largo y la noche mas corta del año, daban pautas para escoger el primero y el último día en Junio 21 y Diciembre 22, y porque si las estaciones se invierten en los hemisferios de la Tierra, el criterio no resultaba ser universal. A esto se sumaron otros valores, como festividades o hechos notables, pero el criterio quedaba siempre sesgado a un imperio, hasta que no habiendo remedio, se acoge el primero de Enero que ya había adoptado Julio Cesar.
- Respecto al año cero, además de fechas notables como la Primera Olimpiada (76 aC) o la Fundación de Roma (753 aC), e incluso hechos bíblicos como la Creación del Mundo, que según cálculos bíblicos pudo ser entre el 3251 y el 4755 años antes de la fundación de Roma, así los judíos tengan como fecha el 3007 antes de dicha fundación, también aparece la fecha del nacimiento de Cristo como inicio de la actual era, con algún error, puesto que la natividad parece haberse dado en el año 4 aC, aunque otros estiman que ocurrió en el 6 aC o el 17 aC.
- Ver: [De los números y su historia.](#)

El tiempo

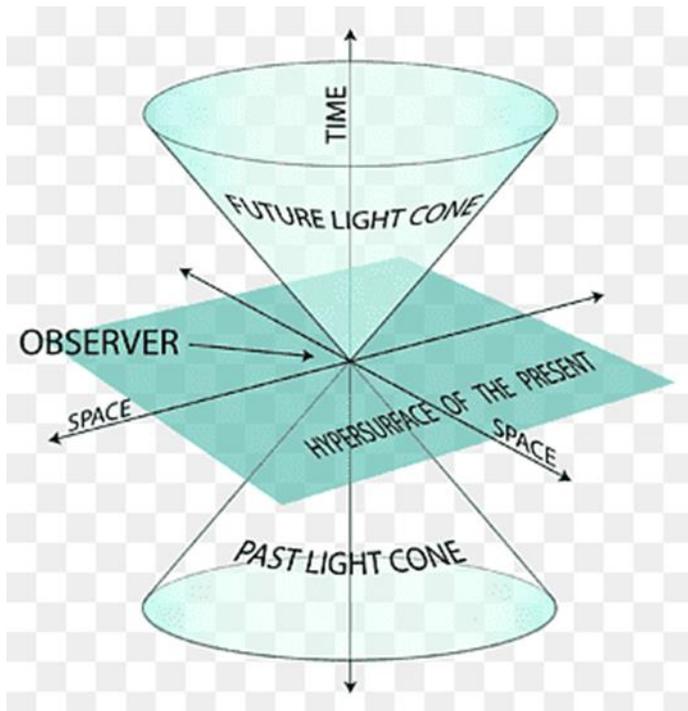


Mapa de constelaciones y signos del zodiaco.
Frederick De Wit, Amsterdam 1680

<https://www.bigstockphoto.com/>

- Definía Newton **el tiempo absoluto, verdadero y matemático**, por sí sólo, como algo que debido a su naturaleza fluye de manera regular, e independiente de cualquier relación con el exterior. Para Newton, si el universo es infinito, el tiempo no puede tener un inicio y debe ser eterno.
- Pero **hoy se sabe que el tiempo no es absoluto**. Según la teoría restringida de la relatividad, las medidas del tiempo dependen del estado de movimiento del observador, y tiempo es la cuarta dimensión de las coordenadas espaciales en el continuo espacio-tiempo. Tampoco es una sustancia que fluye regularmente, sin relación con nada exterior, pues según la teoría general de la relatividad, los campos de gravedad intensa, al deformar el espacio tiempo, advierten de qué manera la materia crea unos campos gravitatorios que **dilatan el tiempo**.
- **Si fluyera** el tiempo, no podría éste medirse experimentalmente. El desplazamiento del presente, del pasado al futuro, parece mantener un carácter subjetivo. Vemos cómo la física se ocupa de **intervalos** de tiempo, sin llevar a las ecuaciones matemáticas el momento presente. No obstante, podemos decir que el tiempo si tiene una flecha o una dirección, al desplazarse hacia adelante, a una rata de un segundo por segundo (sin que haya virtud aclaratoria adicional).
- La irregularidad, que se le niega poseer, no podría tampoco ser objeto de determinación, por no existir método alguno que nos permita medir una eventual irregularidad. Queda así entonces establecido que las determinadas flechas del tiempo no tienen que ver con un flujo. Sólo que el mundo no es simétrico desde el punto de vista temporal.
- Ver: [Albert Einstein](#).

Espacio-Tiempo



Espacio-tiempo de Minkowski <https://e7.pngegg.com>

- Planteadas estas dificultades en el tiempo newtoniano, ¿cómo se ha de definir el tiempo? no se puede decir que sea algo que define el **orden temporal** de los acontecimientos.
- Con omisión de las implicaciones del término temporal, aparece la dificultad de que el orden de los acontecimientos también **es relativo**, por depender de la posición del observador. Al explotar dos estrellas, veremos primero la luz que primero llegue a nuestros ojos, independiente de cual acontecimiento haya sucedido primero: si ocurrieran en el mismo instante los eventos, de estar equidistantes las estrellas, la información la recibiría el observador simultáneamente, después de un lapso de tiempo; y si no son equidistantes, llegará primero la información de la estrella más próxima, pues la luz de la segunda tendrá una distancia adicional que recorrer. Puede ocurrir, en el segundo caso que explotando primero la estrella más lejana, la luz de ambas llegue simultáneamente al observador, y este erróneamente, suponga los eventos en el mismo orden cronológico.
- Por eso es conveniente considerar el tiempo a la luz de la teoría general de la relatividad, para verlo como un elemento geométrico del **espacio tiempo tetradimensional**. Nadie sabrá si este concepto tendrá sentido alguno cuando se entra a la región de Planck. Pues a la escala de 10^{-43} segundos o menos, pudiera el tiempo dejar de existir, o estaría constituido por las partículas llamadas "**cronos**". Es que de pronto el tiempo tampoco tiene una estructura continua y uniforme, es decir, discreta y posiblemente sus partículas constituyentes no se han podido detectar.

- Ver: [Albert Einstein.](#)

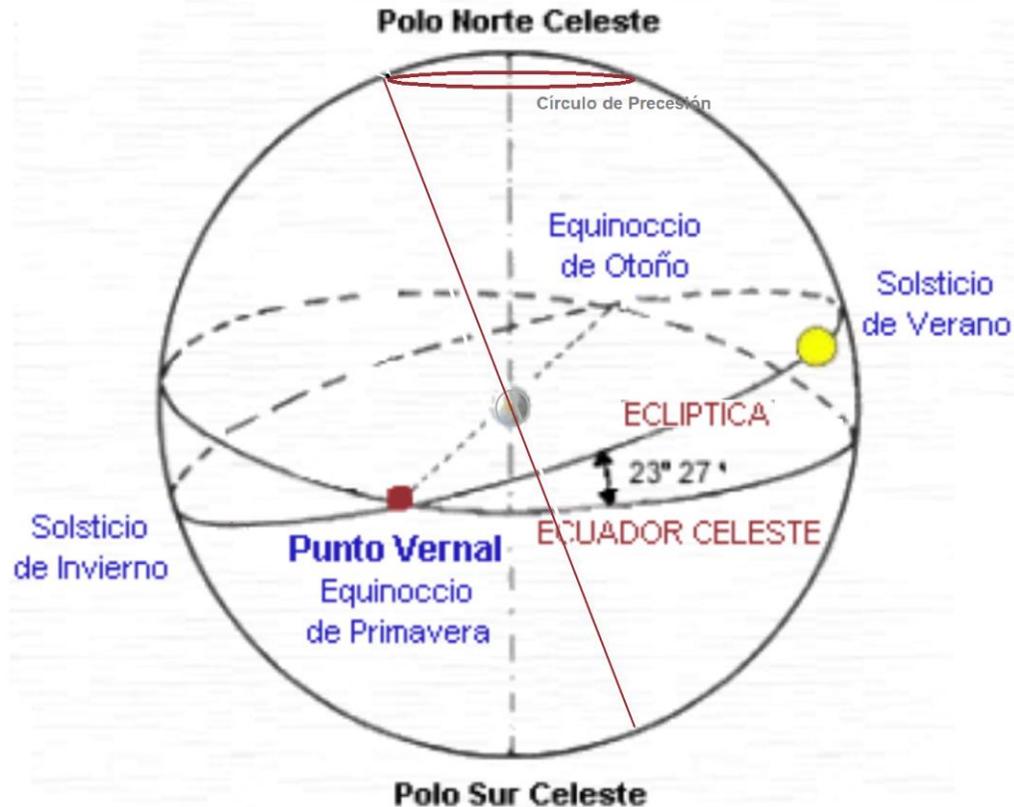
Las flechas del tiempo



Del tiempo absoluto al tiempo relativo,
en <https://www.astromia.com/>

- La teoría general de la relatividad, que parece ofrecer la definición más completa, no nos ha aclarado la razón de las flechas del tiempo, ni la relación entre ellas.
- Es la primera flecha la **termodinámica**, que anuncia la entropía creciente, de conformidad con la segunda ley de la termodinámica. Por ella el pasado y el futuro son diferentes, pues el universo viene de un estado más a uno menos ordenado; es la flecha más importante.
- **La expansión** del universo es la segunda flecha; ofrece dudas en cuanto a su importancia fundamental, y no se sabe de su relación con la flecha termodinámica. Claro sí, que esta dinámica del universo en expansión, se conecta con las interacciones gravitatorias, pero no tenemos conocimiento para el cálculo de la entropía en un campo gravitatorio.
- La tercera flecha del tiempo se relaciona con las partículas elementales. En la física nuclear se permiten reacciones en sentidos opuestos. Si puede darse cierto tipo de desintegración nuclear, también puede darse lo contrario. No obstante, existe una extraña excepción en una reacción entre partículas elementales. Se trata del **mesón neutro K o kaón**, que sí presenta una asimetría de tiempo.
- El kaón es una subpartícula ligada a colisiones hiperenergéticas y no es un constituyente normal de la materia, ni desempeña papel alguno en la desintegración nuclear. Es inestable, desintegrándose de diferentes formas. Se transforma en tres piones, o en un pion, un positrón y un neutrino. Pero según las leyes de la física el kaón habrá de desintegrarse en tres partículas, pues de ser sólo dos, el proceso no sería reversible. En 1964 se observó que, a veces, sucede una desintegración en dos partículas, y esa es una flecha del tiempo, ya que se constituye en una asimetría.
- La cuarta flecha es la **electromagnética**. Las ondas se propagan en el futuro, no en el pasado. Cuando se mira el Sol, han transcurrido ocho minutos entre la emisión y la recepción de su imagen, tiempo suficiente para que el astro cambie de posición. Así, todo lo que vemos, lo vemos en el pasado, en su pasada posición y estado.
- La quinta flecha es la **sicológica**. Tan enigmática es que, algunos filósofos, han puesto en duda la existencia del tiempo. Según ella no recordamos el futuro.
- Ver: [Stephen Hawking.](#)

Una referencia en el cielo

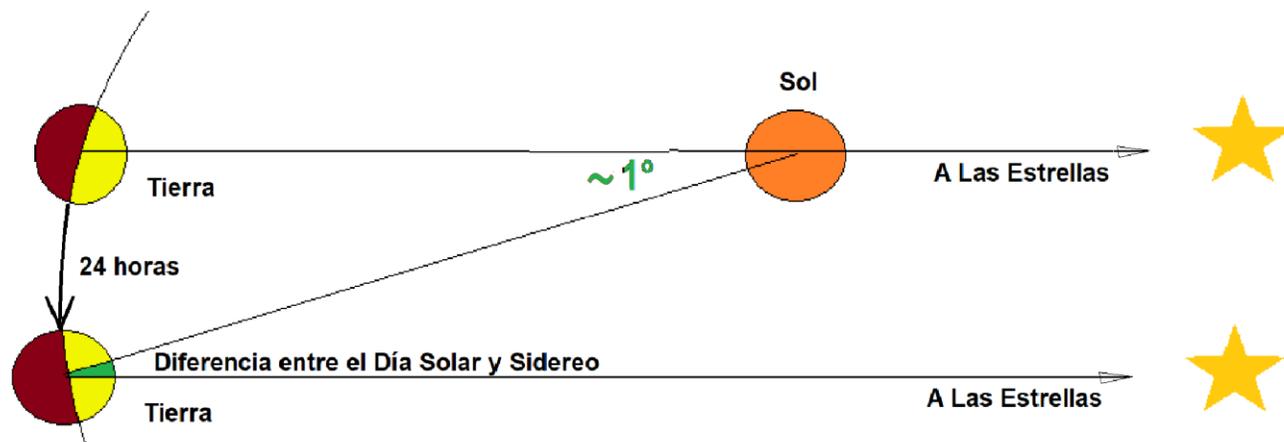


El plano de la Eclíptica, está inclinado $23^{\circ} 27'$ respecto al Ecuador Celeste. Donde se cortan aparece la línea de los equinoccios.

Imagen(adaptada), en <http://www.astronum.net/>

- Es el punto Aries o punto Vernal, lugar de la eclíptica a partir del cual el Sol pasa del hemisferio sur celeste al hemisferio norte, lo que ocurre en el equinoccio de Marzo. El Equinoccio de primavera o Punto Vernal, es llamado también punto Aries porque entre el año 2000 y 50 aC aproximadamente, por la precesión de los equinoccios, este punto de la eclíptica estaba dentro de la constelación Aries.
- Igualmente, si en épocas del nacimiento de Cristo, el punto vernal emigró de la constelación de Aries a la constelación de Piscis, entonces estaría entrando a Acuario, ya que por la lenta rotación precesional de la Tierra en promedio cada 2150 años, (25800 años de precesión/12 signos del zodiaco), el punto Vernal pasaría de una constelación zodiacal a otra, aunque el ancho de cada constelación no es constante.
- Recordemos que la órbita de la Tierra es elíptica, luego, por la segunda Ley de Kepler, si la velocidad de traslación de la Tierra es variable, el cambio de la imagen aparente del Sol en la Eclíptica, también es variable. Además, el eje de la tierra está inclinado y la órbita de la tierra es excéntrica, pero los solsticios no coinciden con el perigeo y el apogeo. De esto se desprende que la duración de los días solares sea en realidad variable: los días son más largos cuando la velocidad de traslación es mayor.
- Ver: [Cosmografía: cómo observar el cielo.](#)

Día sidéreo y día solar medio.

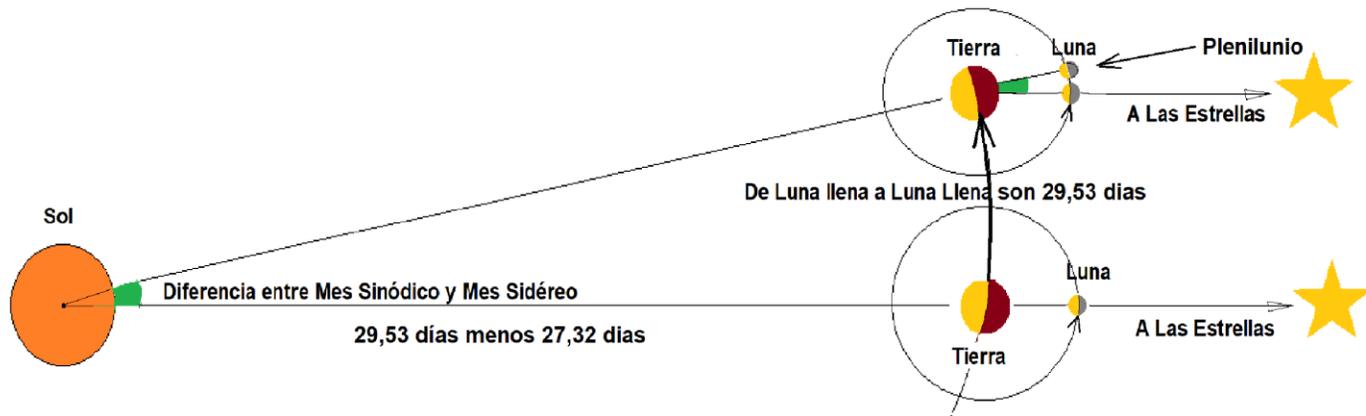


Día sidéreo y día solar: por la traslación, el Sol parece haberse quedado atrás respecto de las estrellas del fondo. Fuente: <http://fomalhaut-mp.blogspot.com/>

- Viendo la gráfica, **se acaba primero el día sidéreo que el día solar medio**. Para que termine el día solar, falta la rotación cercana a un grado (1°). de la órbita terrestre. Por tal circunstancia, el día solar dura 3 minutos 56,555 segundos de tiempo más que el día sidéreo. Acumulando estos valores, aparece en consecuencia el año bisiesto con lo cual nos empalmamos al año trópico, aunque no exactamente, dado que el año trópico termina, no con las estrellas, sino con el equinoccio de primavera o Punto Vernal, que no permanece firme en el cielo, así se comporte casi como las estrellas, razón por la cual es el referente para las medidas astronómicas. Ver: [Isaac Newton](#).

El **tiempo sidéreo** se mide con relación a las estrellas. Un día sidéreo es de 23 horas 56 minutos y 4,0916 segundos, o sea casi 4 minutos más corto que el día solar. Y un año sidéreo, 366,256 días sidéreos o 365,2563631 días solares medios. Pero esto supone dejar de lado ciertas irregularidades de la rotación terrestre y el movimiento del polo para poder medir el tiempo sidéreo con el ángulo horario del punto vernal desde una posición dada. El **tiempo trópico** se mide con relación al punto vernal, aunque este cambie por la precesión de los equinoccios. Un año trópico vale 365,242189 días de tiempo solar medio (365 días 5 h 48 m 45,10 s). Igualmente, se denomina año anomalístico al tiempo transcurrido entre dos pasos consecutivos de un planeta por su perihelio, y su duración media es 365,259 635 864 días (365 d 6 h 13 min 52 s)

Tiempo sidéreo y tiempo tropical

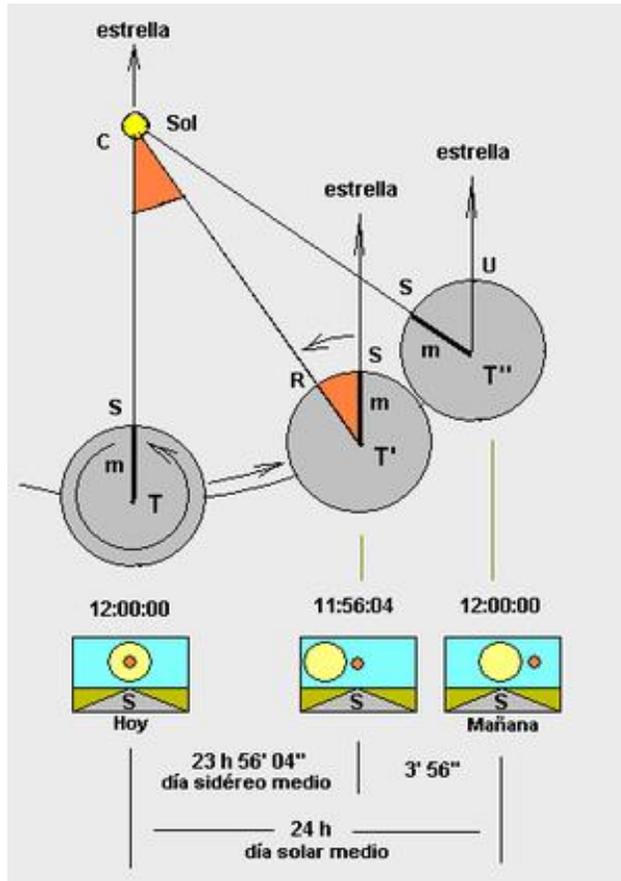


El mes sidéreo o con referencia a las estrellas lejanas, es más corto que el mes sinódico o con relación al Sol y por lo tanto entre dos lunas llenas, ya que la Tierra está en movimiento. <https://astronomiasimple.wordpress.com/>

Se denomina **culminación superior** de un astro, al paso del astro por el punto más alto sobre el horizonte del observador. El **día trópico** es el intervalo de tiempo entre dos culminaciones unívocas del punto vernal. Si con alguna aproximación, para efectos prácticos el tiempo sidéreo se mide por el ángulo horario del punto vernal, entonces el día solar verdadero, a diferencia del anterior, es el intervalo entre dos culminaciones superiores o inferiores consecutivas del Sol, razón por la cual el tiempo solar verdadero se mide por el ángulo horario del Sol. Si el inicio del **día sidéreo** es la culminación superior del punto vernal, mientras que el comienzo del **día solar** es la medianoche, entonces **el tiempo solar** es igual al ángulo horario del Sol más 12 horas. La duración del día solar verdadero, en el transcurso del año, varía como consecuencia de la velocidad no uniforme del Sol por la eclíptica, y también por la inclinación entre el plano de la eclíptica y el ecuador celeste ($23^{\circ} 27'$). Igualmente, durante largos períodos de tiempo la tasa de rotación de la Tierra, o sea, la duración del día solar medio, no es constante; esto resulta fundamental para comprender el año tropical, o sea el tiempo requerido para que el Sol realice un ciclo completo de las estaciones y regrese a la misma longitud eclíptica.

- Un año tropical llamado también año solar es el tiempo que tarda el Sol en volver a la misma posición en el ciclo de las estaciones, visto desde la Tierra. ¿Y con relación al año sidéreo, qué? Sabemos que el año tropical es aproximadamente 20 minutos más corto que el tiempo que tarda la Tierra en recorrer su órbita, medido con respecto a las estrellas fijas (año sideral), y que por lo tanto el ciclo de las estaciones no está exactamente sincronizado con la posición del planeta en su recorrido alrededor del Sol; esto debido a la precesión de los equinoccios. Ver: [Isaac Newton](#).

Día solar medio



• Por ello aparece un nuevo concepto: "**Día solar medio**". Utilizando un Sol medio imaginario que se mueve uniformemente por el ecuador celeste, realizando una vuelta completa durante un año tropical. Sirve esto, dado que los relojes solo pueden cronometrar un valor medio y no el ritmo variable de la posición aparente del Sol en la eclíptica, dados los cambios de velocidad de la tierra alrededor del Sol, en su órbita.

• El **año sidéreo**, es el período necesario para que el Sol ocupe la misma posición en la órbita aparente respecto a una estrella fija, y equivale a 365,2564 días solares medios.

• El **año tropical** es una revolución de la Tierra alrededor del Sol, hasta ubicarse nuevamente respecto de la misma estrella del fondo. Dicho año, es casi igual al año sidéreo, el que se toma con relación al punto Vernal " γ "; pero el punto vernal por el movimiento de precesión, modifica su posición respecto a las estrellas del fondo en 50,26" por año.

• El **tiempo solar medio** se mide por el ángulo horario del Sol medio. La duración de este día es constante. La ecuación de tiempo es igual al tiempo medio menos el tiempo verdadero y por lo tanto, será igual a la ascensión recta del Sol verdadero menos la del Sol medio. Esas diferencias entre los tiempos medio y verdadero a lo largo del año se publican en las **efemérides** de cada año, en el Calendario astronómico del año en curso.

• Si llamamos **m** el tiempo solar medio, **s** el tiempo sidéreo y **So** el tiempo sidéreo a mediodía, expresado en **m** horas, la **conversión de un tiempo sidéreo en intervalo de tiempo solar medio**, se da por la fórmula:

$$S - S_0 = m + (3\text{min } 56\text{ seg}) m / 24$$

Ver: [Elementos de Astrofísica y Las Estrellas](#) .

Ecuación de Tiempo 1

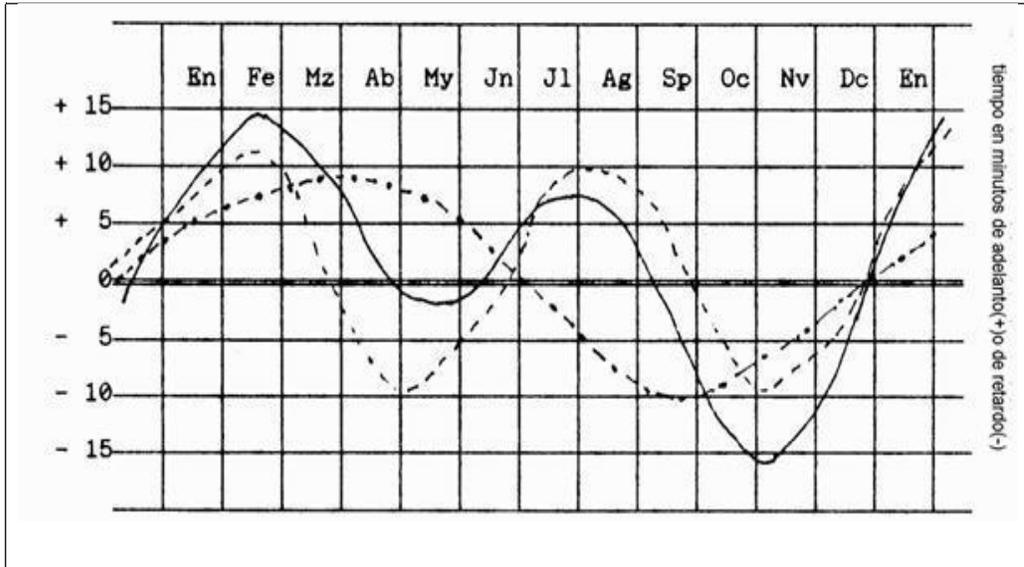


Imagen: La ecuación de tiempo: — Ecuación de Tiempo; --- Función de la inclinación de la eclíptica; ·-·-·- Función de la excentricidad de la órbita terrestre.
Fuente:

- Se llama Ecuación de Tiempo a la expresión **W** que permite evaluar cada día los minutos que tarda o que se adelanta el Sol, en su paso por el meridiano, con relación al reloj: **m** es el tiempo del reloj de pulso con cronómetro y **v** el tiempo verdadero en el cual pasa el Sol obtenido con la sombra en un reloj de Sol. Se trata aquí de encontrar la ecuación de empalme entre los dos relojes.

- Siendo **W** la diferencia entre el tiempo medio **m** y el verdadero **v**, tendremos que la diferencia es mayor a comienzos de noviembre, cuando el tiempo solar medio está a más de 16 minutos por detrás del tiempo solar aparente, y a mediados de febrero cuando el tiempo solar medio va más de 14 minutos por delante del tiempo solar aparente. Los dos son iguales cuatro veces al año, el 15 de abril, el 14 de junio, el 1º de septiembre y el 25 de diciembre.

- Siendo la ecuación de tiempo, una función que puede representarse con $W = m - v$, tenemos en el siguiente diagrama el valor de **W en minutos, a lo largo del año** -ver la línea continua- cuya ordenada es la suma de las ordenadas de las funciones **m** y **v**.

- Ver: [Guía astronómica](#).

Ecuación de Tiempo 2

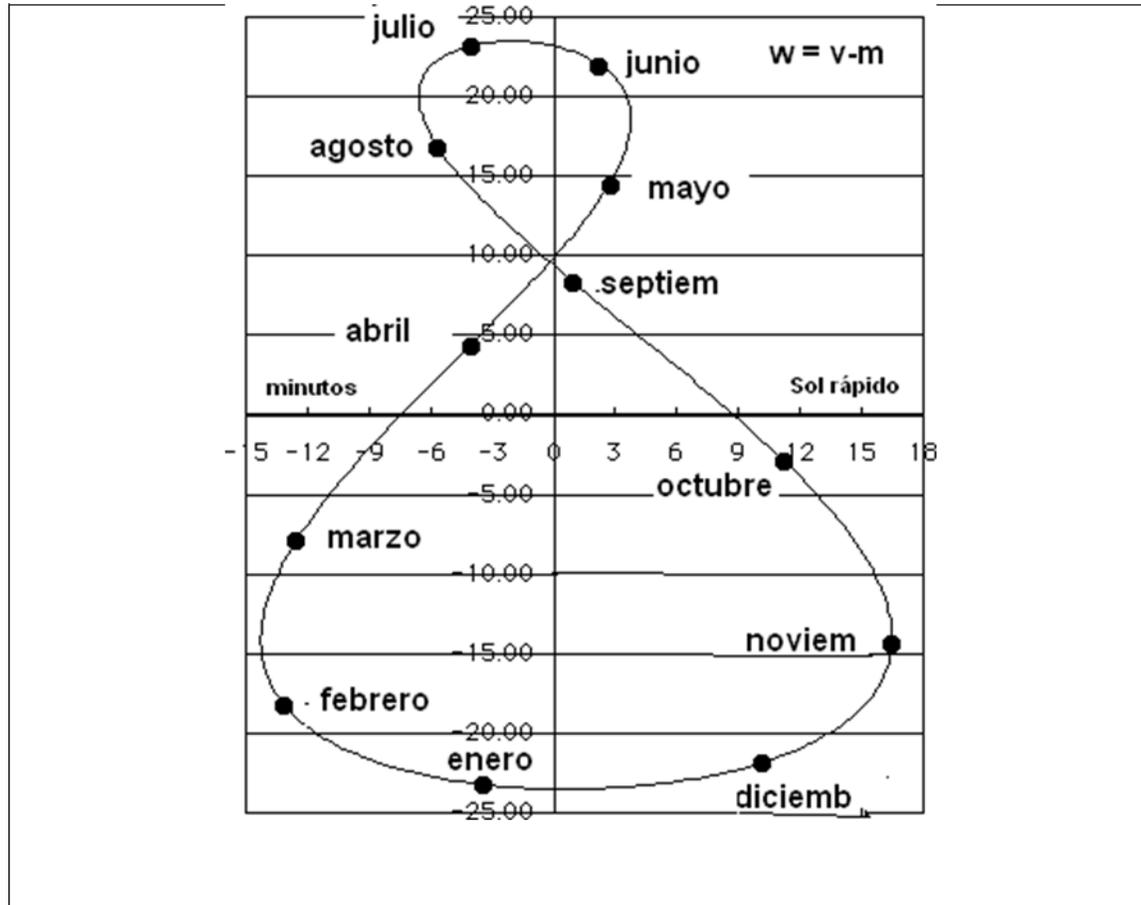


Imagen: Analema solar expresando de otra forma la diferencia del tiempo verdadero menos el tiempo medio. Fuente, Diccionario Rioduero de la Física y el Espacio.

- También se puede representar la ecuación de tiempo con el analema o curva adjunta.

$$W = m - v$$

- En ella, “W” es la diferencia “v” menos “m”, por lo que los datos se ofrecen con signo contrario a los de la gráfica anterior.
- Se puede aproximar por la siguiente fórmula.

$$E = 9.87 \cdot \text{sen}(2B) - 7.53 \cdot \text{cos}(B) - 1.5 \cdot \text{sen}(B)$$

- Donde

$$B = 360 \cdot \frac{N - 81}{365} \quad N = \text{día del año}$$

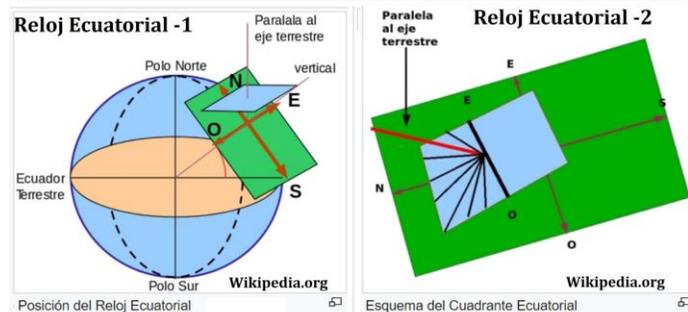
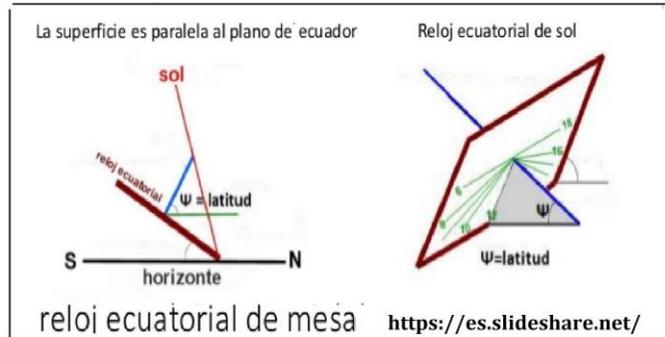
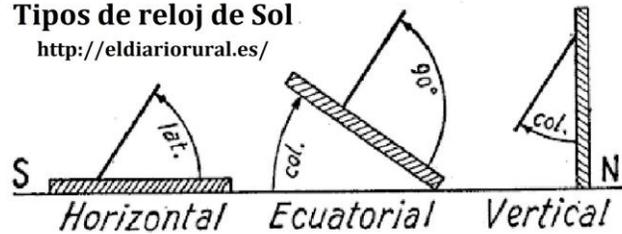
Cuando se lee el tiempo en un reloj de Sol, pueden darse errores en la lectura de la hora, dado que el reloj de Sol marca tiempo solar real o verdadero y el cronómetro tiempo solar medio u oficial .

Ver: [Guía astronómica](#).

El reloj de sol

Tipos de reloj de Sol

<http://eldiariorural.es/>



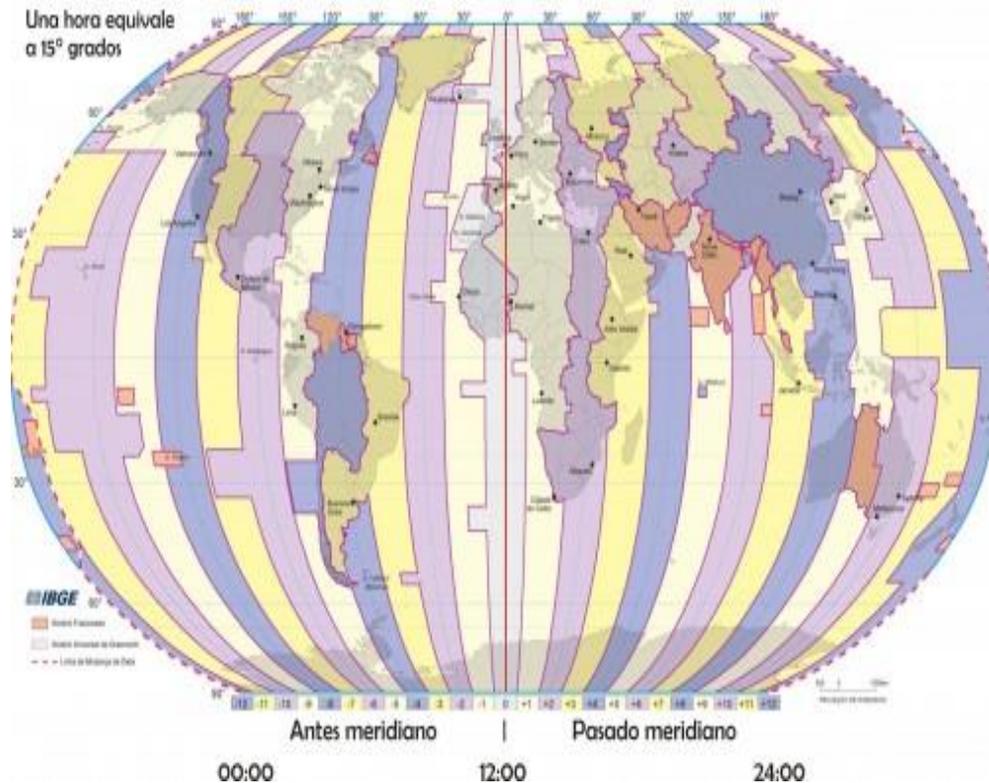
Relojes de Sol en el diario rural, y Reloj Ecuatorial en: <https://es.slideshare.net/> y en <https://es.wikipedia.org/>

- El reloj solar es un instrumento usado desde tiempos remotos para medir el paso de las horas. También se denomina cuadrante solar, y consiste en un **gnomon o estilete** sobre una superficie donde proyecta su sombra sobre una escala que mide el tiempo según la posición del Sol valla cambiando con su movimiento diurno.
- Según la disposición del **gnomon** y forma de la escala, se pueden medir diferentes tipos de tiempo; el más habitual es el **tiempo solar aparente**. Existen varios **tipos de reloj de sol**; entre ellos: R. Ecuatorial, R. Horizontal, y R. Vertical, según se disponga la superficie de proyección de la sombra. Ver imagen superior, donde se alude a la **Latitud** y a la **Colatitud**.
- En el R. Ecuatorial, el **gnomon o estilete es paralelo al eje de rotación de la Tierra**, y se cuenta con una **superficie plana perpendicular al gnomon**, y por lo tanto **paralela al plano del ecuador terrestre**, para proyectar sobre el la sombra. Para el **trazado de las líneas horarias sobre el cuadrante**, se dibuja un círculo con el centro en el polo del cuadrante y **se divide en 24 partes de 15°**. Posteriormente se trazan los 24 radios correspondientes a la división anterior. Lo anterior, dado que **la altura del Sol sobre el horizonte**, cambia 15° por cada hora transcurrida.
- La dirección de la sombra del estilete, cae sobre el radial de la hora correspondiente, y todas ellas a lo largo del día son simétricas con relación a la sombra de las 12 meridiano, si el reloj esta orientado correctamente con el **meridiano del lugar -salvo el corrimiento asociado al uso horario**. Ver las imágenes central e inferior.
- Aun mas, **si el reloj es de gran tamaño**, la extensión o longitud de las sombras para cada hora, mes a mes permite trazar puntos en cada radio, que al unirse generan las líneas del calendario.

• Ver: [Mecánica Planetaria](#)

Tiempo Universal

MAPAMUNDI DE LAS ZONAS HORARIAS



Colombia adoptó, mediante la ley 91 de 1914, el uso horario GMT -5 para todo el territorio nacional. Imagen: Zonas horarias, en: <https://ameliecalot.wordpress.com/>

• **Tiempo Universal TU; Tiempo de Efemérides TE, Tiempo del Meridiano de Greenwich GMT, y Tiempo Dinámico TD.** En los observatorios hay generalmente un reloj que marca el tiempo sideral del lugar, con el fin de hacer las observaciones, tomando como punto de partida el punto Aries o Punto Vernal.

• El tiempo sideral de **Greenwich** puede venir tabulado en los almanaques astronómicos, a fin de transformar el tiempo sideral local en éste último, según nuestra longitud astronómica. Otras escalas de tiempo, además del tiempo medio de Greenwich (GMT), son: el universal (TU), el de efemérides (TE) y dinámico (TD).

• Se denomina **tiempo universal** el tiempo zonal del meridiano de Greenwich.

• Pero hay defectos en la uniformidad de este tiempo basado en la rotación de la Tierra. Para uniformar la escala se recurre al tiempo newtoniano que se presenta en las efemérides, como tiempo de efemérides TE. Desde 1984 se utiliza el tiempo dinámico terrestre de gran utilidad en la mecánica celeste.

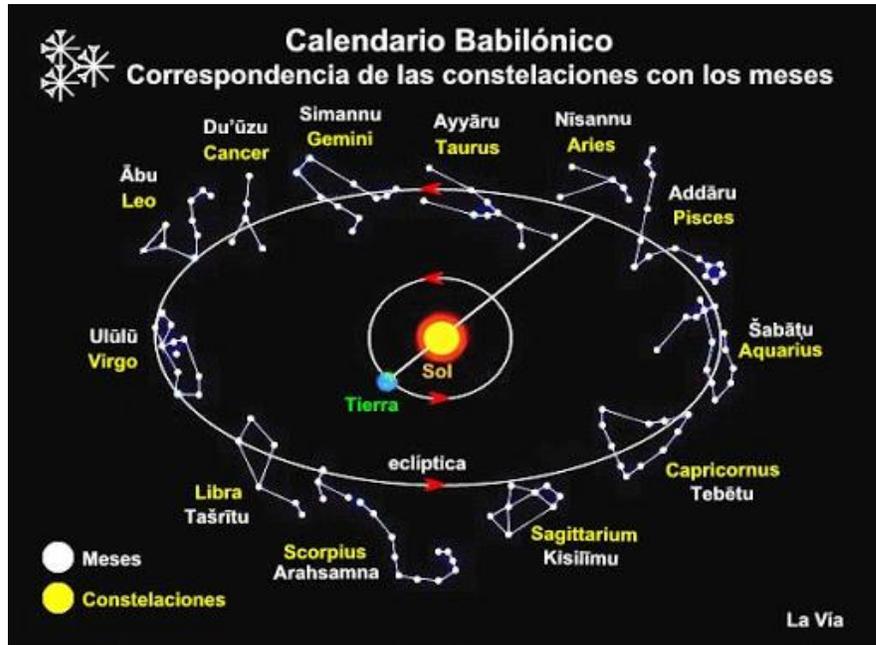
• En la Royal Canadian Institute el 8 de febrero de 1879, Sandford Fleming propuso que el horario universal estándar tuviera como meridiano de origen al Antimeridiano de Greenwich, denominado ahora como el meridiano de 180°. Por lo tanto, el tiempo de Greenwich es 12 horas inferior al TU; esto es:

$$\text{TU} - \text{GMT} = 12 \text{ horas}$$

• **Nota:** Colombia ha adoptado como su hora oficial, el Tiempo Universal Coordinado (UTC) menos 5 horas.

Ver: [Elementos de Astrofísica y Las Estrellas](#) .

Calendarios



Calendario babilónico, y constelaciones, en <http://www.lavia.org/>

- Antes de Galileo el concepto de tiempo que manejaba la humanidad, era el de un **tiempo discreto**: día, semana, mes, año... Entre una y otra puesta del Sol se tenía el día, cada fase de la Luna daba la idea de una semana, entre una Luna nueva y la siguiente el lapso era un mes, entre una primavera y otra, o entre dos posiciones homólogas entre el Sol y una constelación, se tenía el año. Después de Galileo el tiempo se comprende como una **función continua**: la velocidad con la cual se desplazan los objetos y la aceleración como una variación de la velocidad, son dos magnitudes que suponen el transcurrir continuo del tiempo.

- Nos ocuparemos aquí del tiempo en su primera versión. Esa dimensión siempre fue importante para el hombre que depende de los ciclos de la caza, la pesca y las cosechas de la tierra. También lo es hoy si comprendemos la ciudad, desde el punto de vista cosmológico, como el espacio reticulado controlado por la hora.

- Los calendarios suelen ser solares, lunares y lunisolares: veamos

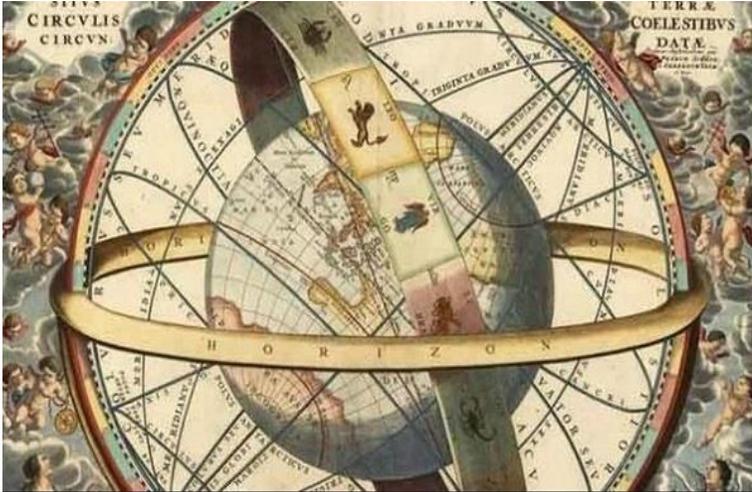
- **Calendario solar**: basado en el movimiento anual de la Tierra alrededor del Sol.

- **Calendario lunar**: basado en el ciclo de las fases de la Luna en el que 12 meses sinódicos constituyen un año lunar.

- **Calendario lunisolar**: toma en consideración tanto las estaciones del año como las fases de la Luna. Si el año solar se define como un año tropical, entonces un calendario lunisolar dará una indicación de la estación; si se toma como un año sideral, entonces el calendario predecirá la constelación cerca de la cual ocurrirá la luna llena.

- Ver: [Astronomía en la Edad Media y el Renacimiento](#).

Reformas calendáricas



La revolución de octubre tuvo lugar en noviembre según el calendario gregoriano, pero en la Rusia de los zares, quienes no eran afines al Vaticano, todavía regía por entonces el calendario juliano. Calendario, en <https://www.catalunyavanguardista.com/>

- Cayo Julio César o Gayo Julio César| (100-44 a. C.) fue un político y militar romano del siglo I a. C. Asesorado por el astrónomo egipcio Sosígenes corrigió el calendario en uso, dado el desorden de las intercalaciones, con lo cual las fiestas de la recolección no caían ya en estío, ni las vendimias en otoño. Ajustó el año al curso del sol, al suprimir el mes intercalado y aumentar un día cada cuatro años. Iniciado en el año 46 a. C., daba una extensión media de 365.35 días, algo más que la duración del año tropical; por esa razón el calendario juliano se iba desajustando lentamente de las estaciones.

- Calendario Gregoriano:** utilizado para la mayoría de los fines en el mundo, e iniciado por el papa Gregorio XIII en 1582. Se corrige un desfase que provenía de un inexacto cómputo del número de días con que cuenta el año trópico; según el calendario juliano que instituyó un año bisiesto cada cuatro, consideraba que el año trópico estaba constituido por 365,25 días, mientras que la cifra correcta es de 365,242189, o lo que es lo mismo, 365 días, 5 horas, 48 minutos y 45,16 segundos.

- La regla del calendario juliano** para fijar los años bisiestos (según la cual había que intercalar un día adicional cada cuatro años), **fue modificada** en el sentido de considerar años bisiestos, de 366 d, todos aquellos años cuyas dos últimas cifras fuesen exactamente **divisibles por 4, pero conservando** como años comunes, de 365 días, **aquellos años que, siendo un número entero de centenas, no son divisibles por 400**, por ejemplo: 1700, 1800, 1900, etc.; **si el año es múltiplo de 400 es bisiesto**, por ejemplo: 1600, 2000, 2400.

- Ver: [Astronomía en la Edad Media y el Renacimiento.](#)

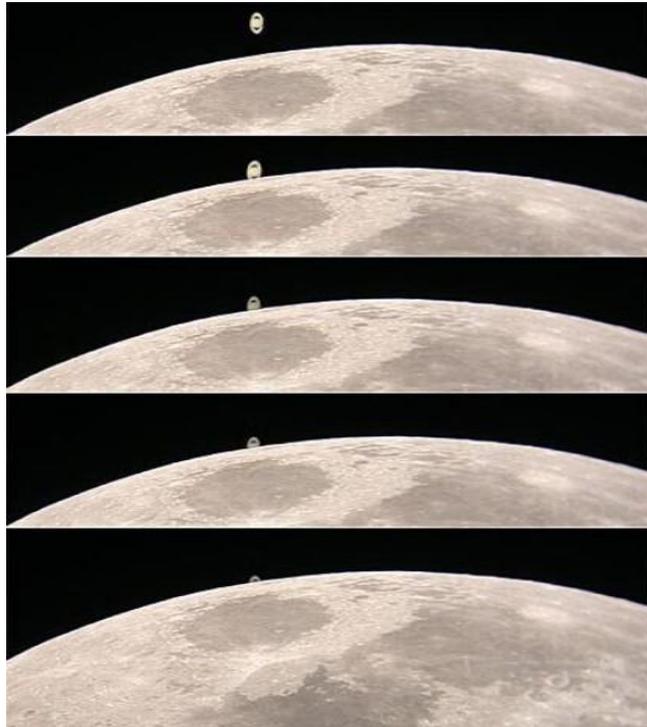
Duración del año y el mes



Stonehenge en el solsticio de verano, cuando el Sol alcanza su mayor altura y la duración del día es la máxima del año. Fuente, <https://www.visitarstonehenge.com/>

- **El año gregoriano** tiene una duración media de 365,2425 días solares medios, con lo cual acumula un error de aproximadamente un día cada 3300 años con respecto al valor actual del año tropical medio.
- **Año tropical** = 365 d 5 h 48 m 46 seg. o 365,24220 días solares medios. **El año tropical** es ligeramente más corto que el año sidéreo por la precesión del punto vernal hacia el Sol ; pero se pueden asumir iguales dada la insignificante diferencia de tiempo.
- **Mes sinódico** = 29 d 12 h 44 m 3 seg. o 29,53059 días solares medios. **El mes sinódico** dura más que el mes sidéreo, (27,3217 d s m).
- **El mes anómalo** es el tiempo que tarda la Luna entre dos perigeos. Ella recorre su órbita en 27,3216 días solares medios. **El año anómalo** es el tiempo que tarda la Tierra entre dos perihelios consecutivos, es decir, lo que demora la Tierra para recorrer su órbita. Es más largo que el año sidereal porque dura 365,2596 días solares medios contra 365,2564 días del año sidereal.
- **Año lunar:** duración de 12 meses sinódicos. El Año nuevo lunar es el comienzo de un año cuyos meses son ciclos lunares. Todo el año puede dar cuenta de un calendario lunar o un calendario lunisolar. En el Ciclo de Metón el año lunar tenía 354 días, dado que el mes lunar tenía 29 días y medio, ya que aunque en un año la luna realiza trece recorridos en torno a la tierra, si la luna hace un giro alrededor de la tierra en 28 días aproximadamente, como la Tierra avanza en su recorrido solar, a los 28 días hay que sumar un día y medio aproximadamente para que se repita la misma fase entre sol' tierra y luna..
- **Mes dracónico:** período transcurrido entre dos pasos de la Luna por el nodo: su plano tiene una inclinación de $5^{\circ} 9'$ con el plano de la Eclíptica $\sigma \sigma'$, aunque varía de $4^{\circ} 59'$ a $5^{\circ} 19'$ por la Nutación.
- Ver: [Guía astronómica](#).

Período entre configuraciones homónimas



Ocultación de Saturno, por la Luna. Martínez (Astronomical Society of Kansas City)

- A veces queremos saber cuándo vuelven a alinearse los planetas o a repetirse los eclipses. El problema empieza por calcular el intervalo entre una y otra conjunción u oposición. Ese intervalo de tiempo es lo que se denomina revolución sinódica de un planeta.

Planeta superior

$$1/T = 1/S + 1/P$$

Planeta inferior

$$1/S = 1/P + 1/T$$

- S = período sidéreo u orbital de un planeta alrededor del Sol
- T = duración de un año, en la Tierra (en las mismas unidades de S y P).
- P = intervalo de tiempo entre dos configuraciones homónimas del planeta (período sinódico).
- En el caso de la Luna, la revolución sinódica tiene una duración de 29 d 12 h 44 min 2,78 s, período que se le denomina lunación o mes lunar, ya que es el tiempo necesario para que la Luna vuelva a tener una posición análoga con respecto al Sol y a la Tierra.
- Ver: [Guía astronómica](#).

Tres ciclos



La doble rueda calendárica maya, cronológica y ritual, más la tercera que empleaban para contar las eras. El Calendario maya consiste en dos diferentes cuentas de tiempo, que transcurren simultáneamente. Imagen: Pinterest

- **Ciclo de Saros:** se denomina al período de $6585 \frac{1}{3}$ días (18 años, $11 \frac{1}{3}$ días); que es el intervalo de tiempo de 242 meses draconicos, después de cuyo transcurso la Luna vuelve a adoptar la misma posición respecto del Sol, la Tierra y la línea nodal, de forma que los eclipses de Sol y de Luna vuelven a repetirse con el mismo ciclo. En la antigüedad se empleó para predecir eclipses. Después de un eclipse solar o lunar dado, después de 9 años y 5,5 días (medio saros), se producirá un eclipse que es lunar en lugar de solar, o viceversa.
- Ver: [Isaac Newton.](#)
- **Ciclo Juliano:** intervalo de tiempo de 28 años, en el que después de su transcurso, los días de la semana vuelven a caer en el mismo día del mes del calendario juliano.
- **Ciclo Metónico:** se conoce como ciclo lunar. Es el intervalo de tiempo de 6140 días, iguales a 19 años solares, que son aproximadamente 235 meses lunares sinódicos (125 meses de 30 días, 110 de 29 días). Este ciclo reconocido por Metón el año 32 a.C.; es fundamento del calendario lunisolar griego.
- La rueda **calendárica**, en los calendarios mesoamericanos, es la combinación del **ciclo de 260 días** (Tzolkin en el Calendario maya, tonalpohualli en el calendario mexica) y el **de 365 días** (Haab en maya, xiuhpohualli en náhuatl, pije en zapoteco) que, para encajarse tardan un período de más o menos 52 años, o sea 18.980 días (el mínimo común múltiplo de 260 y 365).
- Ver: [Astronomía en América Precolombina.](#)

Los movimientos de la Tierra.

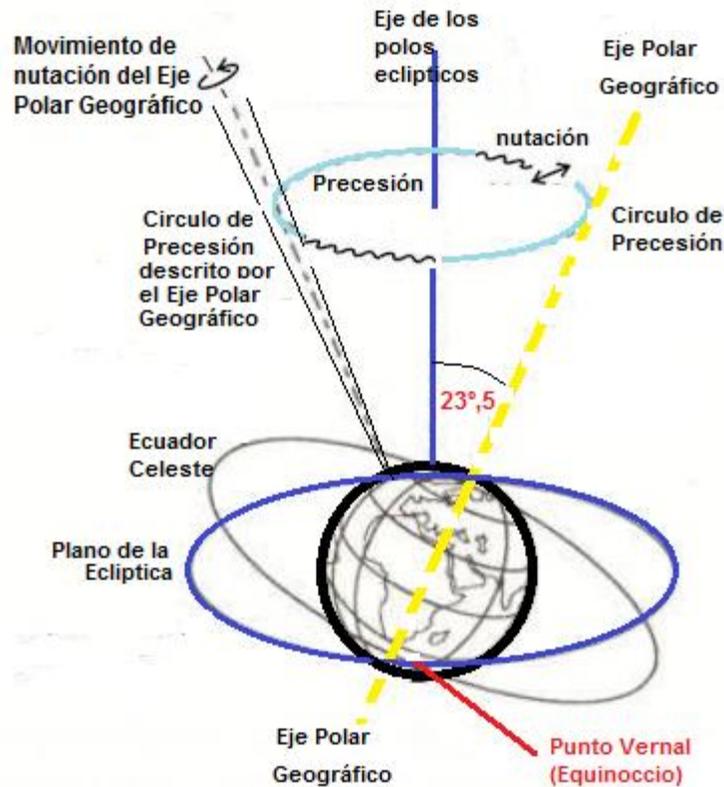


Imagen: La Precisión y la Nutación. In: [Guía astronómica](#).

- Aunque son populares la Rotación y Traslación terrestres como causa del día y el año y en menor grado los movimientos de Precesión y Nutación, también se ha encontrado un quinto movimiento de bamboleo del eje polar. Estos son en consecuencia los cinco movimientos de la Tierra:
- El de **Rotación**, consistente en un giro sobre su propio eje y en dirección oeste-este, cuyo período es de 23 h 56 m 4 s; por él se explica el intercambio del día y la noche.
- El de **Traslación**, por el que describe la órbita alrededor del Sol en 365 d 5 h 48 m y 46 s, recorriendo 936 millones de Km a una velocidad de 29,8 k/s; en el afelio, a comienzos de julio la distancia Tierra-Sol es 152 millones de Km y en el perihelio de 147 millones de Km.
- El de **Precesión**, consistente en un movimiento de peonza, en el que el eje polar o de rotación, por su oblicuidad de $23^{\circ} 27'$ describe un cono circular en un lapso de 25800 años; la precesión se debe a las fuerzas gravitacionales del sistema Sol-Luna, y a la forma elipsoidal de la Tierra.
- El movimiento de **Nutación** provocado por el efecto gravitatorio de la Luna, consistente en un cimbreo del eje polar, que se da conforme describe el círculo de precesión, provocando picos de 700 metros respecto a la trayectoria circular. Dicho movimiento es cíclico, y cada episodio dura algo más de 18 años y medio. La nutación fue descubierta en 1728 por James Bradley, y dada a conocer en 1748.
- **Finalmente, el Bamboleo de Chandler**, un movimiento descubierto en 1891 cuyo origen que no se conoce, produce una variación de 0,7 segundos de arco en el periodo de 433 días del eje giratorio de la Tierra, ocasionando un giro circular de los polos geográficos terrestres, de entre 3 y 15 metros de diámetro.
- En el año 2006, ocurrió algo que dejó atónitos a los científicos: durante seis semanas este movimiento dejó de sucederse, para después volver a tener lugar. De la misma forma que no se sabe por qué ocurre, tampoco pudo conocerse la razón por la que se detuvo durante este tiempo.
- Ver: [Mecánica Planetaria](#)

Los movimientos de la Luna.

- La Luna es nuestro satélite natural, y por tanto **gira alrededor de la Tierra** a una distancia media de 384.400 kilómetros, aunque la distancia real varía a lo largo de su órbita.
- La Luna gira y orbita la Tierra de occidente a oriente, en un movimiento que permite distinguir **dos períodos de revolución**: el sidéreo, tomando como referencia una estrella, de 27 d 7 h 43 m y 11,47 s, y el sinódico, tomado con relación al Sol (llamado también lunación o mes lunar), de 12 h 44 m y 2,78 s.
- La rotación de la Luna sobre su eje tiene una duración igual al mes sidéreo, por lo que **siempre presenta la misma cara vista desde nuestro planeta**. A pesar de ello, desde la Tierra se ve algo más de un hemisferio lunar (59% de su superficie), debido a unos balanceos aparentes llamados libraciones, como consecuencia del movimiento de rotación de la Tierra y de la inclinación orbital.

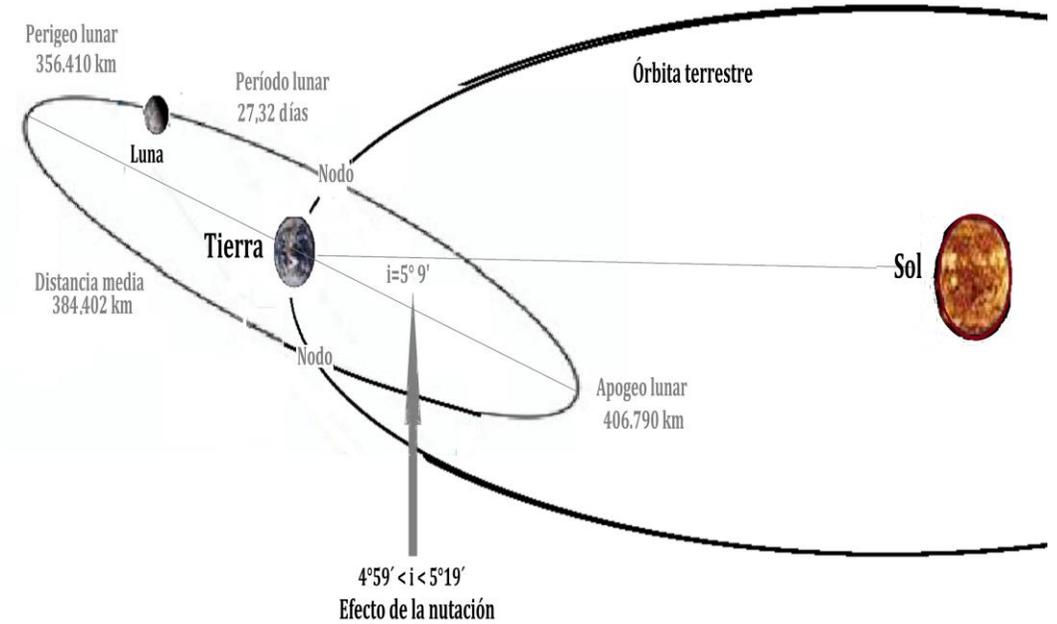


Imagen: Órbita lunar, con su inclinación respecto a la eclíptica, y distancia a la Tierra, variables.

- La **libración o desplazamiento de oeste a este** cuyo movimiento aparente se produce de este a oeste se debe a la atracción terrestre, mientras **la libración en la latitud o de norte a sur** como efecto de la inclinación de su órbita lunar respecto de la eclíptica.
- La Luna **posee otros movimientos**, como el retrógrado de los nodos, con una duración de 18,6 años, y otro más que afecta la línea de los ápsides, o sea la recta que une apogeo y perigeo. El primero origina la llamada revolución anomalística. El movimiento de precesión de los equinoccios da lugar a la revolución trópica.
- **El mes anomalístico**, o tiempo medio que tarda la Luna en pasar por el perigeo, tiene una duración media de 27.55455 días solares medios.
- **El mes draconítico o dracónico** tiene una duración media de aproximadamente 27 1/5 días, y es el período entre dos pasos por el nodo ascendente, aunque la línea de los nodos no está fija sino que gira retrogradando y dando una vuelta completa en aproximadamente 18.6 años. Ver: [Mecánica Planetaria](#)



Museo Interactivo Samoga. UN Sede Manizales

Gracias

Gonzalo Duque-Escobar*. Profesor de la Universidad Nacional de Colombia. Manizales, Septiembre 27 de 2020. Fuente, Capítulo 4 de la Guía Astronómica.

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/3252/guiaastronomica.pdf>

Portada: Secuencia de la Luna, en: <https://emilyjacobi.com/>

Contraportada: Museo Interactivo Samoga. U.N. de Colombia Sede Manizales.

Enlaces del OAM de la UN

| | | | | | |
|---|---|---|---|--|---|
| <p>A propósito de los 70 años de la U.N. Sede Manizales.</p> <p>Acciones frente al clima y el “desarrollo”.</p> <p>Acecha El Niño fortalecido por el calentamiento</p> <p>Acuerdo Climático: avance necesario pero insuficiente.</p> <p>Adaptación al cambio climático para Manizales.</p> <p>Agua como bien público.</p> <p>Agua, ordenamiento territorial y desastres.</p> <p>Agua y Clima en Colombia.</p> <p>Aire urbano contaminado... ¿qué hacer?</p> <p>Albert Einstein en los cien años de la Teoría de la Relatividad.</p> <p>Antropoceno... ¿concepto cultural o geológico?</p> <p>América Latina: oportunidades en la economía del conocimiento.</p> <p>Antropoceno... ¿concepto cultural o geológico?</p> <p>Año Internacional de la Astronomía 2009.</p> <p>Aspectos geofísicos de los Andes de Colombia.</p> <p>Astronomía en América Precolombina.</p> <p>Astronomía en Colombia: procesos y regalías</p> <p>Astronomía en la Edad Media y el Renacimiento.</p> <p>Astronomía, petróleo y río, en Barrancabermeja</p> <p>Atlantis cierra la era del transbordador.</p> <p>ASAFI: testimonio de la vitalidad cultural del Valle</p> <p>Bosques, Cumbre del Clima y ENSO.</p> <p>Caldas, el precursor de la ciencia neogranadina.</p> <p>Caldas en la Biorregión Cafetera.</p> <p>Calendario de eclipses de 2019.</p> <p>Calentamiento global en Colombia</p> <p>Cambio Climático en Caldas.</p> | <p>Catálogo del Archivo Histórico del OAN.</p> <p>Cátedra “José Celestino Mutis”</p> <p>Cien años el universo relativista de Einstein.</p> <p>Ciencia Entre Manglares - San Andrés.</p> <p>Ciencia, Protociencia y Seudociencia</p> <p>Ciencia, saberes, empleo y ruralidad, en el PND 2010-2014.</p> <p>Ciencia, Tecnología, Desarrollo y PIB en Colombia.</p> <p>Ciencia, Tecnología y Emprendimiento – CT&E.</p> <p>Ciencia, tecnología y ruralidad en el POT de Caldas.</p> <p>Ciencia, Tecnología Y Sociedad, CT&S.</p> <p>Ciencia y contaminación en La Luna: a propósito del KAGUYA.</p> <p>Ciencias aeroespaciales: retos temáticos y organizacionales para el PND.</p> <p>Ciencias Naturales & CTS.</p> <p>Cincuenta años de la llegada del hombre a la Luna.</p> <p>Clima: las heladas en Colombia.</p> <p>Colombia en UNAWÉ</p> <p>Colombia habla sobre asteroides, meteoros y chatarra espacial</p> <p>Colombia, por un desarrollo satelital.</p> <p>Colombia Tropical ¿y el agua qué?</p> <p>Colombia, trópico andino y agua.</p> <p>Con tecnología de punta se actualiza el Planetario de Bogotá.</p> <p>Contexto en Astronomía del OAM</p> <p>CTS, Economía y Territorio.</p> <p>Cuarta Escuela de Astronomía y Astrofísica del OAN.</p> <p>Cultura y Astronomía (CyA)</p> <p>Cumanday, ¿el león dormido?</p> <p>Curso de capacitación CIDEAMA.</p> <p>Desafíos del Complejo Volcánico Ruiz-Tolima.</p> <p>Desarrollo y revoluciones tecnológicas.</p> <p>Día Internacional de La Tierra – Colombia.</p> | <p>Diálogos con el Territorio y Gestión del Riesgo Natural.</p> <p>Dinámicas del clima andino colombiano.</p> <p>Eclipses solares de 2017</p> <p>Educación e investigación, para la construcción de la Nación</p> <p>Eje Cafetero: Cambio climático y vulnerabilidad territorial.</p> <p>Eje Cafetero: construcción social e histórica del territorio.</p> <p>Enlaces del Observatorio Astronómico de Manizales.</p> <p>El 2008 tendrá un segundo más.</p> <p>El analfabetismo en Colombia</p> <p>El Bosón de Higgs.</p> <p>El desarrollo urbano y económico de Manizales.</p> <p>El día mundial del Medio Ambiente.</p> <p>El inestable clima y la crisis del agua.</p> <p>El Futuro de la Ciudad: caso Manizales.</p> <p>El Gran Telescopio Canarias</p> <p>El misterioso lado oscuro del universo.</p> <p>El Parque Explora de Medellín: En C&T un Proyecto de Ciudad.</p> <p>El porqué de los aguaceros en Colombia.</p> <p>El quehacer de los astrónomos en Colombia</p> <p>El remoto pasado de nuestro mundo</p> <p>El Río Cauca en el desarrollo de la región.</p> <p>El territorio caldense, ¿un constructo cultural? – UMBRA.</p> <p>El Territorio del Río Grande de La Magdalena.</p> <p>El Universo.</p> <p>El Universo acelerado.</p> <p>El camino a las estrellas.</p> <p>El calentamiento global arrecia... ¿y las heladas qué?</p> <p>El X Encuentro de la Red de Astronomía de Colombia RAC</p> | <p>Elementos de Astrofísica y Las Estrellas.</p> <p>Encuentro del Asteroide 2011 MD, con la Tierra.</p> <p>F J de Caldas y J Garavito Armero.</p> <p>Fisiografía y geodinámica de los andes de Colombia.</p> <p>Galileo: el conflicto entre razón y poder</p> <p>Geociencias y Medio Ambiente.</p> <p>Geomecánica.</p> <p>Geotecnia para el trópico andino.</p> <p>Gestión del Riesgo Natural en Colombia.</p> <p>Gobernanza Forestal en la Ecorregión Andina.</p> <p>Guía astronómica.</p> <p>Historia de la Astronomía: Edad Media y Renacimiento.</p> <p>Huella hídrica en Colombia.</p> <p>Huracán Iota: el tifón que abate a San Andrés.</p> <p>Huracanes y Terremotos acechan.</p> <p>Innovación del Guion Museístico de Samoga.</p> <p>Ingeniería, incertidumbre y ética.</p> <p>Introducción a la teoría económica.</p> <p>Isaac Newton.</p> <p>José María González Benito (1843-1903)</p> <p>Juno auscultaría en Júpiter origen del Sistema Solar.</p> <p>La IV Escuela Colombiana de Astronomía y Astrofísica del OAN.</p> <p>La astronomía en América precolombina.</p> <p>La astronomía en Colombia: perfil histórico.</p> <p>La Astronomía en la Apuesta de Medellín por la Ciencia</p> <p>La astronomía es a Chile lo que la biodiversidad a Colombia</p> <p>La Comisión Colombiana del Espacio.</p> <p>La cosmología de Stephen Hawking.</p> <p>La economía en la era del conocimiento.</p> <p>La farsa de las dos lunas en cielo.</p> | <p>La Gran Cuenca Magdalena-Cauca. La Luna.</p> <p>La Luna Roja de Octubre 8 de 2014.</p> <p>La Universidad Tecnológica de Pereira y su Planetario U.T.P.</p> <p>Laderas del Trópico Andino: caso Manizales</p> <p>Laderas del Trópico Andino: caso Manizales.</p> <p>Laudato sí: El Cuidado de la Casa Común. Memorias.</p> <p>Las Cuatro Estaciones y el Cambio Climático.</p> <p>Las cuentas del agua en Colombia.</p> <p>Las estrellas.</p> <p>Las galaxias.</p> <p>Las Revoluciones Tecnológicas.</p> <p>Lecciones de la Comisión Corográfica: un reto para el urbanismo de hoy</p> <p>LHC tras “la partícula de Dios”</p> <p>Libros U.N. de GDE.</p> <p>Los albores de la civilización.</p> <p>Los seis eclipses del 2020.</p> <p>Llegó La Niña... ¿Y entonces?</p> <p>Mecánica Planetaria.</p> <p>Misiones Galileo y Cassini a los Planetas Jovianos.</p> <p>Modelo académico administrativo para el Planetario de Manizales.</p> <p>Museo Interactivo Samoga: 2001-2015.</p> <p>NASA: Asteroide Florence se acerca a la Tierra.</p> <p>Nobel de Física a tres astrónomos.</p> <p>Observación del Cielo y Carta Celeste.</p> <p>Observatorio Astronómico de Manizales OAM.</p> <p>Otra prueba de la TGR: el agujero negro en M87.</p> <p>Periplo científico de Humboldt por América.</p> <p>Ponderación para informar del valioso trabajo astronómico de Pasto.</p> <p>Por una Red de Astrónomos Profesionales para Colombia.</p> | <p>Primer alunizaje en la cara oculta de la Luna.</p> <p>Prioridades para más doctores investigadores en Colombia.</p> <p>Problema “ALEPH”: planteamiento y solución a un problema topográfico.</p> <p>Protagonistas de la astronomía.</p> <p>Réquiem por la meteorología en Colombia</p> <p>Riesgo Sísmico: los terremotos y el caso de Colombia.</p> <p>Río Blanco, cuna de vida...</p> <p>Samoga en el Territorio de la Ecorregión Cafetera de Colombia.</p> <p>Significado de un bisiestro y balance del 2016.</p> <p>Sismo, bahareque y laderas.</p> <p>SisSol, clima y calentamiento global.</p> <p>Sol Lunas y Planetas del Sistema Solar.</p> <p>Subregiones del departamento de Caldas: Perfiles.</p> <p>Textos “verdes”.</p> <p>Tiempo y Calendarios.</p> <p>Tierra y ruralidad en Colombia.</p> <p>Tifón se bate sobre San Andrés.</p> <p>Tránsito de Mercurio del 2016.</p> <p>Tránsito de Venus en 2004..</p> <p>Tres décadas del Hubble.</p> <p>Últimos años: creación de La Escuela.</p> <p>UMBRA: la Ecorregión Cafetera en los Mundos de Samoga.</p> <p>Un nuevo modelo educativo.</p> <p>Un país con grandes retos ambientales.</p> <p>Un pacto con la sociedad y la naturaleza.</p> <p>Una proeza tecnológica y un desafío para los cosmólogos.</p> <p>Una mirada a los mares de Colombia.</p> <p>Videos de Samoga.</p> <p>Vulnerabilidad de las laderas de Manizales.</p> |
|---|---|---|---|--|---|

Fuentes y lecturas 1:

- [A Digital Books and Book Section UN.](#) Duque-Escobar, Gonzalo (2012) Textos digitales U. N. para los cursos del Profesor GDE.
- [Agenda U.N. de Eclipses para 2019.](#) Duque Escobar, Gonzalo (2019) [Objeto de aprendizaje - Teaching Resource] U.N. de Colombia.
- [Albert Einstein.](#) Duque Escobar, Gonzalo (2016) In: Contexto en Astronomía, Febrero 1 de 2016, Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales.
- [Astronomía en América Precolombina.](#) David Fernando Arbeláez Duque (2017) Contexto de Astronomía. OAM- U N de Colombia
- [Astronomía en la Edad Media y el Renacimiento.](#)- Claudia Torres Arango y Gonzalo duque Escobar (2020). Contexto en Astronomía. Observatorio Astronómico de Manizales. U.N. de C.
- [Atlantis cierra la era del transbordador.](#) Duque-Escobar Gonzalo (2011)
- [FJ de Caldas y J Garavito Armero.](#) Duque Escobar, Gonzalo (2020) U.N. de Colombia. Manizales, Colombia.
- [Capítulos virtuales para la enseñanza de las Ciencias de la Tierra y el Espacio.](#) VALLEJO VELÁSQUEZ, Juan Carlos (2015). U. N. de Colombia. Manizales..
- [Cien años del universo relativista de Einstein.](#) Duque Escobar, Gonzalo (2016) La Patria. Manizales.
- [Ciencias aeroespaciales: retos temáticos y organizacionales para el PND.](#) Duque Escobar, Gonzalo (2011) Circular Red de Astronomía de Colombia RAC (616).
- [Ciencias Naturales & CTS.](#) Duque Escobar, Gonzalo (2006). In: Primer Encuentro de Formación de Maestros Ondas, Junio de 2006, Manizales.
- [Cincuenta años de la llegada del hombre a la Luna.](#) Duque Escobar, Gonzalo (2019) [Objeto de aprendizaje – Teaching Resource] U.N. de Colombia.
- [Civilizaciones Mesoamericanas – Mayas: Cultura maya.](#) AGUIAR, Olga. (2000). In Monografías.
- [Colombia, por un desarrollo satelital.](#) Gonzalo Duque-Escobar. Observatorio Astronómico de Manizales OAM. Universidad Nacional de Colombia.

Fuentes y lecturas 2:

- [Cosmografía: cómo observar el cielo](#). David Fernando Arbeláez Duque. Observatorio Astronómico de Manizales - OAM
- [Cultura y Astronomía \(CyA\)](#). Duque Escobar, Gonzalo (2007) Universidad Nacional de Colombia [Objeto de aprendizaje – Teaching Resource] U.N. de Colombia.
- [De los números y su historia](#). Isaac Asimov, Orbis. Muy Interesante, 1984.
- [Desarrollo y revoluciones tecnológicas](#). Duque Escobar, Gonzalo (2017) Documento de trabajo. Manizales, Colombia.
- [El Bosón de Higgs](#). Duque Escobar, Gonzalo (2012) La Patria. Manizales
- [El camino a las estrellas](#). Gonzalo Duque-Escobar (2020). Observatorio Astronómico de Manizales OAM. Universidad Nacional de Colombia.
- [El misterioso lado oscuro del universo](#). Duque Escobar, Gonzalo (2017) [Objeto de aprendizaje] U.N. de Colombia. Contexto en Astronomía.
- [El Universo acelerado](#). Duque Escobar, Gonzalo (2011) Circular de la Red de Astronomía de Colombia RAC (629).
- [Elementos de astronomía de posición](#). PORTILLA BARBOSA, José Gregorio (2001). Ed: Unibiblos Colombia.
- [Elementos de Astrofísica y Las Estrellas](#). Duque Escobar, Gonzalo (2020) [Objeto de aprendizaje] U.N. de Colombia. Contexto en Astronomía.
- [GALILEO GALILEI](#). José E. Marquina (2009) In: “Galileo, 400 años de observación con telescopio”. Revista Ciencia de la UNAM.
- [Galileo y la nueva astronomía](#). Por Gerald Holton Harvard University. In: “Introducción a los Conceptos y Teorías de las Ciencias Físicas”. Rev, Stephen G. Brush University of Maryland. Trad J. J. Aguilar Peris. Editorial Reverté, S.A. 1989.
- [Guía astronómica](#). (Book) Duque Escobar, Gonzalo (2017). Manizales, Caldas, Colombia.
- [Isaac Newton](#). Duque Escobar, Gonzalo (2020) In: Universidad Nacional de Colombia. Curso de Contexto en Astronomía.
- [Julio Garavito Armero \(1865-1920\)](#) Duque Escobar, Gonzalo (2007) Tomado de: Guía Astronómica: La astronomía en Colombia: perfil histórico.
- [Juno auscultaría en Júpiter origen del Sistema Solar](#). Duque Escobar, Gonzalo (2016). Observatorio Astronómico de Manizales OAM, Manizales.
- [La astronomía en Colombia: perfil histórico](#). Duque Escobar, Gonzalo (2011) In: Curso de Contexto en Astronomía. U.N. de Colombia.

Fuentes y lecturas 3:

- [La constante cosmológica: ¿el gran error de Einstein?](#). Juan Manuel Tejeiro Sarmiento (2006) UN Periódico.
- [La Luna](#). Duque Escobar, Gonzalo (2009) [Objeto de aprendizaje – Teaching Resource] U.N. de Colombia. Curso de Contexto en Astronomía.
- [La Teoría de la Relatividad](#). Armando Martínez Téllez, (2009).
- [Leyes de Kepler](#). Por Enzo De Bernardini · Astronomía Sur.
- [Los albores de la civilización](#). Duque Escobar, Gonzalo (2009) In: I Encuentro Internacional de Culturas. Andinas, 20 Agosto de 2009, Pasto.
- [Los seis eclipses del 2020](#). Duque Escobar, Gonzalo (2020) Curso de Contexto en Astronomía. U.N. de Colombia.
- [Manual de geología para ingenieros](#). DUQUE ESCOBAR, Gonzalo. (2019) Universidad Nacional de Colombia. Manizales.
- [Mecánica Planetaria](#) - Gonzalo Duque Escobar. 2020. Observatorio Astronómico de Manizales OAM U.N. Universidad Nacional de Colombia.
- [Misiones Galileo y Cassini](#). TORRES Arango Claudia, Universidad Nacional de Colombia, Manizales. 2016.
- [Modelo académico administrativo para el Planetario de Manizales](#). Torres Arango, Claudia (2002), Universidad Nacional de Colombia. Manizales.
- [NOTICIERO SIDERAL. GALILEO GALILEI](#). Edición Conmemorativa del IV Centenario de la publicación de Sidereus Nuncius. Traducción del latín, a partir de la edición de Venecia 1610: Ramón Núñez Centella y José Manuel Sánchez Ron. MUNCYT. La Coruña y Madrid, 2010
- [Obras completas de Francisco José de Caldas](#), R.I. de la Universidad Nacional de Colombia (1966) Bogotá.
- [ÓRBITAS EN EL SISTEMA SOLAR: Leyes de Kepler, Cónicas, Movimiento orbital](#). Ana Inés Gómez de Castro. In: Introducción a la astronomía. Taller de Astronomía. Fac. Ciencias Matemáticas.
- [Otra prueba de la TGR: el agujero negro en M87](#). Duque Escobar, Gonzalo (2019) [Objeto de aprendizaje – Teaching Resource] U.N de Colombia.
- [Periplo científico de Humboldt por América](#). Duque Escobar, Gonzalo (2019) . OAM de la U.N. de Colombia, Sede Manizales. Colombia.
- [Primer alunizaje en la cara oculta de la Luna](#). Duque Escobar, Gonzalo (2019) Documentación.
- [Problema “ALEPH”: planteamiento y solución a un problema topográfico](#). Duque Escobar, Gonzalo (1984). Documento U.N. UN de Colombia.

Fuentes y lecturas 4:

- [Protagonistas de la Astronomía](#). Por: Claudia Torres Arango. Contexto en Astronomía. Observatorio Astronómico de Manizales. Junio de 2020.
- [Relatividad de Galileo](#). FERNÁNDEZ, Hugo. Curso de Relatividad Especial UTN de Argentina
- [Relatividad Especial y General](#). GERBER, Willy H. (2005) Instituto de Física. Universidad Austral de Chile. In: Asociación de Astronomía y Astronáutica. Relatividad para niños. El Adelantado de Indiana, Diciembre 2007, nº 7,
- [Relatividad para niños](#). CORRALES RODRIGÁÑEZ, Capi. El Adelantado de Indiana, Diciembre 2007, nº 7.
- [Significado de un bisiesto y balance del 2016](#). Duque Escobar, Gonzalo (2017). La Patria, Manizales, Colombia.
- [Sobre Hombros de Gigantes](#). HOYOS Patiño, Fabián. Hombre Nuevo Editores E. U. Colombia. 2001.
- [Sobre la teoría especial y general de la relatividad](#). EINSTEIN, Albert. The Albert Einstein Archives, Trad: Miguel Paredes Larrucea. The Jewish National & University. Library. The Hebrew University of Jerusalem, Israel. Alianza Editorial, S.A. Madrid..
- [Sol, clima y calentamiento global](#). Duque Escobar, Gonzalo (2014) Universidad Nacional de Colombia. La Patria. Manizales.
- [Sol, lunas y planetas](#). Claudia Torres Arango 2019. Contexto de Astronomía . Observatorio Astronómico de Manizales OAM
- [Stephen Hawking](#). Duque Escobar, Gonzalo (2020) In: Año Internacional de la Astronomía IYA 2009, Observatorio Astronómico de Manizales, OAM.
- [TIMEO](#). Edición de Patricio de Azcárate. In Platón, Obras completas, Tomo 6, Madrid 1872.
- [Tránsito de Mercurio](#). DUQUE ESCOBAR, Gonzalo (2016) [Objeto de aprendizaje – Teaching Resource] Universidad Nacional de Colombia,
- [Tránsitos Planetarios. Cálculo distancia Tierra-Sol a partir de imágenes de tránsitos planetas interiores \(Venus o Mercurio\)](#). Miguel Ángel Pío Jiménez; Juan Carlos Casado; Miquel Serra-Ricart; Lorrain Halon; y Luciano Nicastro. ACTIVIDAD 8. Instituto de Astrofísica de Canarias y FECYT; España.
- [Tres décadas del Hubble](#). Duque Escobar, Gonzalo (2020) Universidad Nacional de Colombia. La Patria. Manizales.