LEO

Año 2011 - Enero Febrero Marzo - Nº 97 www.astroleon.org ISSN: 1697-5170

La ciencia en el Séptimo Arte

Armageddon

Relatividad especial

Dilatación Temporal

Todos los nombres

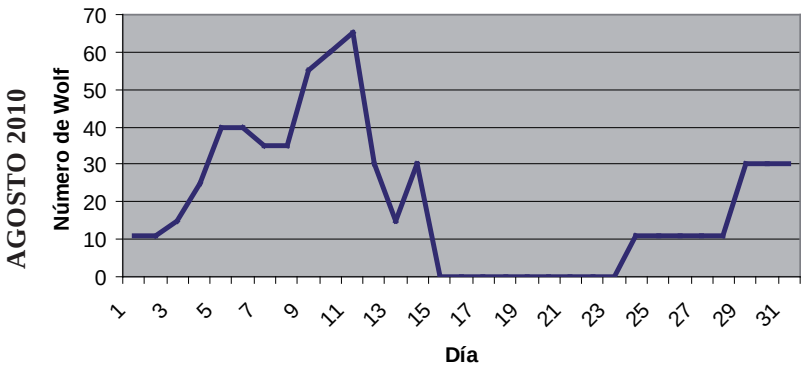
El espacio

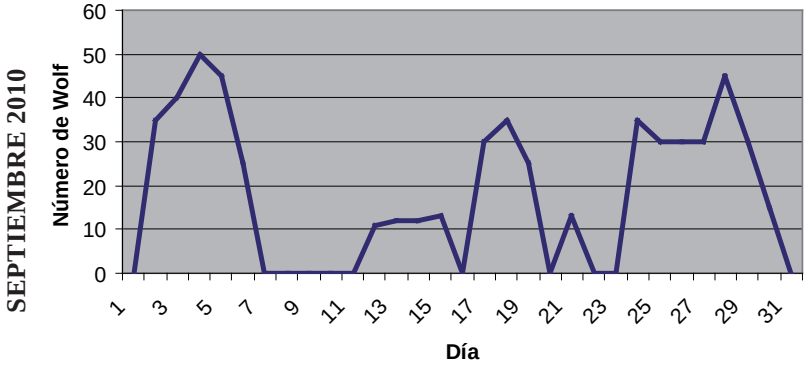
El universo Messier

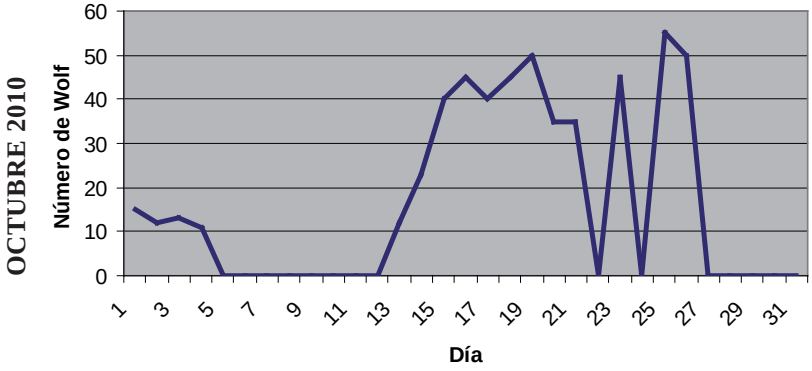
M30 y M31

ASOCIACIÓN LEONESA DE ASTRONOMÍA - APARTADO DE CORREOS 1236 - 24080 LEÓN

OBSERVACIÓN SOLAR







El número de Wolf en el último trimestre

Durante estos tres meses, el número de Wolf, que mide el grado de actividad en la fotosfera solar se ha mantenido casi constante, con una ligera tendencia al alza.

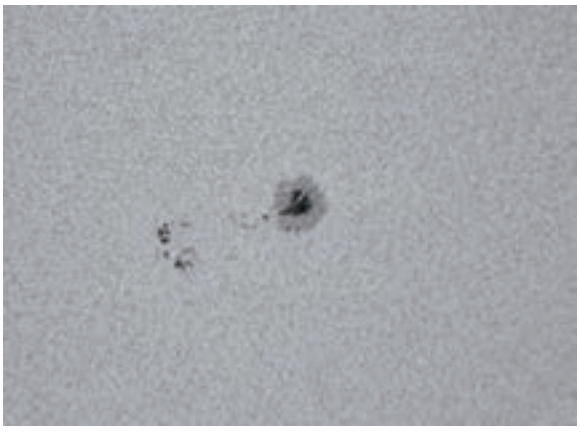
Las manchas han sido, preferentemente, grupos individuales. Sólo en los últimos días de septiembre apareció un grupo bastante desarrollado, con más de una mancha de moderado tamaño rodeadas de pequeños poros.

Lo importante es que, después de un mínimo solar que se prolongó más de la cuenta (el observador no ha conocido otro tan largo desde que en 1976 comenzó a controlar el Sol a diario), la actividad solar parece haber recobrado una ligera tendencia ascendente que es de suponer que persista hasta el próximo máximo, que ocurrirá, previsiblemente, hacia 2015 ó 2016.

José María Pérez

Actividad solar

Fotos Javier Fuertes



Región activa 1019

Región activa 1072

ASOCIACIÓN LEONESA DE ASTRONOMÍA

Presidente:
José Vicente Gavilanes
Vicepresidentes:
Javier Fuertes
Secretaria:
Beatriz Sánchez
Tesorero:
Alberto Pisabarro
Vocales:
Antonio Morán
Joaquín Pernia
José María Pérez

Edita:
Asociación Leonesa de Astronomía
Aptdo. de Correos 1236, 24080 León.
Imprime:
Celarayn S. L.

Revista de la Asociación Leonesa de Astronomía, Inscrita en el Registro Provincial de Asociaciones el día 7 de abril de 1986 con el nº 739.
ISSN: 1697-5170
Revista con depósito legal LE-858-1990

La redacción no se hace responsable del contenido ni de la opinión de los artículos firmados.

Contacto:
Observatorio: 987.216.364
email: leo@astroleon.org
www.astroleon.org

LEO
REVISTA DE LA ASOCIACIÓN LEONESA DE ASTRONOMÍA

Primer trimestre de 2011

Nº 97 Enero, Febrero y Marzo

PORTADA

M42, Fotografía de Alberto Pisabarro. Takahashi TSA 102. Cámara Sony Alpha 330. 126x30s exp. Apiladas con Deep Sky Stacker y procesadas con Pixinsight 1.6.

Núcleo de M31. Fotografía de Juan Ignacio. Refractor acromático de 150mm a F:8 sobre EQ6. 204x30s exp. Sumadas con DeepSkyStacker.

SUMARIO

Observación Solar 2
Carta del presidente 4
Noticias 5
Astronomía Quodlibetal 5
Todos los nombres
El espacio 6
Relatividad Especial
IV. Dilatación temporal 11
El Universo Messier
M30 y M31 17
La ciencia en el 7º arte
Armageddon 19
Efemérides anuales 23
Efemérides trimestrales 24

HUMOR

Esta viñeta es una traducción al español que puedes encontrar en http://www.thescientificcartoonist.com

CARTA DEL PRESIDENTE

Querido socio:

En el número anterior de Leo invitamos a todos los socios a compartir cena, como es tradicional en Navidad. Quienes deseen acudir pueden informarse por los medios habituales (teléfono, web…) en cuanto tengan en sus manos la revista, pues la fecha prevista es el sabado día 18 de diciembre a las 21.30 h. en el restaurante Siglo XX (C/ Fr. Luis de León, 26 –frente a El Corte Inglés-). Pretendemos disfrutar de la mesa y sobremesa quienes nos vemos todas las semanas en el Observatorio o en el CHF y quienes acuden de vez en cuando, quienes no pueden pasar por nuestra sede, quienes nos conocemos y quienes no, para conocernos. Se trata de facilitar un encuentro distendido y amable entre los aficionados a la Astronomía. Quedan, pues, invitados todos los socios a una cena que el año pasado no pudo celebrarse y que este, por ello, resulta imprescindible.

Déjese caer, querido socio, en esta tentación tan manida de las cenas navideñas, convertidas en tradición, porque estas fiestas, tan denostadas por el consumismo desenfrenado y la alegría obligada, son propiamente astronómicas. Sabe Vd. bien que, bajo los adornos, regalos, nacimientos, campanadas, lotería… late un hecho astronómico conocido desde tiempos remotos: el solsticio de invierno. El Sol, hundido en latitudes australes bajo el ecuador, detiene su descenso y comienza su ascensión hacia el trópico boreal. Es la fiesta del Sol invicto, celebrado por tantas culturas de nuestro hemisferio. El cristianismo simplemente sacralizó con sus ritos propios estas fechas ya señaladas por el paganismo, fijando el nacimiento de Jesús, el nuevo Sol de luz y vida.

Justamente por su origen astronómico, me he preguntado no pocas veces por qué se celebra la Navidad el 25 de diciembre cuando el solsticio ocurre el día 22. Cierto que son tres o cuatro días, pero suficientes para indagar la causa de este desajuste: los antiguos dominaban las cuestiones astronómicas lo suficiente como para no errar en ello. Si quienes cultivaron nuestra ciencia pudieron fijar la precesión de los equinoccios, que no alcanza ni un minuto de arco anual, este desfase de fechas no puede ser anecdótico. ¿A qué se debe, pues, que celebremos el 25 de diciembre un acontecimiento que ocurre el 22?

Discúlpeme si no he hallado la explicación correcta, por lo que sólo se la presento como posible: mi ignorancia no se atreve a ofrecer seguridad. La fiesta preferida por los romanos eran las saturnales, que empezaban el 17 de diciembre y terminaban con el natalicio del Sol invicto (Natalis solis invicti) el 25 de diciembre, fecha del solsticio invernal (en concordancia con el 25 de marzo, fecha del equinoccio vernal). La reforma juliana del calendario pecaba por exceso, pues el año civil resultaba más largo que el astronómico (unos cuarenta y cinco minutos cada serie de años bisiestos), cantidad despreciable si su efecto no se acumulara con los años y resultara un desfase de casi ocho días por milenio.

De esta forma, en el año 325 dC el calendario llevaba unos tres días de retraso respecto a las estaciones astronómicas, de modo que el equinoccio de primavera, en lugar de caer el 25 de marzo, se producía el 21 de ese mes. Aquel año se celebró el concilio de Nicea, que, entre otros asuntos, pretendía fijar la fecha de la Pascua. Ésta debía celebrarse en el primer domingo posterior al plenilunio de primavera, para lo cual era decisivo fijar el equinoccio vernal. A pesar de detectar algún error en el calendario Juliano, no se estableció ninguna reforma ya que, a falta de observaciones precisas, se supuso que los cálculos de Sosígenes –el mentor de la reforma de Julio César- podrían haber sido incorrectos al determinar la fecha del equinoccio. Por ello, en lugar de variar la duración del año –lo que hubiera supuesto una reforma del calendario para la que la Iglesia carecía de fuerza política y social-, se modificó la fecha del equinoccio, estableciéndola desde entonces en el 21 de marzo, con la única finalidad de fijar la Pascua cristiana.

Por su parte, la sociedad civil seguía celebrando las saturnales en las fechas tradicionales. De hecho, el emperador Aurelio proclamó, el 25 de diciembre del l año 274 dC, patrón principal del imperio al dios solar Mitra. La Iglesia, aunque modificó la fecha del inicio de las estaciones con el fin de fijar la Pascua, cristianizó las saturnales: el papa Julio I pidió en el 350 dC que el nacimiento de Cristo fuera celebrado el 25 de diciembre y así fue decretado por el papa Liberio en el 354. Con la expansión del cristianismo, la Navidad quedó en la fecha tradicional del antiguo solsticio invernal, aunque las estaciones, a partir del equinoccio de primavera, quedaron modificadas, corrigiendo así el desfase de la reforma juliana.

Cuando el papa Gregorio XIII, en 1582, introdujo la reforma que lleva su nombre, eliminó 10 días del calendario para que el equinoccio de primavera –que ocurría entonces el 11 de marzo, volviera a caer el 21 del mes-. Dicha reforma, que sustancialmente consistía en ajustar los años bisiestos de manera que los años divisibles por cien pero no por cuatrocientos dejasen de tener 366 días, es decir, dejasen de ser bisiestos, bien podía no haber suprimido aquellos diez días y dejar la fecha astronómica del equinoccio vernal de aquel año (11 de marzo) como válida para el futuro, o bien haber suprimido 15 días y devolver la fecha del equinoccio a la primitiva del 25 de marzo. Se prefirió dejar el 21 de marzo, quizá para mantener la corrección del concilio de Nicea, que determina la Pascua, y seguir celebrando la Navidad en el antiguo solsticio invernal.

Sea como fuere, disfrute Vd. de estas fechas solsticiales y celebre las fiestas del Sol invicto con salud para todo el año que comienza.

NOTICIAS

NUEVO TELESCOPIO DOBSON

Se ha adquirido un nuevo telescopio tipo Dobson, con seguimiento automatizado, para las actividades de observación pública. Echábamos en falta un equipo de estas características, que facilitan sobremanera las observaciones de este tipo. Se trata de un Dobson de 8'' y 1200mm de focal. Nos enviaron, por error, un telescopio sin motorización, que en vez de ser devuelto, fue adquirido por uno de nuestros socios, de modo que la equivocación ha resultado provechosa –al menos para la empresa distribuidora, y, sin duda, también para todos nosotros.

CENA DE NAVIDAD

Como se anuncia en la Carta del Presidente, la Cena de Navidad se celebrará el próximo día 18 de diciembre, sabado, en el restaurante Siglo XX, sito en C/ Fr. Luis de León, 26. El menú rondará los 25€ e incluirá entrantes y la posibilidad de elegir entre dos segundos platos. Os animamos a compartir juntos mesa y ocio y poder disfrutar de la compañía de colegas de afición.

Para apuntarse a la cena de Navidad mandadnos un correo a **leo@astroleon.org**, avisadnos a través del foro de la página web o llamad a la asociación 987216364 los lunes y los viernes a partir de las 22:00

CALEFACCIÓN

Puesto que sí es necesaria en esta época del año, dejó de funcionar la calefacción. Gracias a la insistencia y buen hacer de José Mª Pérez, se ha arreglado la avería a tiempo. Se trataba de un problema de competencia de ecosistemas, resuelto a martillazos: como en verano no se usa la caldera, un enjambre de avispas ocupó el tubo de la toma de aire y se instaló hasta las entrañas mismas de la caldera. Ha sido necesario romper el techo de escayola para acceder al respiradero, limpiar tubos y caldera, desinsectar… Total, una avería de quinientos treinta y pico euros. Tal como están las finanzas, estamos como una avispa en un bote. Eso sí, funcionar, funciona, por lo que las noches invernales, aunque siguen siendo igual de frías, son más llevaderas arrimándose uno a ratos a los radiadores del despacho.

木星

Parece ser que a los japoneses les gustan las fotos hechas por nuestros socios. Javier Fuertes ha conseguido publicar tambien una foto de Júpiter en la página de la Asociación de Observadores de la Luna y Planetas de Japón ***http://alpo-j.asahikawa-med.ac.jp/kk10/j101126z.htm***

ASAMBLEA GENERAL ORDINARIA

Mediante la presente nota se convoca a todos los socios a la Asamblea General Ordinaria, que tendrá lugar en el salón de actos del Observatorio el día 28 de enero de 2011, a las 20.30 h en primera convocatoria y a las 21.00h. en segunda y última, para tratar el siguiente:

ORDEN DEL DÍA

1.- Lectura y aprobación, si procede, del acta anterior.

2.- Informe y aprobación, si procede, de la gestión tanto económica como de actividades del ejercicio 2010.

3.- Nombramiento de secretario de la Asociación, vacante por renuncia.

4.- Ruegos y preguntas.

QUODLIBETAL

Autores:

José Vicente Gavilanes
Sergio Valbuena

La cuestión cuodlibetal pendiente preguntaba sobre s**i se ven las mismas estrellas desde cualquier lugar del mismo hemisferio.** En el planteamiento, ya se contestaba que "parece que no" y se pedía una explicación un tanto detallada.

Evidentemente, no se ve el mismo cielo desde puntos distintos, en latitud, del mismo hemisferio, por la misma y obvia razón de que el paisaje cambia cuando el viajero se traslada. En efecto, la latitud, la distancia en grados de un punto –de un observador- al ecuador, define el horizonte y la semiesfera visible de la bóveda celeste. Es claro que, si el horizonte es relativo al observador, pues depende de su ubicación, también lo es el cielo visible. Naturalmente, observadores que compartan latitud, pero no longitud –que es la distancia en grados de un punto al meridiano de referencia-, verán el mismo cielo estrellado, aunque a horas distintas.

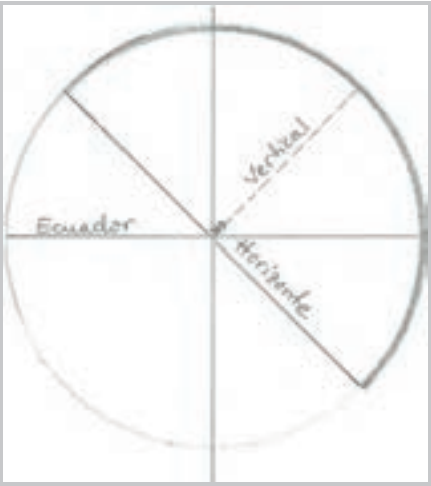
¿Será totalmente distinto el aspecto del cielo? Para observadores del mismo hemisferio, no, porque comparten algún punto de la bóveda: todos ellos verán la Polar (si se trata del hemisferio boreal), aunque en posiciones bien distintas. Quien se halle en el polo, a 90º de latitud norte, verá la Polar, inmóvil, en el cenit; quien se encuentre en el ecuador, a 0º de latitud, la verá sobre el horizonte. Todas las latitudes intermedias compartirán pedazos de cielo, según su latitud. Todo ello se dice de modo grosero, pues sabemos que la Polar no ocupa exactamente el polo norte terrestre, ni el horizonte

ASTRONOMÍA

es necesariamente una circunferencia perfecta, ni se ven sólo los astros que se hallan teóricamente por encima de él (la refracción de la luz permite ver el Sol aun cuando realmente ya esté bajo el horizonte…).

Estas toscas ilustraciones pretenden aclarar lo dicho, que, salvo error grueso, es obvio.

Es evidente que, si se mueve la vertical girando sobre el hemisferio superior, siempre habrá un punto que compartan las posiciones extremas



(vertical coincidente con el ecuador, latitud 0º y vertical coincidente con el eje, latitud 90º). Las posiciones intermedias compartirán porciones más o menos amplias, según su diferente distancia en latitud.

Si es cierto esto, resultará claro también por qué era de tanta importancia la Polar para la navegación: no sólo señalaba el norte –hasta el punto de que, cuando los navegantes portugueses y españoles atravesaron el ecuador, se hallaban desorientados, pues "habían perdido el norte"-, sino que servía para conocer la latitud mediante instrumentos sencillos: ballestilla, astrolabio… Sencilla es la pregunta cuodlibetal que se plantea: **¿por qué y cómo se puede determinar la latitud de un lugar mediante la estrella Polar?**

TODOS LOS NOMBRES

El Espacio

José Vicente Gavilanes

A Laura y Natalia, maestras y amigas

Excesivo *espacio* ha ocupado el registro de tantos nombres relacionados con la medida del tiempo. Desde hace dos años (enero 2009, *Leo* nº 89), este registrador ha hurgado en los diccionarios para aclarar los orígenes de los nombres de unidades, instrumentos, historias y curiosidades que tienen que ver con la medida del tiempo (calendario, año, mes, día, hora, minuto…). Ha disfrutado y aprendido no poco compartiendo cada trimestre con los lectores sus hallazgos –triviales unos, sorprendentes otros, gratificantes todos-, de modo que a ti, amable lector, debe gratitud este aprendiz de notario.

Recorrido el tiempo, es hora de pasear por los nombres del **espacio**, lugar natural del astrónomo. Entre las quince acepciones que recoge el diccionario de la RAE[1], la primera reza así: "extensión que contiene toda la materia existente". ***Espacio exterior*** es definido como la "región del universo que se encuentra más allá de la atmósfera terrestre"; ***espacio planetario*** es "el que ocupan las órbitas de los planetas en su movimiento alrededor del Sol" y la definición de ***espacio sidéreo*** remite a *espacio exterior*.

El origen de la palabra espacio es el latino *spatium, -ii*, 'espacio', 'intervalo', 'distancia'… A su vez, ésta deriva, aunque no es seguro, del griego *σταδιον ου* [*stadion ou*], que en dialecto eólico es *σπαδιον* [*spadion*], y cuyo significado incluye: a) medida de longitud equivalente a seiscientos pies griegos o seiscientos veinticinco romanos[2]; b) lugar donde se realizaban las carreras y c) carrera en el estadio. *Σταδιον* [*Stadion*] es una sustantivación del adjetivo *σταδιος a ov* [*stadios a on*], "que se mantiene en pie, estable, firme", derivado del verbo *ίστημι* [*hístemi*][3], "colocar, poner". Así, *σταδιον* [*stadion*] era una cierta medida itineraria –firme, invariable, como unidad de medida que era-, que pasó luego a designar el recinto donde corrían los atletas (y las cuadrigas, después) y que debía tener esta medida como longitud fija. Por extensión, también

se llamó *estadio* al recinto donde se practicaban todo tipo de carreras. Así pues, de la distancia de la carrera (*un* estadio) se pasó a llamar así al lugar donde se corría (que debía medir exactamente *un estadio*) esta y otras carreras. El significado actual de *espacio* deriva, pues, de ese lugar deportivo, ampliado a *cualquier lugar*.

En Astronomía, son casi sinónimos de **espacio**, los vocablos **universo**, **cosmos**, **cielo**…***Universo*** ya tiene su anotación registral en una acta anterior, pero no así ***cosmos***, que procede del griego *κοσμος ου* [*kosmos ou*], 'orden', 'estructura', 'adorno'… Y modelo de orden inmutable es el mundo universo, cuyos movimientos, regulares, perfectos, eternos y simétricos, generan la belleza con que el mundo se adorna. De esta raíz derivan, claro es, *cosmología* (estudio *–λογος* [*logos*]- del universo), *cosmogonía* (su origen: *γονή ής* [*goné és*], 'generación', 'nacimiento', 'origen', del que proceden tantos términos científicos: *gónada, gonocito, teogonía, zoogonía*…), ***cosmonauta*** (*marinero* del cosmos, que eso significa el latino *nauta*, *-ae*, de cuya raíz indoeuropea ***nau-***, *barco*, derivan *náutico*, *nave*, *navío*, *náusea* (mareo), *náufrago*, navegante al que la nave se le ha hecho pedazos –pues el latino *frangere* significa *romper*, como *fracción, fractura, frágil, fragmento*…) ¡Chupatintas, que te pierdes! Aguarde un instante, lector paciente, que termino deseguida: **cosmografía** (descripción del universo), *cosmopolita* (ciudadano del mundo) y también *cosmética*. ¡Claro, todo cuanto se relaciona con la belleza y el adorno ha de ser ordenado y bien dispuesto, es decir, *cósmico*!

Tampoco tienen su acta registral dos palabras que nombran el espacio exterior, **cielo** y **firmamento**, sinónimos por error de traducción. ***Cielo*** es la "esfera aparente azul y diáfana que rodea la Tierra, y en la cual parece que se mueven los astros" (DRAE) y ***firmamento***, "la bóveda celeste en que están aparentemente los astros".

La primera, **cielo**, procede del latino *caelum, -i* o *coelum, -i*, 'cielo', 'aire', 'clima', 'buril'… Explica S. ISIDORO que "recibe el nombre de *caelum* porque, como un vaso cincelado (*caelatum*), presenta impresas las señales de las estrellas. Lo embelleció Dios con luces resplandecientes… y lo adornó con los esplendorosos signos de los rutilantes astros" (*Etim.* III 31, 1-2)[4]. COVARRUBIAS (*Tesoro de la lengua*…) nos lo dice en latín: "Latine coelum, uno nomine dicitur tota illa mundi pars, quae est supra elementum ignis, quam philosophi aethera appellant, ita dictum a celando, hoc est ocultando, quod inferiora omnia celet, et tegat, sive a stellarum imagine, quae in eo quodammodo caelatae apparent. Varro coelum quasi *κοιλον* [*koilon*], hoc est cavum dictum putat**"**. No, no eleves los ojos al cielo ni menees la cabeza en señal de enfado o hartura, amigo lector, que te estoy viendo venir. El propio Covarrubias, justo a continuación del texto citado, escribe: "Ya tengo advertido que yo no estoy obligado a que los romancistas me perciban enteramente en todo, y aviendo de cumplir con mi instituto de dar las etymologías de los vocablos para acudir a sus fuentes, sería más que turbar el agua, porque la perdería; cada uno tome lo que pudiere". Por otra parte, este registrador sabe el latín del bachillerato y poco más y tiene que habérselas con párrafos como este y aun peores. Y, en todo caso, no mienta el lector, que el texto se traduce solo[5].

En suma, elija el lector los orígenes remotos del *coelum* (cielo) latino entre los que DE MIGUEL, en su clásico *Diccionario latino-español etimológico* (1897), propone: "algunos derivan esta palabra de *caelare* = cincelar, grabar…, pero verosímilmente se refiere a *κοιλος* [*koilos*][6] = hueco, bóveda, o a *coerulus* = azul[7], o tal vez a *καίω* [*kaío*][8], quemar".

Además de *cielo*, en el texto alude COVARRUBIAS al nombre que los filósofos –y los poetas- dan a la bóveda celeste, el **éter**, que nuestro diccionario define como **"**esfera aparente que rodea a la Tierra". Explica S. ISIDORO que "el éter es el lugar en el que se ubican los astros e indica el fuego que se encuentra allá, en las alturas, separado de todo el mundo" (Etim. XIII 5, 1). En efecto, **éter** procede del griego *αίθήρ ερος* [*aithér eros*], 'éter', 'la parte más alta y pura de la atmósfera', 'cielo', **'**firmamento**'**, sustantivo de *αίθω* [*aítho*], 'encender', 'quemar'[9]. Y es que la cosmología aristotélica, dominante en la cultura occidental hasta la Revolución científica, divide el mundo en dos esferas concéntricas radicalmente distintas, el *mundo sublunar* (la Tierra y la atmósfera) y el *supralunar* o celeste.

El *mundo sublunar*, con la Tierra inmóvil y en el centro del universo, está integrado por la superposición de las capas concéntricas y esféricas de los cuatro elementos: tierra, agua, aire y fuego. Se caracteriza por todas las formas de cambio, entre las cuales predominan la generación y la corrupción. Cada elemento ocupa su *lugar natural*: la tierra, pesada, fría y seca, en el centro; justo encima de ella, el agua, fría y húmeda; más arriba, el aire, caliente y húmedo; y en el límite superior con el mundo supralunar, el fuego, caliente y seco. Cuando un elemento se encuentra fuera de su lugar natural, por la razón que sea, lo busca de modo espontáneo y directo (los movimientos naturales son verticales: hacia abajo los elementos pesados, hacia arriba los ligeros). Por eso lo térreo se hunde en el agua, ésta brota hacia fuera cuando está encerrada en las entrañas de la Tierra (fuentes, surtidores…), el aire (una vejiga hinchada, por ejemplo) flota en el agua y las lenguas de fuego ascienden a lo alto en busca de su lugar natural, por encima del aire, bajo el orbe lunar. Por eso dice COVARRUBIAS que el cielo o éter "está por encima de la región del fuego", es decir, por encima de la órbita lunar.

El **mundo celeste** o **supralunar** se caracteriza por el movimiento exclusivamente local, circular (las esferas de los planetas y estrellas giran con movimiento circular, constante y eterno). Lejos del movimiento incesante y variable de los cuerpos sublunares, el movimiento celeste es lo más parecido al no-movimiento del Motor Inmóvil (el Dios cristiano): el movimiento circular no tiene principio ni fin, no se dirige a ningún lugar, es interminable…así pues, en el mundo celeste sólo cabe esta especie de no-movimiento y no puede haber generación, ni corrupción, ni alteración, ni aumento ni disminución (extremo

este que confirma la experiencia, pues los hombres han visto siempre los cielos con la misma forma). Los fenómenos nuevos que observamos en el cielo (estrellas fugaces, centellas, cometas…) se producen todos en el mundo sublunar, es decir, se interpretan como fenómenos meteorológicos[10]. Lógicamente, el mundo celeste está constituido, no por los cuatro elementos, sino por un quinto elemento o esencia (de ahí *quintaesencia*) llamado **éter**, susceptible de recibir sólo movimiento local (circular), sutil, transparente, puro, perfecto, incorruptible…, como corresponde al mundo cuasi-divino de los cielos.

Se entiende así la etimología de **éter**, que lo emparenta con el fuego, por encima del cual aquel se extiende ocupando el universo entero. Para la Física decimonónica –hasta la irrupción de la Relatividad einsteiniana- el *éter* se postulaba como un fluido de características contradictorias que llenaba el espacio: había de ser sutil, invisible, imponderable y elástico –pues los planetas y los astros se mueven por él sin dificultad y es indetectable-, y, a la vez, rígido como el acero para servir de soporte a los fenómenos vibratorios electromagnéticos (luz, ondas de radio…), cuya formidable velocidad exige un medio de extrema rigidez. Por supuesto, de ***éter*** derivan *etílico* (el *éter etílico* es un líquido volátil e inflamable, usado como anestésico; *alcohol etílico*…), *etileno* (un hidrocarburo), *etógeno* (nitruro de boro que arde al soplete), etc.

Sinónimo de *cielo* y *éter*, ***firmamento*** debe su nombre a un error de traducción. En el relato bíblico de la creación se nos dice que Dios creó la luz y la bóveda celeste, *raquia* ("extensión", en hebreo). La traducción griega de los LXX confundió esta palabra hebrea con otra siria de grafía idéntica, pero que significaba 'solidez', por lo que la tradujeron por *στερεομα* [*stereoma*][11], *construcción sólida*. Cuando s. Jerónimo, en el s. V, culminó su traducción latina de la Biblia (la *Vulgata*), echó mano del término clásico *firmus ,-a, -um* (firme, sólido, fuerte) para traducir aquella palabra griega y llamó a la bóveda celeste *firmamentum*, 'fundamento', 'apoyo'. De *firmus* derivan, obviamente, *afirmar*, *confirmar*, *firmar* (dar fuerza, afirmar), por lo que la rúbrica para autenticar un documento se denomina *firma* y de quien no puede mantenerse firme y debe guardar cama decimos que no está firme, sino *enfermo* (*in-*, partícula negativa, *firmus,* firme).

Este registrador reconoce que ha perdido el hilo y desvaría, porque partir de *cielo* y llegar a *firma*, pasando por *colesterol* o *enfermedad*, no deja de ser una *torpeza*. De modo que regresemos al espacio, repleto de astros, estrellas, constelaciones, cometas, cúmulos y nebulosas, galaxias, púlsares, cuásares…

El indoeuropeo ***ster-**[3], *estrella*, genera, a través del griego, *αστηρηροϛ* [*aster eros*], ***astro*** (cualquiera de los innumerables cuerpos celestes que pueblan el firmamento), ***asterismo*** (conjunto de estrellas dentro de una constelación), ***asteroide*** (con forma o aspecto de estrella), ***astronomía*** (ciencia de los astros), ***astronauta*** (cosmonauta), ***astrolabio*** (instrumento para tomar la altura de los astros)… y también *asterisco* (estrellita), *astroso* y *desastre* (que tiene mala estrella, desgracia)… De la misma raíz y a partir del latín *stella, -ae*, *estrella*, nacen ***estelar***, ***estrella***, ***constelación*** (prep. *cum*, *con*, es decir, conjunto de estrellas)**…** Quizá sea necesario dedicar una acta entera para los tipos de estrellas (enanas, gigantes, novas…). En la presente, confórmese el lector con que el diccionario explique el significado y el sentido de un verbo tan coloquial como *estrellarse*: "2.fam. Arrojar con violencia una cosa contra otra, haciéndola pedazos. 3. Dicho de los huevos, freírlos. 4. prnl. Quedar malparado o matarse por efecto de un choque violento contra una superficie dura. 5. fig. Fracasar en una pretensión por tropezar contra un obstáculo insuperable. **estrellarse** uno con otro. fr. fig. Chocar con sus ideas u opiniones, contradiciéndolas abiertamente". Pero, ¿cuál es la relación entre estas acepciones y *estrella*, de donde procede *estrellarse*? Nos lo aclara COVARRUBIAS: "Estrellar a uno a la pared, es bravata, dando a entender que le quebrantará en ella con el golpe, de manera que de todas partes queden los rayos de la sangre y formen una estrella centelleando, como las pintan con rayos. Y por esta mesma similitud dezimos huevos estrrellados a los que se fríen en la sartén, o con azeyte o con manteca, porque conel calor del fuego echan a una parte y a otra algunas puntas formadas de la clara". Su *Tesoro de la lengua* recoge que "*hazer ver a uno las estrellas a medio día*, es amenaça que hazen los hombres crueles a sus esclavos, dándoles a entender los meterán en la mazmorra por algunos días. Experiméntase que, si uno se halla en la profundidad de un poço muy hondo, que aunque sea de día, no llegando allá la luz, desde aquella escuridad podrá ver las estrellas, porque no se lo impiden los rayos de sol". No me negará, paciente lector, que no es curioso, cuando tanto Vd. como yo pensábamos que lo de golpearse y *ver las estrellas* procedía de los tebeos y la órbita de estrellitas que giran en torno a la cabeza del accidentado (y lo mismo piensa el DRAE: "Se dice por la especie de lucecillas que parece que uno ve cuando recibe un gran golpe" ¿De veras se ven lucecitas al darse uno un trompazo? Prefiero la otra explicación, que, si no es cierta, está bien traída).

Aunque sin telescopio o binoculares sólo puedan verse en el cielo dos galaxias (la de Andrómeda, con buena vista y mejor cielo, y la nuestra, la Vía Láctea), sabemos que el universo está poblado de ellas. Una ***galaxia*** es una gran aglomeración de estrellas, gas y polvo que se mantiene unida por efecto de su propia gravitación. Su nombre procede del griego *γάλα ακτος* [*gála aktos*], 'leche', por el aspecto blanquecino lechoso que presentan estos objetos, sobre todo la nuestra, razón por la que recibe el nombre de **Vía Láctea**, es decir, *camino lechoso*. De esta raíz derivan no pocos términos médicos: *galactorrea* (pérdida espontánea de leche), *agalorrea*, *agalactia* o *agalaxia* (ausencia de secreción láctea después del parto), *hipergalactia*… Los romanos se referían a la Vía Láctea como *circulus candidus* o *lacteus* (Cicerón lo denomina *orbis lacteus*): S. ISIDORO, en sus *Etimologías* (III 46) titula *De candido circulo* [Sobre el círculo blanco] el párrafo en que habla de ella y afirma que "es un camino que se observa en la esfera, y recibe su nombre de la blancura [*a*

Cometa o "estrella de rabo" Halley

candore dicta], pues es blanco". Y, en efecto, *candidus, a, -um*, 'blanco', procede en último término del indoeuropeo ***kand-**, 'brillar': *candente*, *candela* (cirio, antorcha), *candelabro*, *cándido* (blanco, sin malicia), *candor*, *candidato* (propiamente, 'vestido de blanco', referido a los antiguos romanos, quienes vestían con toga blanca en su candidatura electoral), *candeal* (pan blanco), *candil* (a través del árabe *qandîl*, lámpara), *encandilar* (deslumbrar), *zascandil* (interjección '¡zas, candil!, frase que se pronunciaba mientras se tiraba al suelo el candil para que se apagase, en caso de bronca; de ahí 'acto reflejo, brusco' y 'hombre aturdido, ligero, informal')... Otra vez se pierde, sr. registrador; la palabreja le viene al pelo: ¡es Vd. un zascandil! No le falta razón, amigo lector; pero le pido un favor: ¿podrá su paciencia aguantar un poco hasta que termine con la nómina de palabras que aún quedan en el tintero? Vamos allá, y, cuando le plazca, apague la luz y deje de leer.

De vez en cuando, aparecen en el cielo espectaculares **cometas**, "bolas de hielo sucio" que, cuando se acercan al Sol, se calientan y el hielo (principalmente de agua) se sublima y pasa de estado sólido a gas. Este gas escapa del núcleo sólido del cometa, arrastra consigo partículas de polvo y forma extensas nubes alrededor del cometa llamadas "cabellera" o "coma". Como los materiales que forman la cabellera son arrastrados en sentido opuesto al Sol por el viento solar, dan lugar a las *colas cometarias*. Su nombre, **cometa** (o **estrella de rabo**), es apropiado, pues *κόμη ης* [*kóme es*] significa 'cabello', 'pelo', 'cabellera' (de donde proceden *coma* –crin-, *cometofobia* –temor morboso a los cometas-, *macrócomo* –de cabellos largos-, *acomia* –a-, privativa, es decir, calvicie-...). No se aflija el lector, que en este caso no se ha encontrado raíz indoeuropea para divagar.

Todos sabemos que después de su paso cerca del Sol, las partículas de la cabellera y de la cola de un cometa quedan distribuidas por su órbita y cuando la Tierra, en su movimiento de traslación, atraviesa una de estas órbitas, se producen las lluvias de estrellas, ese rastro luminoso que llamamos **meteoro** o **estrella fugaz**. En realidad, **meteoro** es cualquiera de los fenómenos aéreos, acuosos, luminosos o eléctricos que se observan en la atmósfera (viento, lluvia, nieve, arco iris, rayo...), y así lo revela su etimología: *μετέωρος ον* [*metéoros on*], 'levantado del suelo', 'en el aire', pues *μετα* [*meta*], signfica 'más allá' y *αείρω-αίρω* [*aeíro-aíro*], 'levantar', 'alzar'. **Meteorito** ('aerolito', 'piedra caída del aire'), *meteorología* ('estudio de los meteoros'), *meteorismo* ('hinchazón o elevación del vientre por acumulación de gases en el tubo digestivo'), son algunos de sus derivados. La física aristotélica, ya se dijo, interpretaba toda perturbación celeste como meteoro, pues en la región del éter, perfecta e inmutable, era imposible cualquier variación, cambio o novedad: los *cometas* y las *estrellas fugaces* se consideraban **exhalaciones** vaporosas atmosféricas, hasta el punto de que, en el DRAE, se consideran sinónimos: "pasar como una exhalación" equivale a pasar muy rápidamente, como una centella o una estrella fugaz. Descendientes de *μετα* [*meta*] conoce el lector infinitos: *Metafísica*, *metabolismo*, *metáfora*, *metástasis*...; de *αείρω-αίρω* [*aeíro-aíro*], quizá menos: *arteria* (*αρτηρια* [*arteria*], 'conducción que levanta o saca la sangre del corazón'), *arteriola*, *arteriotomía*... y *aorta* (*αορτή* [*aorté*], 'conducción elevadora', la gran arteria).

Tal es la cantidad de estrellas que pueblan el espacio, que por doquier se encuentran agrupaciones de estrellas, denominadas **cúmulos estelares**, bien sean **abiertos** o **globulares**. Ya se dijo antes (n. 6), que *cúmulo* tenía que ver etimológicamente con el *κοιλος* [*koilos*] griego, que significa *cóncavo*: el indoeuropeo ***keud-**[2] incluye las ideas de *hinchar* y de *agujero*. Así, de esta raíz, se originan el *κοιλος* [*koilos*] citado y los latinos *cavus*, *-a, -um,* 'vacío' (*cavar, cava, caverna, cueva, excavar*...) y *cumulus*, 'montón', del que proceden *colmo* (lo que sobresale), *acumular* y ***cúmulo***. Si el montón de estrellas es disperso y poco denso, se trata de un cúmulo ***abierto***; mientras que si es concentrado y compacto, el cúmulo es ***globular***, como si fuera un *globo*: la raíz indoeuropea ***gel-**[1] significa 'masa compacta', 'viscosidad', 'adherencia' (*glúteo*, *ganglio* –bulto-, *globo*, *aglomerar*, *conglomerar*, *gleba* –terrón-, *gluten*, *engrudo*, *aglutinar* e, incluso, *club* –del escandinavo antiguo *klubba*, 'montón de madera', y de ahí, 'masa de gente').

Tampoco faltan en el cielo, visto con telescopio, concentraciones de gas (principalmente hidrógeno y helio) y polvo: son las **nebulosas**. Antes de la invención del telescopio se llamaba *nebulosa* a todo objeto de apariencia difusa, por lo que también se llamaban *nebulosas* a algunas galaxias. Es obvio el motivo por el

que esas concentraciones de gas con aspecto neblinoso reciben este nombre. En efecto, **nebulosa** deriva del latín *nebula, -ae*, 'niebla', cuyo hermano griego es *νεφος ου* [*nephos ou*] y *νεφελη ης* [*nephele es*], 'nube': *nefelismo* (conjunto de caracteres de las nubes), *nefelómetro* (instrumento para medir la turbidez de un fluido), *nefelopía* (defecto de la visión por anublamiento de la córnea), *nimbo* (tipo de nubes)… son algunos de sus parientes nominales.

Cerraremos esta acta con nombres de objetos de cielo profundo más actuales, pues su descubrimiento data de mediados del pasado siglo. Se trata de vocablos de origen inglés (aunque sus raíces son latinas, como tantas palabras sajonas): **cuásar**, clase de galaxias activas muy lejanas (miles de millones de años-luz), debe su nombre a ***cua****si-stell****ar*** *radio source*, 'radiofuente cuasi-estelar'; la denominación **QSO**, iniciales de ***q****uasi-****s****tellar* ***o****bjects*, 'objetos cuasi-estelares', se reserva para aquellas galaxias de tipo cuásar con baja o nula emisión en radiofrecuencias; y **púlsar**, acrónimo de ***pulsa****ting* ***r****adio source*, 'fuente de radio pulsante', es un estrella de neutrones en rápida rotación y con su intenso campo magnético inclinado respecto al eje de rotación.

El espacio que ha ocupado esta acta es ya tan extenso que ni despedirse del lector puede ya el registrador. ¡Felices fiestas astronómicas de Navidad!

---

1 Una de ellas, la sexta, es "tardanza, lentitud", origen de la palabra despacio, literalmente "de espacio", es decir, "con sosiego", "con lentitud".

2 ¿Cuánto es eso? Pues 125 pasos geométricos. Cada paso geométrico son 5 pies, equivalente a 1,393m. Es decir, 1 estadio = 174,125 m. Calcúlese, con esta referencia, el valor del meridiano hallado por Eratóstenes, que lo determinó en estadios. Pero, ¿estadios griegos o egipcios? ¡Vaya Vd. a saber! No es novedad que en esto de las medidas no hay acuerdo y cada pueblo las establecía a su medida.

*3 Esta raíz griega, origen de σταδιον [stadion], deriva del indoeuropeo *sta-, que significa estar en pie. Este es el origen de muchas palabras castellanas, a través del latín stare, estar en pie, mantenerse…: estación, estado, estatuto, estar, estatua, estable, estante… Una forma reduplicada genera el latino sistere, pararse, detenerse, de donde derivan armisticio (tregua, suspensión de las armas) o solsticio (parada del Sol).*

4 Tras esta labor de adorno, ¿acepta ahora el lector que cosmos comparta genes lingüísticos con el arte de acicalarse, con la cosmética? Francisco SÁNCHEZ DE LAS BROZAS, El Brocense, lo dice alto y claro en su La esfera del mundo (1588); "Este círculo [la bóveda celeste] es denominado con propiedad mundo o cielo, en griego Cosmos, por su ornato".,Por otra parte, quizá le extrañe que caelum tenga acepciones tan dispares como 'cielo' y 'buril' o 'cincel'; pero justamente en ello se basa la etimología isidoriana: "El cielo (caelum) se denomina así porque es como un vaso cincelado (caelatum) en el que, como adornos, están impresos los brillos de las estrellas, pues se dice que un vaso está cincelado cuando resplandece con labores primorosas" (Etim. XIII 4, 1). De hecho, existe la constelación del Cincel (caelum), que no es fácil de encontrar, pues carece de estrellas brillantes y, situada debajo de Orión y al sudoeste de Sirio, nunca se eleva mucho por encima del horizonte. También El Brocense, en otra obra, Paradojas, explica que coelum debe escribirse con 'oe', pues procede del griego κοιλον [koilon], esto es, cóncavo, y nadie es tan mediocre que no escriba coelum para referirse al mundo [cielo] y caelum para la herramienta [el buril]".

5 Aunque sea enturbiar el agua clara de la lengua de Cicerón, aquí tiene el lector una traducción aproximada: "Cielo, en latín, coelum, con el cual se designa toda la parte del mundo que está por encima de la región del fuego, a la que los filósofos llaman éter. Se llama así, cielo, como si dijéramos "celando", esto es, "ocultando", porque tapa y oculta todas las cosas inferiores [terrestres], o bien por la imagen de las estrellas, que en el cielo aparecen como cinceladas [caelatae], grabadas a buril. Varrón piensa, por su parte que procede del griego κοιλον [koilon], bóveda". Justamente porque el cielo cubre la Tierra con los demás elementos, explica el autor más adelante, "por semejança llamamos cielo el que cubre la cama o el patio de la casa o la mesa, como se usava antiguamente", y así decimos "cielo raso" al techo liso. También S. ISIDORO recoge ese sentido de ocultación: "según algunos, el nombre [cielo] viene de 'ocultar' (caelare) lo más elevado" (Etim. XIII 4, 1).

6 De este étimo griego –que el lector deberá recordar cuando hablemos de cúmulos estelares-, derivan infinidad de términos médicos como celiaco (perteneciente a la cavidad ventral, a los intestinos), celioma (tumor abdominal), celioscopia, celotomía, celoniquia, paracelo, celotelio, acelia… Busque el curioso por su cuenta en el diccionario, que de lo contrario nunca se acabará esta acta.

7 Cerúleo (=azul) deriva, afirma COROMINAS, de caelum, cielo, y no a la inversa.

8 De donde proceden cáustico, holocausto, cauterizar, calma ('calor, bonanza', aplicado originariamente a las calmas marinas que predominan durante la canícula). Y es que del cielo, del éter –como se verá a continuación-, procede el calor y la luz del Sol.

*9 El verbo remite al *aidh- indoeuropeo, que significa 'quemar', origen de palabras que ya constan en actas anteriores: etíope ('de rostro quemado'), estío ('estación del calor'), edificio, edil, edificar (palabras relacionadas con el aedes latino, 'casa' –en el sentido de 'chimenea', 'hogar', derivada esta de fuego-), estuario, estela…*

10 Por esta razón, cuando Tycho Brahe demostró que la supernova que pudo observarse en la constelación de Casiopea en noviembre de 1572 procedía más allá de la órbita lunar, la cosmología aristotélica sufrió un duro golpe, tambaleante ya debido a la teoría copernicana y los descubrimientos galileanos de los satélites de Júpiter. Se hablará un poco más delante de los meteoros, de las estrellas fugaces…

*11 La raíz indoeuropea *ster-1, tieso, rígido, origina todos los estéreo-: estereoscopia, estereofonía, estereotipia, estereografía… colesterol… También origina, a través de la hipotética forma *tŗp-e, el latino torpere, 'estar entumecido, aterido', que genera torpedo ('entumecimiento', 'pez cuyo contacto paraliza'; su acepción bélica es figurada), torpecer, entorpecer, tórpido, torpor…*

RELATIVIDAD ESPECIAL

IV. DILATACIÓN TEMPORAL

Fernando Martínez Pariente

Este artículo es continuación de los artículos de Relatividad Especial (LEO 91,92 y 96)

Cabe preguntarse: ¿un reloj con movimiento relativo tiene el mismo periodo que un reloj en reposo? Desde luego, en nuestra experiencia ordinaria, debemos responder que sí; viajamos en un tren que ha partido a las 9:00 y tiene prevista su llegada a destino a las 11:30. Si no hay contratiempos ni retrasos, cuando lleguemos al final de trayecto podemos mirar el reloj de la estación y marcará las 11:30. De igual manera, si consultamos nuestro reloj de pulsera, también marcará las 11:30. Ambos coincidirán, pese a que el primero ha permanecido en reposo y el otro ha estado en movimiento. Esto ocurre a velocidades ordinarias, pero pensemos, como hizo Einstein, qué pasaría a velocidades relativistas. Para ello, imaginemos un reloj de luz. Consiste en dos espejos situados cara a cara y separados entre sí una cierta distancia, perfectamente paralelos y perfectamente pulidos, y un rayo de luz que rebota de uno a otro. Llamaremos periodo del reloj al tiempo que tarda un rayo de luz en ir del espejo inferior al superior y volver. Podemos asociarlo a un tic-tac de un reloj tradicional.

Imaginemos ahora a dos observadores provistos de relojes de luz. Ambos los han sincronizado y están de acuerdo en que el periodo de sus relojes es idéntico. Uno de ellos, (R), permanece en reposo delante de una vía férrea recta con su reloj de luz junto a él. El otro, (M), se sube con el suyo y con su mascota, un perro chihuahua, a un tren en una estación anterior al punto donde se encuentra R y cuya velocidad de crucero, siempre uniforme, será una fracción apreciable de la velocidad de la luz. Su tren arranca y en poco tiempo pasará frente a R.

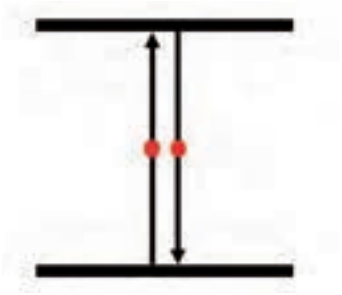


Figura 1. Reloj de luz en reposo

Antes de salir, M y R consultan sus relojes, a sabiendas de que los dos corren al unísono. Poco tiempo después, el tren pasa a la altura de R. ¿Qué observa cada uno de ellos? Para empezar, ambos ven que su propio reloj funciona de la forma previsible, pero ¿cómo se comporta el reloj de M desde el punto de vista de R? R ve pasar el tren ante él y, a través de sus paredes transparentes puede ver a M y a su reloj. Comprueba cómo sale el pulso de luz del espejo inferior, pero al contrario de lo que aprecia en su propio reloj, el pulso no se dirige hacia arriba, perpendicular a la superficie de los espejos. Cuando quiere llegar al espejo superior, éste se ha desplazado, junto con el tren y todo lo que contiene, una distancia considerable hacia la derecha, de manera que, desde el punto de vista de R, el pulso de luz ha recorrido una distancia mayor que la que separa los espejos. Ambos observadores discrepan sobre la distancia recorrida por el rayo de luz, pero en lo que ambos están de acuerdo es en la velocidad del pulso, es decir: ambos coinciden en el momento en que el pulso de luz incide en el espejo superior.

Curiosamente, el comportamiento del reloj de R, visto desde el tren por M, es idéntico. No existe un punto de observación privilegiado. Si prescindimos del traqueteo del tren (inexistente, por otra parte, en un tren tan tecnológicamente avanzado) y de la experiencia, que nos dice que, cuando el paisaje pasa por la ventana, no es el paisaje el que se mueve, los dos observadores están convencidos de que están en reposo y el que se mueve es el otro; recordemos que, para los antiguos, la Tierra estaba en reposo en el centro del Universo y todo se movía a su alrededor; el motivo era porque no se percibía ningún indicio de que la Tierra se moviera. Por tanto, M se cree en reposo, ve acercarse a toda velocidad a R y a su reloj por la izquierda, les ve pasar ante sí y desaparecer por el lado contrario. Para él, el reloj de su compañero tiene el mismo comportamiento que el anteriormente descrito: el pulso de luz recorre una distancia mayor que la de su propio reloj, pero en el mismo tiempo y en sentido oblicuo.

¿Qué está ocurriendo? Recordemos una ecuación básica:

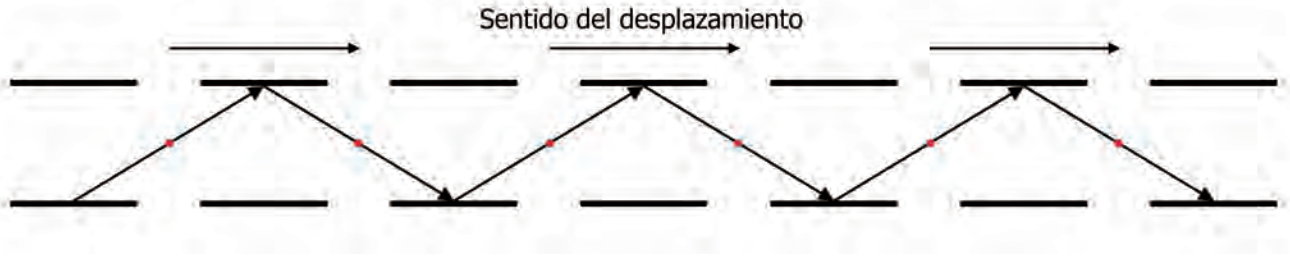


Figura 2. Reloj de luz en movimiento, visto desde el punto de vista de un observador en reposo.

$$v = \frac{e}{t}$$

Velocidad es igual a espacio partido por tiempo. Es lo primero que aprendimos en Física en el colegio y, probablemente, lo único que la mayoría no ha olvidado. Incluso no hace falta ni haberlo aprendido, es cultura general: vemos *Km/h* (*espacio* partido por *tiempo*) y sabemos que hace referencia a la velocidad. Pero pensemos despacio: ambos observadores, según dijimos, están de acuerdo en la velocidad del pulso (la velocidad es la misma para ambos). En lo que discrepan es en la distancia recorrida: para cada uno de ellos, la distancia recorrida por el pulso de luz del reloj del otro es mayor que la que debiera. Ahora olvidemos la ecuación y pensemos en una simple fracción: 4=8/2. Si R está de acuerdo en que el 4 es 4 (lo mismo piensa M), pero opina que, lo que para M es un 8, en realidad es un 12, pongamos por caso, obtendría lo siguiente: 4=12/x. Llegaría a la conclusión de que x=3. Pongamos que son 3 segundos. R considera que un pulso del reloj de M dura 3 segundos (del tiempo de R) en lugar de los 2 que dura el de su propio reloj. Podríamos decir que, desde el punto de vista de R, en el intervalo en el que su propio reloj hace tic-tac-tic-tac-tic-tac (el pulso de luz hace tres viajes de ida y vuelta), el de M sólo tiene tiempo de hacer tic-tac-tic-tac (dos recorridos). Es decir, el tiempo de M transcurre más lento que el propio. Incluso al pasar, el chihuahua de M ladra al ver a R. Lo que para M, que va al lado de su mascota, es el agudo ladrido al que está acostumbrado, para R suena como la bronca voz de un mastín. Esto, lógicamente, es el conocido caso del efecto Doppler y la sirena de la ambulancia, pero si el ladrido del perro fuese una onda electromagnética en vez de una de aire, sucedería lo mismo: sería un "desplazamiento hacia el rojo".

Como dijimos -y como suele suceder en otros aspectos de la vida real-, todo lo que piense R de M, lo piensa M de R. Para cada uno de ellos, el tiempo del otro (*del que está en movimiento*), transcurre más despacio que el propio. Ambos están de acuerdo en que el reloj propio marcha perfectamente y el del otro atrasa. Esto no es un comportamiento anormal de los relojes ni una paradoja física barata. Es que realmente, el tiempo transcurre más despacio para marcos de referencia inerciales, cuando se observan desde otro. Debemos acostumbrarnos a dejar de ver al tiempo como el telón de fondo de todo, es decir, como la pantalla blanca de un cine, en el que se proyectan las películas, ajena completamente a la trama y a los actores. El tiempo, al igual que el espacio, no es absoluto. Es interpretable, transcurre a diferentes velocidades para diferentes observadores, aunque, para cualquiera de ellos, un segundo del propio tiempo es un auténtico segundo.

Pensemos en un segundo, no como el tiempo que transcurre entre dos pasos del segundero de nuestro reloj. Por el contrario, veamos un paso, como la distancia que recorre el segundero en un segundo. O con una definición más moderna; actualmente, un segundo es igual a 9.192.631.770 períodos de radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del isótopo 133 del átomo de cesio (^{133}Cs). Veámoslo con esta nueva perspectiva: un observador en un marco de referencia inercial, ve los dos relojes de otro observador en un marco diferente; uno es un tradicional reloj de pared de agujas y el otro un reloj de cesio. Comprueba que ambos relojes son más lentos que sus propios relojes. Podría pensar que el estado de movimiento afecta de alguna forma al mecanismo del reloj tradicional: el paso del segundero tarda más de un segundo, pero cuando mira el reloj de cesio de su compañero, comprueba que el número de oscilaciones del átomo de cesio del reloj es de 9.192.631.770, las mismas que las de su propio reloj. Llega a la conclusión de que no le ocurre nada anómalo al reloj de pared, no hay nada que le "haga ir más despacio". El paso del segundero tarda un segundo en producirse, y si parece que va más lento, es porque el segundo de su compañero es más largo,... *pero sigue siendo un segundo*. Y si el número de oscilaciones del reloj de cesio de su compañero es de 9.192.631.770, es que cada oscilación es más larga y, por consiguiente, cada segundo es más largo.

No debe sorprendernos esta nueva perspectiva del tiempo (no es nueva, tiene más de cien años). A fin de cuentas, nosotros, aficionados a la Astronomía, sabemos que el tiempo no es absoluto. Considerar el tiempo como un absoluto es suponer que no tiene ni principio ni fin y es inmutable e independiente a los acontecimientos que se "cuelguen" de él. Es como la pantalla blanca del cine. En él, el concepto de simultaneidad sería inequívoco. Pero sabemos que esto no es cierto. Aceptamos la teoría del Big-Bang. Según ella, el Universo tuvo un comienzo, y antes de ese comienzo no existía nada: ni tiempo ni espacio. Por tanto, consideramos que hubo un segundo cero antes del cuál no existía el tiempo. Es completamente ajeno a la experiencia ordinaria y al sentido común, pero así fue. Parafraseando a Hawking, podríamos decir que aquél que está en el Polo Norte, sólo puede viajar hacia el sur. Comprendemos que no se puede ir más al norte del Polo Norte. Por la misma razón, está fuera de lugar pensar en una cuenta

atrás para el Big-Bang. No pudo haber un "… 3, 2, 1, 0" porque no había tiempo que medir antes del segundo cero; ni tiempo ni espacio: ni siquiera uno pequeñito donde cupiera un cronómetro. El segundo cero fue el Polo Norte del tiempo y a partir de él, sólo cabe viajar en una dirección. En cuanto al espacio, el Universo lo crea a medida que lo ocupa, no hay un límite del Universo más allá del cual se extiende un campo vacío por el que crecer. El Universo lo llena todo y lo ha llenado todo siempre. Cuando era pequeño lo ocupaba *todo* y ahora que es grande, sigue ocupándolo *todo*. Desde cierto punto de vista muy restrictivo y coloquial –a ver si se me entiende-, podríamos decir que el Universo siempre ha tenido el mismo tamaño, no sólo en la medida en que no hay nada con qué compararlo, sino en la consideración de que siempre lo ha sido *todo*. Es como si dijéramos que un objeto que crece en la misma proporción que la regla con que se mide, siempre tiene el mismo tamaño.

Por tanto, aceptemos que el tiempo no es el absoluto que sirve de marco a todo lo demás. Imaginemos un espacio vacío e ilimitado. Vacío quiere decir completamente vacío. No hay materia, ni una molécula. En tal espacio, el concepto de tiempo carecería de significado. No hay acontecimientos, no hay sucesos. No hay ni un átomo en el que se pueda medir el tiempo que tarda un electrón en recorrer su órbita ni cuyos protones puedan degenerar al cabo de 10^{30} años. Nada envejecería, *no habría tiempo*. Y no existiría el tiempo, precisamente porque no habría nada que medir con él, porque el tiempo deja de ser el telón de fondo totalmente independiente a lo que sucede durante su transcurso, si es que sucede algo. Podríamos imaginar al tiempo como algo íntimamente entrelazado a los sucesos y que sirve para ubicarlos. Si no hay sucesos no hay tiempo. Tampoco hay espacio, no hay izquierda, ni derecha, ni arriba, ni abajo, ni movimiento. No es que no supiéramos si nos estamos moviendo o no, por falta de un punto de referencia con el que comparar, es que el concepto de movimiento carecería de significado: ni nos acercamos a nada ni nos alejamos de nada, y si no hay nada, tampoco hay gravedad que nos pueda hacer sentir los tirones de la aceleración, por tanto decir que nos estamos moviendo no tendría sentido.

Dejémonos de filosofar por el momento, y veamos algunas ecuaciones. Que nadie se alarme ni las pase por alto. Se trata del Teorema de Pitágoras y poco más. Consideremos la situación de la Fig. 3.

Tenemos un reloj de luz. ***A*** es la distancia que recorre el pulso de luz para un observador inercial. ***C*** es la que recorre para un observador situado en otro marco de referencia y ***B*** es la distancia que recorre el reloj mismo, a velocidad ***v***, en el intervalo de tiempo de un pulso. El semiperiodo del reloj (tiempo que tarda el pulso de luz en ir de un espejo a otro), es ***T***. Para un observador situado en otro marco de referencia, dicho periodo es ***T'***. Finalmente, la velocidad de la luz es la ya conocida ***c***.

De este modo, tenemos que el recorrido ***A*** se hace en un tiempo ***T*** a una velocidad ***c*** y el recorrido ***C*** se hace en un tiempo ***T'*** a una velocidad ***c***. Por otra parte, en el transcurso de un pulso ***T*** o semiperiodo, el reloj entero ha avanzado hacia la derecha una distancia ***B*** a una velocidad ***v***. Veamos estas relaciones:

$$\frac{A}{C}=\frac{T}{T'} \quad (1) \qquad \frac{B}{C}=\frac{v}{c} \quad (2)$$

La relación entre dos distancias es equivalente a la relación entre los tiempos que tardan en recorrerse y a las velocidades a las que se recorren. Esto no tiene ningún misterio: un coche que recorre 100 km. en una hora, recorre 1.000 km. en diez horas: 1.000 km. /100 km. = 10 horas /1 hora = 10. Por otra parte, sabemos que

$$A^2+B^2=C^2$$

dividiendo ambos miembros por C^2 tenemos

$$\frac{A^2+B^2}{C^2}=\frac{C^2}{C^2}$$

de donde se sigue

$$\left(\frac{A}{C}\right)^2+\left(\frac{B}{C}\right)^2=1$$

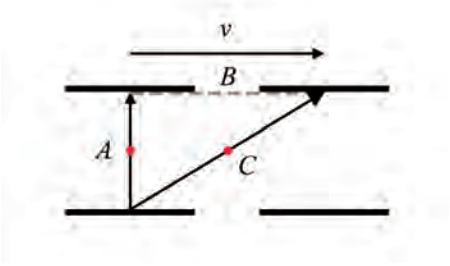


Figura 3. El Teorema de Pitágoras.

y aislando en el primer término, queda

$$\left(\frac{A}{C}\right)^2=1-\left(\frac{B}{C}\right)^2$$

de donde se deduce que

$$\frac{A}{C}=\sqrt{1-\left(\frac{B}{C}\right)^2}$$

Recurriendo a las equivalencias obtenidas en *(1)* y *(2)*, tenemos que

$$\frac{T}{T'}=\sqrt{1-\left(\frac{v}{C}\right)^2}$$

Dando la vuelta a la expresión nos queda:

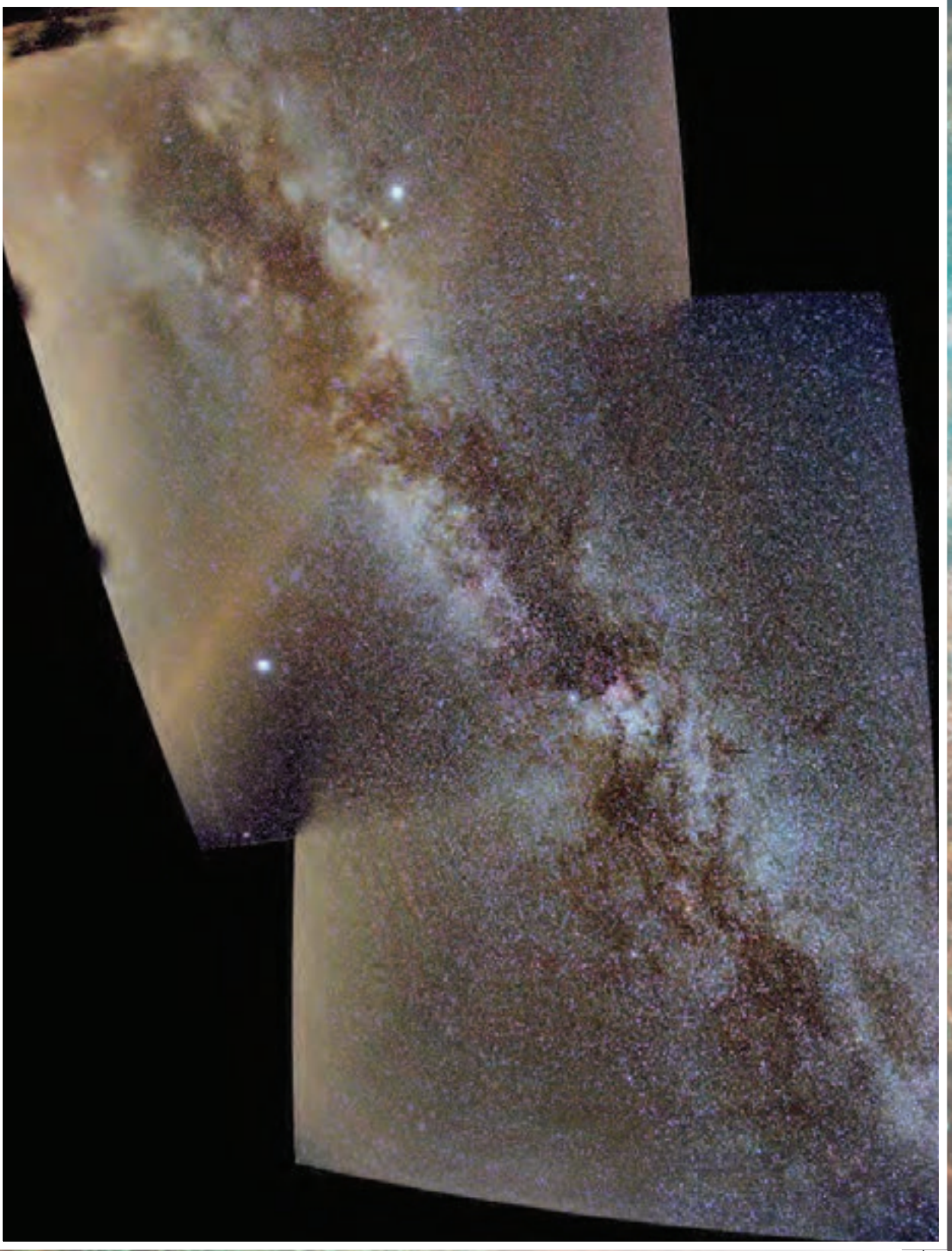
$$\frac{T'}{T}=\frac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}}=\gamma \quad (3)$$

A pesar de todo, si alguien se ha saltado las ecuaciones, no se lo reprocho. Baste saber que γ, con la que nos encontramos hace un rato al hablar de la relación entre las masas de un cuerpo en movimiento y en reposo, es también la relación entre la duración del periodo de cualquier marco de referencia, *desde nuestro punto de vista*, comparado con nuestro propio periodo. En la Tabla 1, aparecen algunos de los valores de γ para determinadas velocidades.

De acuerdo con esta tabla, un segundo según el segundero de un reloj que se desplace en un vehículo a la mitad de la velocidad de la luz, le parecerá a un observador exterior en reposo, que dura 1,155 segundos de su propio reloj. Vemos, asimismo, que para la vida ordinaria, el efecto de la dilatación temporal resulta irrelevante.

Como queda dicho, estas conclusiones son algo más que simples divertimentos o paradojas de Física

ESPACIO PROFUNDO



MOSAICO VÍA LÁCTEA *Juan Ignacio Pérez*

Mosaico de 2 paneles de la Vía Láctea entre Cygnus y Aquila.
Cámara reflex EOS 450D sobre EQ6. 30 min. exp. ISO 800 .

Image credit: NASA/JPL-Caltech/STScI

SISTEMA SOLAR

RIMA ARIADAEUS Javier Fuertes

Tubo Celestron C8 sobre SW HEQ5 GOTO, Cámara DBK 21AU04.AS, Filtro Baader rojo (610nm) y barlow 1.5X Orión. Procesada con Registax5, Stellar Magic, PhotoShop CS3 y Noiseware

JÚPITER Javier Fuertes

Imagen de Júpiter captada el dia 27 de Noviembre de 2010 en la que se aprecia la region activa que indica la regeneración de la banda ecuatorial sur (SEB). La región activa es la zona es la que se ven estructuras nubosas de color negro, donde antes se encontraba en segundo cinturon nuboso de Júpiter.

Image credit: NASA/JPL-Caltech/STScI

Móvil	v	v/c	γ
Automóvil	100 km/h	0,000000009	1,000000000
Concorde	2.000 km/h	0,000002	1,000000000
Bala de fusil	1 km/s	0,000003	1,000000000
Vel. de escape de la Tierra	11 km/s	0,000037	1,000000001
10% s/velocidad de la luz	30.000 km/s	0,1	1,005000000
50% s/velocidad de la luz	150.000 km/s	0,5	1,155000000
	299.760 km/s	0,9992	25,000000000
Muones en el CERN	299.820 km/s	0,9994	28,870000000

Tabla1. Valores de γ en función de la velocidad.

recreativa. Veamos un caso de la vida real que sólo tiene explicación a la luz de lo anteriormente expuesto.

Hay átomos inestables. Quiere eso decir que, con el transcurso del tiempo, degeneran y se convierten en otra cosa. Así, el isótopo del uranio ^{238}U, se desintegra y termina –pasando por otros estados intermedios- convertido en plomo. Esto ocurre en un periodo de tiempo extraordinariamente largo. De hecho, la probabilidad de que un átomo de ^{238}U se haya convertido en uno de plomo a lo largo de 4'5 x 10^9 años es del 50%. Este periodo se conoce como semivida o periodo de semidesintegración del uranio 238. En ese periodo, la mitad de los átomos de uranio de una muestra, se habrán convertido en átomos de plomo. Al cabo de otros cuatro mil quinientos millones de años, la mitad de átomos restantes de uranio también se habrá convertido en plomo, quedando en la muestra sólo un 25% de átomos de uranio. Tras otro periodo igual, la mitad de los supervivientes habrán seguido el mismo camino, con lo cuál sólo una octava parte de los átomos iniciales seguirá siendo uranio, y así sucesivamente. Esta circunstancia nos provee de un reloj atómico de suerte que, analizando la proporción de uranio que hay en una muestra dada, se puede conocer su antigüedad, siempre, por supuesto que tenga una edad respetable. De igual manera ocurre, por ejemplo, con el carbono 14, isótopo presente en toda la materia orgánica y que tiene un periodo de semivida de 5.730 años. Dado este periodo, con el cuál es comparable la antigüedad de restos históricos y prehistóricos, y dado que se encuentra en materiales orgánicos, constituye una fiable herramienta de datación, usada por arqueólogos e historiadores, con un margen de error, según la antigüedad de la muestra, de unas pocas décadas.

Pero no sólo hay átomos inestables, sino también partículas subatómicas. Una de ellas es el mesón mu o muón. Se origina en la alta atmósfera, cuando los rayos cósmicos, radiación ultraenergética, consistente en núcleos atómicos (sobre todo de hidrógeno, también conocidos como partículas alfa), inciden sobre las moléculas de aire a varios kilómetros de altura y las rompen, formando una lluvia de partículas menores, una de las cuales, la más abundante, es el muón. Los muones pueden tener carga positiva o negativa y tienen una masa 206 veces superior a la de los electrones. Son muy inestables y, si tienen carga negativa tienen un periodo de semidesintegración increíblemente corto: 1'5 µs (microsegundos o millonésimas de segundo), al cabo de los cuales, se descomponen en electrones y neutrinos. Hoy día, se pueden producir muones en el laboratorio. Basta con bombardear átomos con partículas alfa en un acelerador. Además, al tener carga eléctrica, se pueden dirigir y almacenar, mediante electroimanes, en recintos toroidales donde quedan girando hasta que se desintegran que, en general, será bastante pronto.

En un experimento realizado en los laboratorios del CERN (Suiza) en 1976, se inyectaron muones en un anillo de almacenamiento girando a un 99'94 % de la velocidad de la luz. Se dispusieron contadores a lo largo del anillo que detectaban los electrones producidos tras su desintegración espontánea (los neutrinos son mucho más difícilmente detectables) y el periodo medio registrado fue de 44 µs. ¿Pero no decíamos que la semivida del muón es de 1'5 µs? ¿Cuál es la explicación de esta diferencia?, evidentemente sólo puede ser una: para un muón que se mueve a velocidades relativistas, el tiempo transcurre más lentamente, tan lentamente como 44/1'5 = 29'3333 veces. Es decir –y lo repito para que quede claro-: para nosotros un µs es un µs; para un muón un µs es un µs; sin embargo, mientras nosotros vemos que un muón vive su µs, en nuestro reloj han transcurrido algo más de 29 µs. Si consultamos la tabla anterior, vemos que para una velocidad de 0'9994 *c*, el valor de γ es de 28'87, muy parecido al valor de 29'3333 obtenido experimentalmente, lo cuál constituye una brillante confirmación de la teoría.

Incluso antes de la realización de este experimento ya quedaba claro que algo ocurría con los muones; con la semivida que tienen, sería imposible que se encontraran en tales cantidades a nivel del mar sino fuera por un efecto de dilatación temporal. No tendrían tiempo de llegar al suelo. Los muones se generan en la alta atmósfera, a unos 15 kilómetros de altura. A la velocidad de la luz y con su semivida de 1'5 µs, un muón tendría un 50% de probabilidades de desintegrarse antes de haber recorrido apenas 450 metros. En los siguientes 1'5 µs y 450 metros, se habrían desintegrado la mitad de los supervivientes, y así sucesivamente. A este ritmo, sólo 9'26126 cienmilmillonésimas partes de los muones generados llegaría al suelo (eso es uno de cada diez trillones). Insignificante comparado con los que realmente llegan. Sin embargo, algo no acaba de encajar en el esquema.

Para ser más fieles a la realidad, diremos que, en su descenso, los muones, debido a que están cargados eléctricamente, sufren una ralentización por efecto de su interacción con otras partículas de la atmósfera. Tal ralentización es la causa de que su

velocidad sea un poco menor, digamos de 0'9992 *c,* a la cuál corresponde un γ de 25. El hecho de que haya dos marcos de referencia diferentes, el del observador situado en tierra y el del muón, no quiere decir que haya dos realidades totalmente excluyentes. En algo deben estar de acuerdo ambos. Deben estar de acuerdo, por ejemplo, en si un muón en concreto llega al suelo o no. Analicemos el viaje de un muón determinado desde los dos puntos de vista. Un observador en el suelo, sabe que con γ = 25, el periodo de semidesintegración de un muón es de 25 x 1'5 = 37'5 µs. Con esa gran longevidad, no le extrañará que el muón, efectivamente, haya llegado al suelo. Sin embargo, veámoslo desde el punto de vista del muón, que tiene la particularidad de que es consciente de sí mismo. Una vez que ha llegado al suelo, y sabedor de que no le queda mucho en este mundo, se sienta a reflexionar sobre lo que ha sido su vida. Rememora el pasado y se pregunta "¿cómo he podido llegar hasta aquí?"

A priori, la cosa parecía bastante "cruda". Al inicio de su viaje, él se sentía en reposo, era la Tierra la que se acerca a gran velocidad y como consecuencia de su estado de reposo, sabía que le quedaban 1'5 µs de vida; sin embargo una cosa está clara: y es que ha sobrevivido al viaje. Esto no es interpretable, si llega para uno, también llega para el otro. Y si no llega, no lo hace para ninguno. Esto es independiente de su situación de movimiento o reposo. Según sus propios cálculos, el muón sabía que sus posibilidades de llegar abajo (mejor dicho: de que la Tierra llegara arriba antes de que él se desintegrara) eran prácticamente nulas; sabía que tenía tantas probabilidades de estar vivo tras los primeros 450 metros del viaje de la Tierra hacia él, como de no estarlo, y si lo conseguía, tenía otra mitad de posibilidades de sobrevivir a los siguientes 450 metros, y así hasta que el suelo subiera los 15.000 metros que les separaban. En sus reflexiones se dice a sí mismo: "He sobrevivido a 25 ruletas rusas jugadas con un revólver de seis tiros que sólo tiene tres balas. He sacado 25 caras seguidas al lanzar una moneda. ¿Cómo es posible?", "¿dónde está el truco?" Pues el truco, tal vez consista en que el tiempo no es lo único "elástico". Tal vez también lo sea el espacio. Es posible que, para el sorprendido muón, esos 15 kilómetros que le separaban del suelo no hayan sido 15 kilómetros.

EL UNIVERSO MESSIER

M30

Xuasús González

El cúmulo globular M30 se encuentra al sureste de la constelación de Capricornio, a menos de medio grado al oeste de la estrella anaranjada 41 Cap, de magnitud 5,2. Tiene un fuerte gradiente luminoso, lo que hace que no sea conveniente observarlo a muchos aumentos.

Dista de nosotros, dependiendo de los autores, desde 26.000 hasta 40.000 años luz, aunque parece prudente no llegar al máximo. Tiene unos 70 años luz de diámetro, cuenta con una docena de variables conocidas, y se acerca a nosotros a una velocidad de 164 kilómetros por segundo.

Con un refractor de 10 cm ya se percibe un núcleo brillante, que va descendiendo hacia un limbo difuso, conformándose un objeto ligeramente ovalado de color blanquecino (espectro F3).

Con un reflector de 20 cm se advierte una gran densidad en su núcleo, intuyéndose una forma triangular muy curva y una extensa –y difusa– corona.

En la fotografía se aprecian además unas "patas de araña" atípicas, que se configuran como arcos concéntricos en lugar de salir de la corona de forma radial.

Foto: NASA/STScI/WikiSky

M30 (NGC 7099). 21 h 40 m -23º 11' (Capricornio)

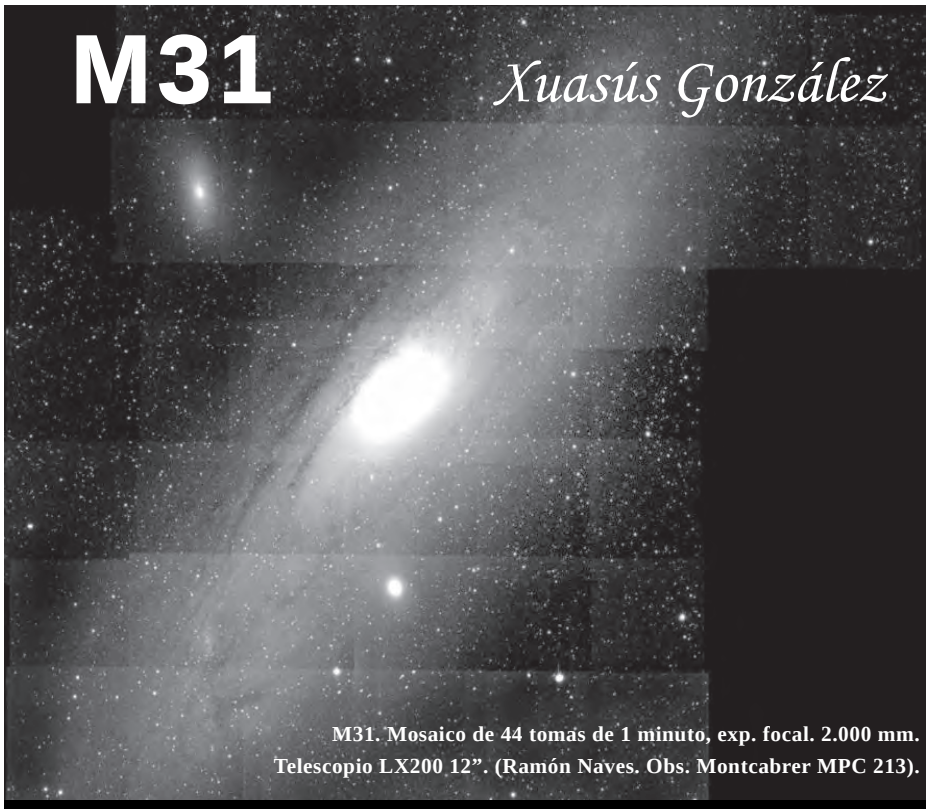
Mv 8,0. 5' x 4'. Cúmulo globular. 32.000 años luz.

3 agosto, 1764. 21 h 27 m 5 s, 24º 19' 4" austral. 0º 2

Nebulosa descubierta por debajo de la cola del Capricornio, muy cerca de la estrella 41 de esta constelación, según Flamsteed, y de la sexta magnitud. Se puede ver con dificultad esta nebulosa con un telescopio ordinario de 3½ pies. Es redonda, y no contiene estrella alguna. Su posición ha sido determinada por ξ de Capricornio. M. Messier la ha trasladado a la carta del cometa de 1759, Memorias de la Academia, 1760, plancha II.

M31

Xuasús González



M31. Mosaico de 44 tomas de 1 minuto, exp. focal. 2.000 mm. Telescopio LX200 12". (Ramón Naves. Obs. Montcabrer MPC 213).

M31 (NGC 224.). 0 h 43 m +41º 16' (Andrómeda)

Mv 4,1. 130' x 30'. Galaxia SBb. 2,2 millones de años luz.

La Gran Galaxia de Andrómeda, M31, es –sin duda– uno de los objetos más conocidos del firmamento. Es una galaxia espiral –barrada, según recientes investigaciones–, próxima a la estrella υ de la constelación, cuya observación resulta más que gratificante. Es el objeto más lejano de nosotros visible a simple vista.

La primera referencia a M31 es del astrónomo persa Azophi en el año 964, y el astrónomo alemán Simon Marius –quién afirmó descubrir los satélites de Júpiter antes que Galileo– fue el primero en observarla a través del telescopio, en 1612. Messier le concedió erróneamente el descubrimiento a éste último.

La Galaxia de Andrómeda es la más grande y brillante del Grupo Local, cuenta con un número de estrellas que puede llegar al billón, y mide 160.000 años luz de diámetro, dimensiones incluso superiores a nuestra galaxia. Se acerca a nosotros a una velocidad de unos 300 kilómetros por segundo, y se cree que puede llegar a colisionar con nuestra galaxia dentro de 3.000 ó 5.000 años.

Cuenta con un bulbo muy denso, y en su centro un núcleo –doble– muy potente, que gira rápidamente en un periodo de 310.000 años. A finales del siglo pasado se han descubierto movimientos mucho mayores, relacionados con una singularidad en su seno que probablemente cause también la emisión de radio que nos llega de la galaxia.

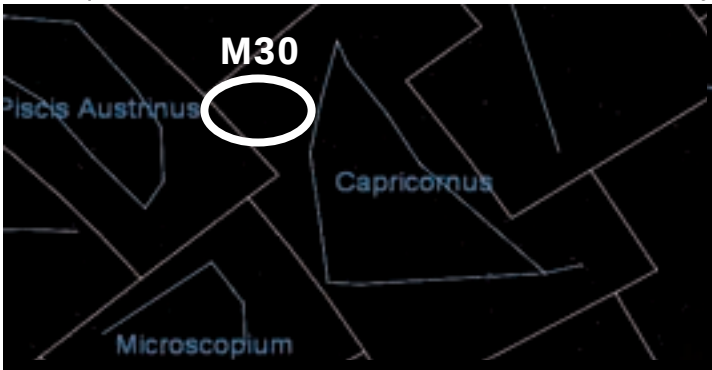
Cuenta M31, además, con 300 cúmulos, con una supernova (S Andromedae, descubierta por Ernst Hartwig en 1885), con varias novas, y también con un buen número de cefeidas –la primera descubierta por Hubble en 1923– que han resultado determinantes para calcular su distancia.

Puede ser observada a través de cualquier instrumento óptico, si bien sea quizás con unos prismáticos como se obtiene una imagen –digamos– más interesante, con un gran contraste entre un bulbo muy denso y un disco espiral, más tenue, de color azulado.

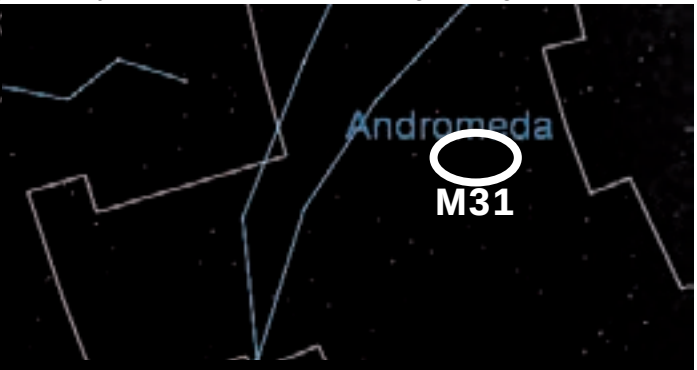
A través del telescopio se gana en detalle, pero se pierde –valga la expresión– la imagen unitaria, pues no cabe todo el objeto en el campo. La fotografía, por su parte, nos proporciona una imagen de gran belleza.

3 agosto, 1764. 0 h 29 m 46 s, 39º 9' 32" boreal. 0º 40

La bella nebulosa de la cintura de Andrómeda, en forma de huso. M. Messier la examinó con diferentes instrumentos, y no ha reconocido estrella alguna. Se parece un tanto a dos conos o pirámides de luz opuestas por su base, cuyo eje se encuentra en la dirección Noroeste a Sureste. Los dos puntos de luz que señalan sus vértices pueden estar alejados uno del otro, cosa de cuarenta minutos de grado. La base común de estas dos pirámides tiene 15 minutos. Esta nebulosa fue descubierta en 1612 por Simon Marius, y observada después por numerosos astrónomos. M. Le Gentil hizo un dibujo en las Memorias de la Academia de 1759, pág. 463. Ha sido transportada también al mapa inglés.

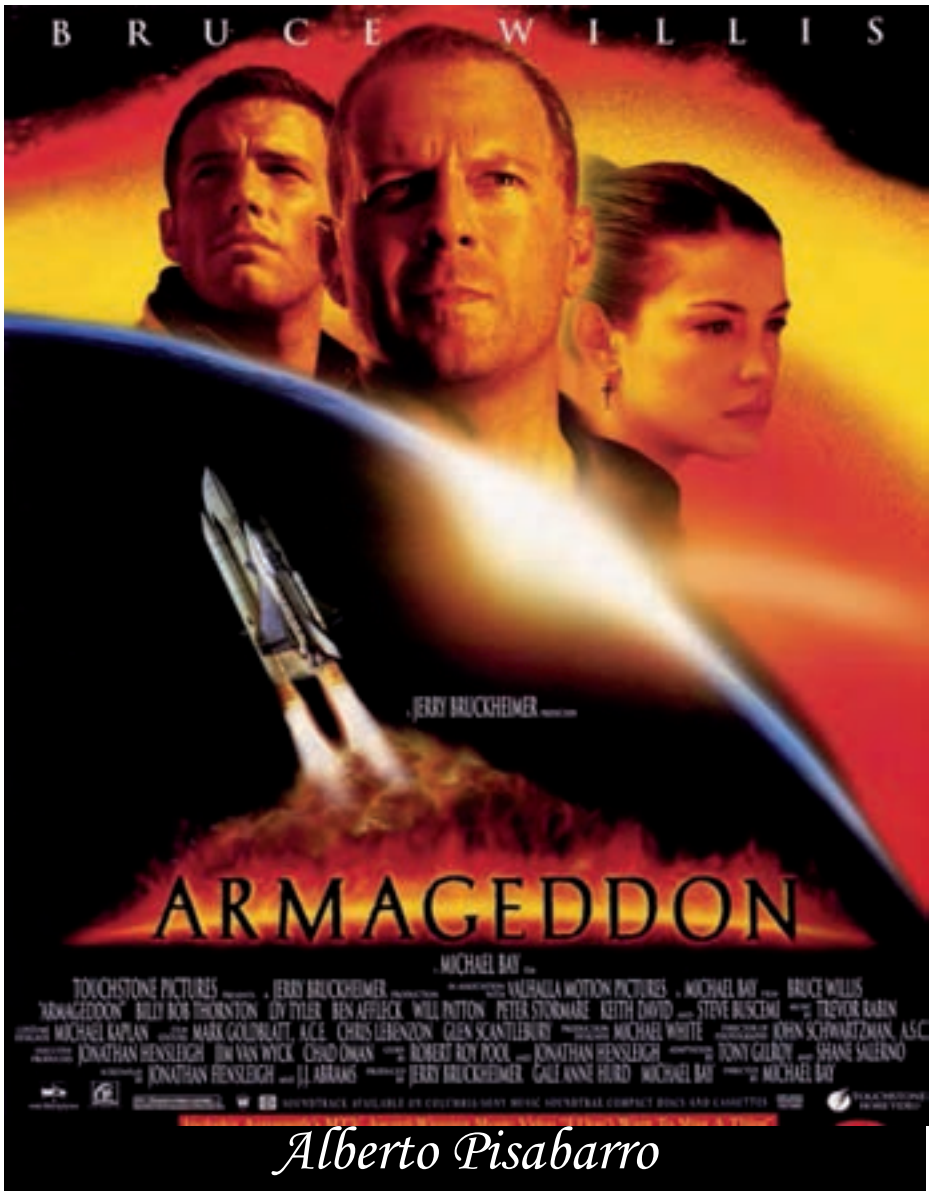


Situación de M30 en Capricornio (Starry Night)



Situación de M31 en Andromeda (Starry Night)

LA CIENCIA EN EL SÉPTIMO ARTE



Alberto Pisabarro

En esta entrega nos las vemos con un asteroide cuya trayectoria se cruzará con nuestro planeta, provocando, si no se impide, la catástrofe total: Armageddon. Dirigida por Michael Bay, la película fue estrenada en el año 1997 y en ella podemos ver de todo, desde la destrucción de grandes ciudades hasta el aterrizaje en un asteroide.

Un dato muy interesante sobre la película es que fue analizada por la NASA, encontrando la friolera de 168 errores científicos. Aunque únicamente nos centraremos en los más "impactantes", la película está bien servida de errores científicos. Repasemos algunos de ellos.

Al principio vemos que un asteroide se dirige a la Tierra y se nos dice que es el causante de la extinción de los dinosaurios hace 65 millones de años, así como que el impacto fue equivalente a "10.000 bombas nucleares". ¿De dónde sale este número? Si asumimos que el asteroide que destruyó a los dinosaurios tenía 10 km de diámetro y que se desplazaba a 11 km por segundo (que en realidad es una velocidad mínima) y teniendo en cuenta que la fuerza del impacto aumenta exponencialmente con relación al peso y la aceleración, el número aproximado seria de 800.000 bombas atómicas. Así, por ejemplo, el choque del asteroide Apophis, de 270 metros de diámetro, desataría una explosión equivalente a 40.000 bombas atómicas.

En la película, el director de la NASA, Dan Truman, afirma que el asteroide "es del tamaño de Texas", que fue desprendido del cinturón de asteroides por un cometa y que ahora se dirige hacia la Tierra, por lo que la colisión parece inevitable. Sin embargo, el asteroide más grande del Sistema Solar es Ceres, con un diámetro de 952 km. Podemos pues compararlo con el estado de Texas, cuyo diámetro es de aproximadamente 1400 km. La diferencia es más que una exageración. Además, hay que tener en cuenta que un asteroide como Ceres, compuesto principalmente de hierro (como repiten en la película varias veces), tendría aproximadamente una masa de 9,5 x1020kg, con lo cual podrían alcanzarlo varios cometas y apenas se desviaría de su órbita.

Figura1. 10.000 armas nucleares

Otro fallo clamoroso se produce cuando nos dicen que el asteroide, "del tamaño de Texas", se ha descubierto sólo 18 días antes de que impacte, lo que resulta imposible.

Figura2. Asteroide Ceres

En primer lugar, no hay asteroides tan grandes en el Sistema Solar, y si los hubiera los habríamos descubierto hace años ya que hay cientos de aficionados a la astronomía que en un día claro observan el cielo de continuo. Pero vamos a comparar el susodicho asteroide "del tamaño de Texas" con Ceres y sus 952 km de diámetro. Con una magnitud absoluta de 3,34, Ceres fue descubierto en el año 1801 por Guiseppe Piazzi. Un asteroide del tamaño de Texas vería aumentada su magnitud tres o cuatro veces por encima de la magnitud de Ceres, ya que cuanto más cerca esté del sol más brillo tendría. Por lo tanto, se debería haber descubierto muchísimo antes, dado su tamaño y relativa proximidad. No olvidemos que, cuando Piazzi descubrió Ceres, en 1801, no existía el Hubble ni tecnología sofisticada…

A continuación nos deleitan mostrándonos una buena imagen del asteroide: presenta un aspecto áspero, dentado en muchos puntos y rodeado de vapor. Cuando un objeto llega a tener cierto tamaño, la fuerza de su propia gravedad tiende a darle forma esférica, por lo que no puede ser irregular. En la película se dice que es debido a la colisión con el cometa que lo envió de camino a la Tierra (por lo que el asteroide inicial debió de ser mucho más grande). Pero esto no puede ser cierto ya que una colisión capaz de desviar de su órbita a un asteroide de más de 1400 km de diámetro haría que el asteroide y el cometa se fundieran, haciendo más fácil que tomara forma esférica en un proceso similar a la formación de los planetas (tal como sostiene la Teoría de la Acreción). Sin embargo, cuando llega a la Tierra el asteroide está frío, lo cual es imposible ya que, después de una colisión tan grande y habiendo alcanzado temperaturas muy elevadas, no hubiera tenido tiempo de enfriarse en tan solo 18 días.

A lo largo de la película, el vapor que nos muestran es extraño. Aunque supongamos que un asteroide tiene bolsas de gas internas, no las veríamos de color rojo y verde como nos muestran en la película. Esto sucede al tomar una imagen del espacio profundo de una nebulosa, porque las nubes de gas están excitadas por una fuente de luz ultravioleta, tomando ese tipo de coloración. Pero no ocurre lo mismo en este caso, pues nosotros veríamos el vapor o gases de color blanco debido a la reflexión de la luz del Sol .

Inmediatamente antes de que los X-71 (transbordadores espaciales) se acoplen a "la estación espacial rusa", el cosmonauta comunica a Houston que está preparado para iniciar los propulsores para comenzar un giro gravitatorio y generar gravedad. En primer lugar, al X-71 le resultaría muy difícil, por no decir imposible, acoplarse mientras la "estación espacial rusa" genera el giro gravitacional. Tendría que volar en círculos hasta que se sincronizaran a la perfección. De hecho, la estación espacial Mir no giraba, y el acoplamiento era un procedimiento delicado. Hay que recordar que el mayor desastre de la Mir se produjo cuando un cohete trataba de acoplarse a ella (25 de junio de 1997). Sin embargo, en la película, incluso haciéndolo tan difícil, con giro gravitacional y teniendo que sincronizarse a la perfección, se trata de un acoplamiento de rutina. Después de que todos celebren el acoplamiento, vemos que el acople entre "estación espacial rusa" y los X-71 es un simple tubo. Ese pequeño tubo no podía soportar el peso de los X-71 mientras mantengan el giro gravitacional. Como hemos comentado en otros artículos, para crear gravedad artificial hay que rotar a una velocidad determinada, de manera que esa aceleración nos empujaría del centro hacia afuera, siendo en la parte exterior donde más se notaría el efecto de la gravedad, por lo que los X-71 serian lanzados al espacio, ya que solo están enganchados por un tubo. Durante la escena siguiente,

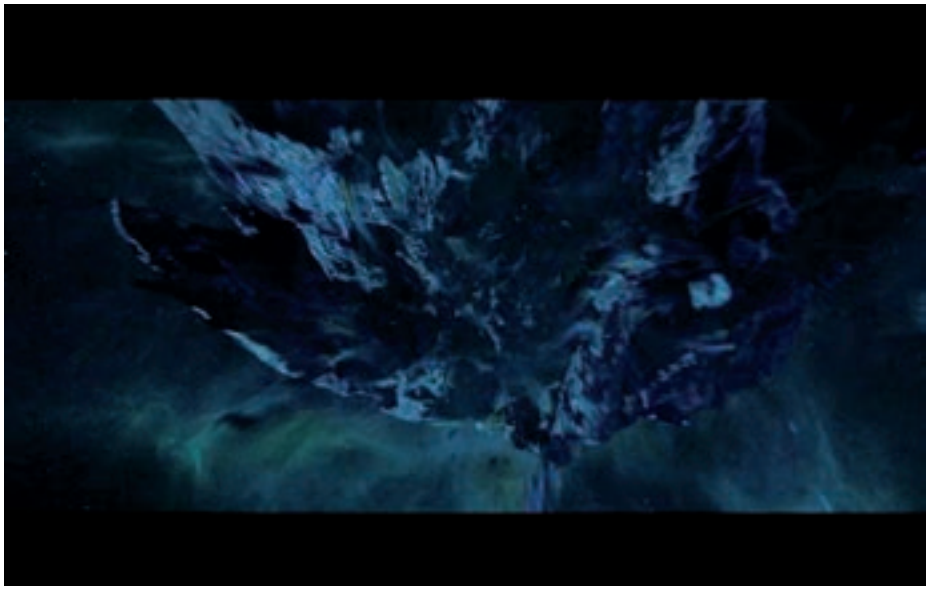


Figura3. Asteroide escarpado

Figura4. Rotación gravitatoria para permitir el acople de las naves.

la gravedad actúa en todas direcciones, lo que es más conveniente para seguir el guión. Además, en el centro de la estación (lugar donde pasan un buen rato en esta última escena de la estación espacial rusa) no debería haber apenas gravedad, ya que los mayores efectos se notan en la parte más externa, como se explicó anteriormente.

No podemos olvidarnos del plan para salvar la Tierra, que consiste en dividir el asteroide por la mitad lo suficientemente lejos de la Tierra para que pueda esquivarla y no impactar con ella. La operación debe llevarse a cabo cuatro horas antes del impacto. Imaginemos el asteroide cuatro horas antes del impacto. Cada mitad debe alejarse lo suficientemente rápido como para cubrir 6.400 kilómetros (radio de la Tierra). Cualquier retraso significaría la destrucción. A su vez, esto significa que cada mitad del asteroide debe ser acelerado a una velocidad de 6400 km / 4 horas = 1600 kilómetros por hora. Eso es aproximadamente el doble de rápido que un avión de pasajeros. Pero el asteroide es gigantesco (¡1400 kilómetros de diámetro!). Es extremadamente masivo, y algo con esa masa necesitaría una enorme cantidad de energía para moverse tan rápido (la misma cantidad de energía que el Sol produce cada segundo, aproximadamente).

Otro error llamativo es que el asteroide es lo suficientemente grande para tener cierta gravedad, por lo que los cosmonautas pueden caminar y conducir por la superficie y, sin embargo, la gravedad es tan ligera que necesitan propulsores en sus trajes y en los vehículos para evitar que salgan volando. ¿Por qué, pues, caminan con normalidad en el interior del X-71? Quizá en esta parte de la película a los guionistas se les olvidó que la gravedad también es capaz de penetrar el casco del X-71 que, según nos dicen, es de "titanio impenetrable". Pero si el casco es de "titanio impenetrable", ¿cómo puede Ben Affleck disparar un arma de fuego para destruirlo y salir de la nave? Además, ¿cómo puede ser que los tripulantes del otro X-71 puedan caminar e incluso correr con normalidad en el interior de la nave? La gravedad, sin duda, es, en la realidad, la misma fuera que dentro de la nave, por lo que cada vez que corren dentro de la nave deberían de golpearse contra las paredes constantemente.

El hecho de que tienen que perforar el asteroide hasta ni más ni menos que 240 metros de profundidad tiene una importancia absoluta. A primera vista han acertado con lo de enterrar la bomba, porque si no lo hicieran la mayor parte de la energía de la explosión se perdería hacia el espacio. Pero esa cifra, 240 metros, en un asteroide de 1400 km de diámetro, sería solo superficial. Para hacerse una idea, sirva la siguiente comparación: si un balón de fútbol es el asteroide, la perforación equivalente seria de

Figura3. Titanio impenetrable agujereado por Ben Affleck

Figura5. Explosión de gas

unos pocos milímetros y del grosor de un pelo.

Al acercarse la hora final hay una serie de explosiones, con piedras volando por todas partes. También hay grandes tormentas que amenazan con matar a los astronautas. Bien, las mareas de la Tierra que son generadas por la Luna gracias a la interacción de la gravedad de ambas, podría afectar a las rocas, provocando una tormenta. Puede incluso abrir grietas en el asteroide, dejando salir el gas. El gas se escaparía en posición vertical, no horizontal. Ya que la gravedad del asteroide es demasiado débil para retener el gas, las rocas que son despedidas irían también en dirección vertical, a causa de la débil gravedad del asteroide, lo que haría imposible este tipo de tormenta que amenaza a los astronautas.

Quedan muchos errores en el tintero, pero mencionaremos sólo alguno de ellos:

- ¿Cómo un grupo de perforadores son capaces de llevar en 12 días un entrenamiento que a los astronautas les lleva años?

- Por supuesto un error ya típico en casi todas las películas de temática espacial: el sonido. En el vacío, por ausencia de aire, no se transmite el sonido.

- En el espacio, incluso el X-71, no podría hacer maniobras como un caza en la tierra (o los X-Win de Star Wars), ya que no hay aire, por lo que los cohetes no servirían para de esquivar rocas y demás proyectiles.

-Las rocas resultan tan peligrosas que, orbitando en torno al asteroide, destruyen uno de los X-71, al intentar el aterrizaje. ¿Cómo puede el segundo X-71 abandonar el asteroide antes de que la bomba explote? ¿Dónde están las rocas? ¿Cuál es la distancia mínima de seguridad al asteroide cuando este explota? ¡La metralla de la explosión habría destruido el cohete!

No obstante si obviamos todos los fallos que contiene la película, es bastante divertida y está cargada de acción, aventuras y drama.

Por último, recuerden que, si alguna vez un asteroide va a impactar contra la tierra, NO hagan caso de esta película.

DATOS SOBRE ASTEROIDES Y COMETAS

Un asteroide es un cuerpo rocoso, carbonáceo o metálico más pequeño que un planeta y mayor que un meteoroide, que orbita alrededor del Sol en una órbita interior a la de Neptuno. Vistos desde la Tierra, los asteroides tienen aspecto de estrellas, de ahí su nombre (en griego significa "de figura de estrella"), que les fue dado por John Herschel poco después de que los primeros fueran descubiertos.

Los asteroides también se llaman planetoides o planetas menores, denominaciones que se ajustan más a lo que en realidad son, y los engloba en una misma categoría con los cometas y con aquellos cuerpos con órbitas mayores que la de Neptuno (objetos transneptunianos). La mayoría de los asteroides de nuestro Sistema Solar poseen órbitas semiestables entre Marte y Júpiter, conformando el llamado cinturón de asteroides, pero algunos son desviados a órbitas que cruzan las de los planetas mayores. La mayor parte de los asteroides y cometas conocidos giran alrededor del Sol en una agrupación que se conoce con el nombre de cinturón de asteroides, que se encuentra entre Marte y Júpiter.

Los cometas son cuerpos celestes constituidos por hielo y rocas que orbitan el Sol siguiendo órbitas muy elípticas. Los cometas, junto con los asteroides, planetas y satélites, forman parte del Sistema Solar. La mayoría de estos cuerpos celestes describen órbitas elípticas de gran excentricidad, lo que produce su acercamiento al Sol con un período considerable. A diferencia de los asteroides, los cometas son cuerpos sólidos compuestos de materiales que se subliman en las cercanías del Sol. A gran distancia (a partir de 5-10 UA) desarrollan una atmósfera que envuelve al núcleo, llamada coma. Esta coma está formada por gas y polvo. Conforme el cometa se acerca al Sol, el viento solar azota la coma y se genera la cola o cabellera característica. La cola está formada por polvo y el gas de la coma ionizado La mayoría de los asteroides de nuestro Sistema Solar poseen órbitas semiestables entre Marte y Júpiter, conformando el llamado cinturón de asteroides, pero algunos son desviados a órbitas que cruzan las de los planetas mayores. La mayor parte de los asteroides y cometas conocidos giran alrededor del Sol en una agrupación.

Título: Armageddon
Duración: 144 min.
Director: Michael Bay
País: USA
Idioma: Castellano

AÑO 2011

EFEMÉRIDES

EFEMÉRIDES PARA TODO EL AÑO 2011

➢ COMIENZO DE LAS ESTACIONES ASTRONÓMICAS

Primavera: 20 de marzo a las 23:19
Verano: 21 de junio a las 17:15
Otoño: 23 de setiembre a las 9:03
Invierno: 22 de diciembre a las 5:31

➢ DATOS RELATIVOS AL SOL

Intervalo más largo entre salida y puesta del Sol: 21 de junio (15 h 19 m)
Intervalo más corto entre salida y puesta del Sol: 22 de diciembre (9 h 03 m)
Perihelio (mínima distancia a la Tierra): 3 de enero a la 20:40 (147.057.000 km)
Afelio (máxima distancia a la Tierra): 5 de julio a las 11:50 (152.143.000 km)
Día en que el Sol sale más tarde: 4 de enero (sale a las 7:51 horas)
Día en que el Sol sale más pronto: 15 de junio (sale a las 4:44 horas)
Día en que el Sol se pone más tarde: 27 de junio (se pone a las 20:03 horas)
Día en que el Sol se pone más pronto: 9 de diciembre (se pone a las 16:49 horas)

➢ DURACIÓN DE LAS ESTACIONES

Invierno: 88 días 23 horas y 46 minutos
Primavera: 92 días, 18 horas y 0 minutos
Verano: 93 días 15 horas y 50 minutos
Otoño: 89 días 20 horas y 24 minutos

➢ APOGEO Y PERIGEO ANUAL DE LA LUNA

Apogeo (máxima distancia) 406.657 km el día 2 de abril
Perigeo (mínima distancia) 356.601 km el día 19 de marzo

➢ TAMAÑOS APARENTES DE LA LUNA LLENA

Luna llena aparentemente más pequeña:
2 de abril (29' 24'')
Luna llena aparentemente más grande:
19 de marzo (33' 30'')

➢ ECLIPSES DE LUNA

15 de junio. Eclipse total visible desde León
10 de diciembre. Eclipse total visible desde León

➢ ECLIPSES DE SOL

4 de enero. Eclipse parcial visible desde León
1 de junio. Eclipse parcial invisible desde León
1 de junio. Eclipse parcial invisible desde León
25 de noviembre. Eclipse parcial invisible desde León

➢ POSICIONES DE LOS PLANETAS RESPECTO DEL SOL

Planeta	Conjunción superior	Conjunción inferior	Elongación máxima al Este del Sol	Elongación máxima al Oeste del Sol	Conjunción	Oposición
Mercurio	25 de febrero 13 de junio 29 de setiembre	10 de abril 17 de agosto 4 de diciembre	22 de marzo 20 de julio 14 de noviembre	9 de enero 7 de mayo 3 de setiembre 23 de diciembre		
Venus	16 de agosto			8 de enero		
Marte					5 de febrero	
Júpiter					7 de abril	29 de octubre
Saturno					14 de octubre	4 de abril
Urano					22 de marzo	26 de setiembre
Neptuno					17 de febrero	23 de agosto

➢ FASES DE LA LUNA

MES	Día	Hora	MES	Día	Hora	MES	Día	Hora
ENERO			**MAYO**			**SETIEMBRE**		
Luna Nueva	4	9:05	Luna Nueva	3	6:51	C. Creciente	4	17:40
C. Creciente	12	11:33	C. Creciente	10	20:33	Luna Llena	12	9:27
Luna Llena	19	21:23	Luna Llena	17	11:08	C. Menguante	20	13:40
C. Menguante	26	12:59	C. Menguante	24	18:52	Luna Nueva	27	11:09
FEBRERO			**JUNIO**			**OCTUBRE**		
Luna Nueva	3	2:33	Luna Nueva	1	3:16	C. Creciente	4	3:53
C. Creciente	11	7:20	C. Creciente	9	2:07	Luna Llena	12	18:45
Luna Llena	18	8:37	Luna Llena	15	20:13	C. Menguante	20	21:27
C. Menguante	24	23:28	C. Menguante	23	11:49	Luna Nueva	26	1:38
MARZO			**JULIO**			**NOVIEMBRE**		
Luna Nueva	4	20:48	Luna Nueva	1	8:54	C. Creciente	2	16:39
C. Creciente	12	23:46	C. Creciente	8	6:30	Luna Llena	10	20:18
Luna Llena	18	15:10	Luna Llena	15	6:39	C. Menguante	18	15:10
C. Menguante	26	12: 08	C. Menguante	23	5: 04	Luna Nueva	25	6:11
			Luna Nueva	30	18:40			
ABRIL	:		**AGOSTO**			**DICIEMBRE**		
Luna Nueva	3	14:34	C. Creciente	6	11:09	C. Creciente	2	9:53
C. Creciente	11	12:06	Luna Llena	13	18:58	Luna Llena	10	14:38
Luna Llena	18	2:44	C. Menguante	21	21:57	C. Menguante	18	0:49
C. Menguante	25	2:47	Luna Nueva	29	3:04	Luna Nueva	24	18:08

José Mª Pérez jmpgtejada@gmail.com

ENERO 2011

EFEMÉRIDES

EFEMÉRIDES DE LOS ASTROS DEL SISTEMA SOLAR PARA LEÓN ENERO 2011. HORAS EN TIEMPO UNIVERSAL (T.U.)

➢ EL SOL Y LOS PLANETAS

	Astro	Hora Salida	Hora Culm.	Hora Puesta
Día 1	Sol	07:52	12:25	17:00
	Mercurio	06:12	10:56	15:41
	Venus	04:04	09:09	14:15
	Marte	08:29	13:00	17:33
	Júpiter	11:34	17:28	23:22
	Saturno	00:58	06:45	12:32
	Urano	11:32	17:28	23:25
	Neptuno	10:21	15:35	20:49
Día 15	Sol	07:49	12:31	17:15
	Mercurio	06:20	10:53	15:29
	Venus	04:19	09:11	14:05
	Marte	08:12	12:51	17:33
	Júpiter	10:43	16:40	22:38
	Saturno	00:05	05:52	11:39
	Urano	10:38	16:35	22:32
	Neptuno	09:27	14:42	19:56

➢ FASES DE LA LUNA

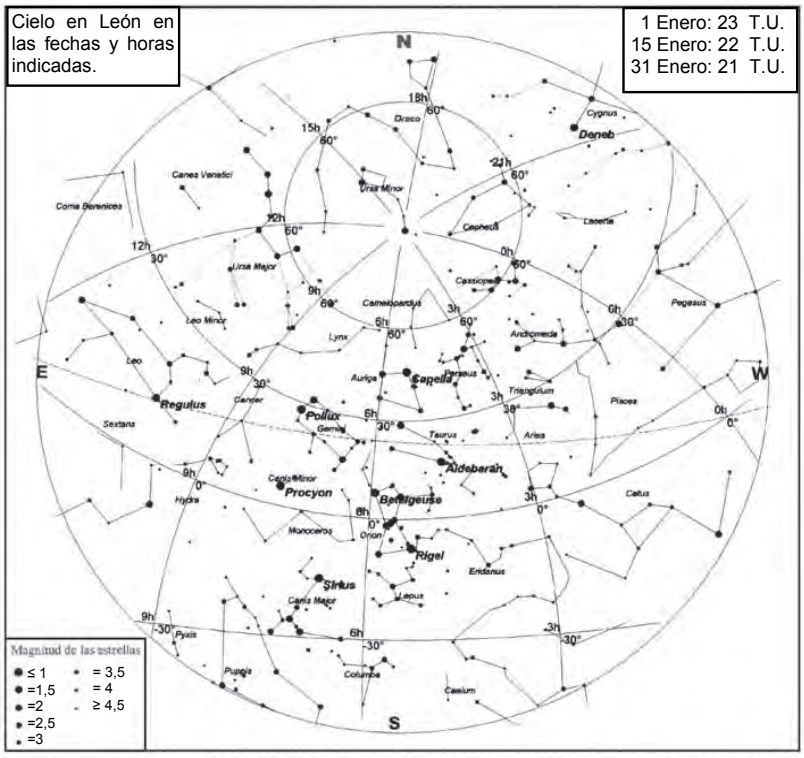
Día	Fase	Hora	Sale	Culmina.	Se pone
4	L.Nueva	09:05	07:51	12:34	17:21
12	C. Crec.	11:33	11:20	18:21	00:31
19	L.Llena	21:23	17:10	---	07:17
26	C.Meng.	12:59	00:44	05:55	10:58

➢ DÍA JULIANO

Fecha	A medianoche	A mediodía
1-01-11	2.455.562.5	2.455.563
15-01-11	2.455.576,5	2.455.577

➢ HORA SIDÉREA A MEDIANOCHE EN GREENWICH Y LEÓN

Fecha	En Greenwich	En León
1-01-11	06:41:12	06:20
15-01-11	07:36:24	07:15



➢ HORAS DE VISIBILIDAD DE LOS PLANETAS EL DÍA 15

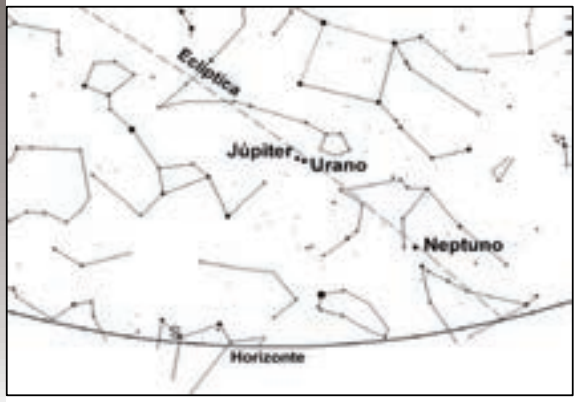
	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-00	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08
Mercurio															
Venus															
Marte															
Júpiter															
Saturno															
Urano															
Neptuno															

➢ FENÓMENOS

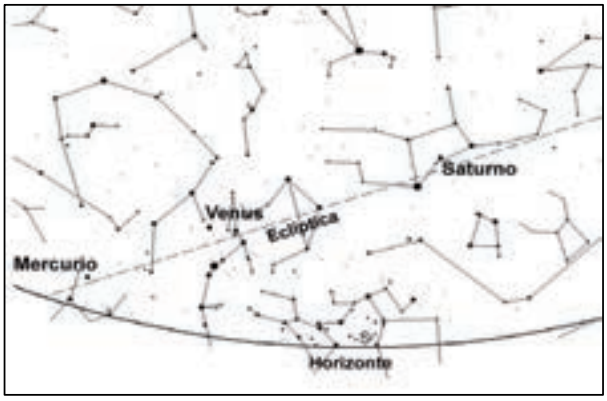
Día 3: Perihelio de la Tierra (mínima distancia al Sol, 147.100.000 km) a las 20:40.
Día 4: Fecha en la que el Sol sale más tarde (en León, a las 7:51 horas).
Día 4: Eclipse parcial de Sol visible desde León.
Día 8: Máxima elongación de Venus al Oeste del Sol
Día 9: Máxima elongación de Mercurio al Oeste del Sol.

LOS PLANETAS EL15 DE ENERO DE 2011

AL COMENZAR LA NOCHE



AL FINALIZAR LA NOCHE



José Mª Pérez jmpgtejada@gmail.com

FEBRERO 2011

EFEMÉRIDES

EFEMÉRIDES DE LOS ASTROS DEL SISTEMA SOLAR PARA LEÓN FEBRERO 2011. HORAS EN TIEMPO UNIVERSAL

➢ EL SOL Y LOS PLANETAS

	Astro	Hora Salida	Hora Culm.	Hora Puesta
Día 1	Sol	07:36	12:35	17:36
	Mercurio	06:54	11:30	16:08
	Venus	04:41	09:23	14:06
	Marte	07:45	12:39	17:35
	Júpiter	09:43	15:45	21:47
	Saturno	22:58	04:45	10:32
	Urano	09:32	15:30	21:28
	Neptuno	08:22	13:37	18:52
Día 15	Sol	07:19	12:36	17:55
	Mercurio	07:11	12:08	17:09
	Venus	04:55	9:36	14:19
	Marte	07:20	12:28	17:38
	Júpiter	08:54	15:00	21:07
	Saturno	22:02	03:49	09:37
	Urano	08:39	14:38	20:37
	Neptuno	07:28	12:44	18:00

➢ FASES DE LA LUNA

Día	Fase	Hora	Sale	Culmina.	Se pone
3	L. Nueva	2:33	07:28	12:50	18:20
11	C. Crec	7:20	10:56	18:37	01:23
18	L. Llena	8:37	18:34	00:12	06:56
24	C. Meng	23:28	00:54	05:39	10:19

➢ DÍA JULIANO

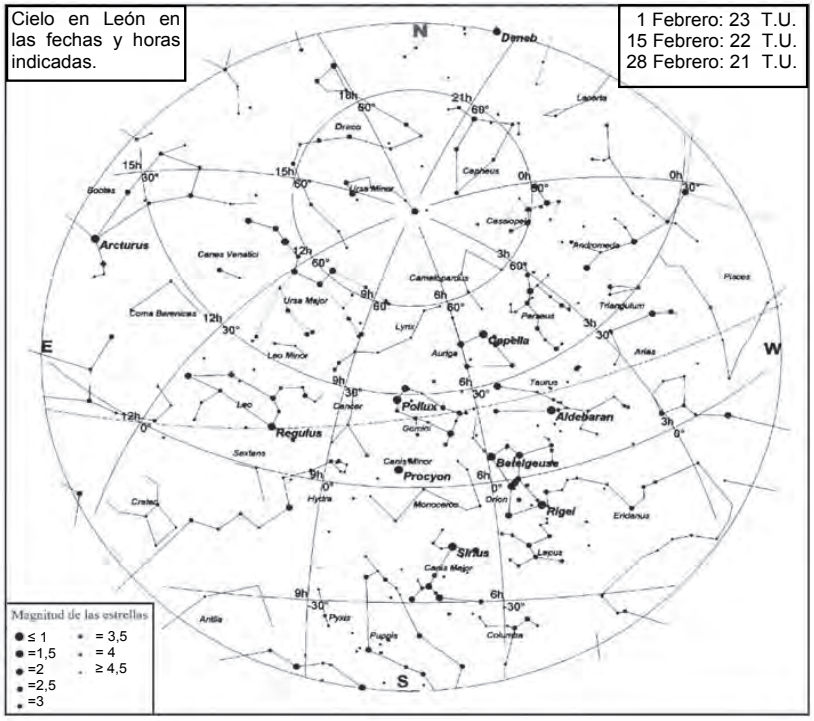
Fecha	A medianoche	A mediodía
1-02-11	2.455.593.5	2.455.594
15-02-11	2.455.607.5	2.455.608

➢ HORA SIDÉREA A MEDIANOCHE EN GREENWICH Y LEÓN

Fecha	En Greenwich	En León
1-02-11	08:43:25	08:22
15-02-11	09:38:37	09:17

Cielo en León en las fechas y horas indicadas.

1 Febrero: 23 T.U.
15 Febrero: 22 T.U.
28 Febrero: 21 T.U.



➢ HORAS DE VISIBILIDAD DE LOS PLANETAS EL DÍA 15

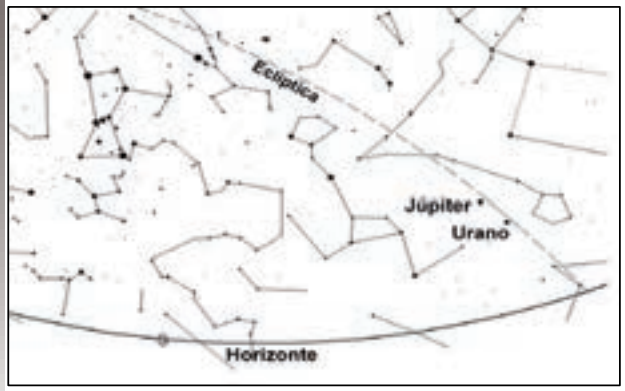
	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-00	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08
Mercurio															
Venus															
Marte															
Júpiter															
Saturno															
Urano															
Neptuno															

➢ FENÓMENOS

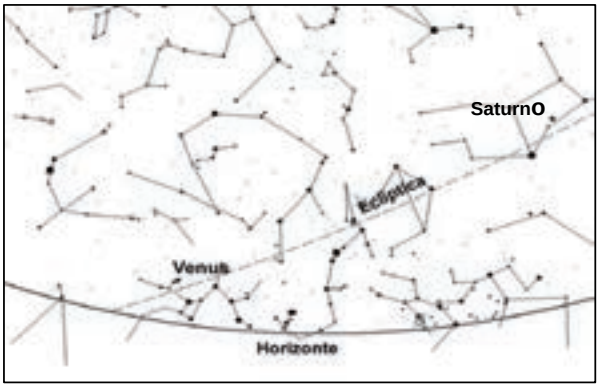
Día 5: Conjunción de Marte con el Sol
Día 17: Conjunción de Neptuno con el Sol

LOS PLANETAS EL15 DE FEBRERO DE 2011

AL COMENZAR LA NOCHE



AL FINALIZAR LA NOCHE



José Mª Pérez jmpgtejada@gmail.com

MARZO 2011

EFEMÉRIDES

EFEMÉRIDES DE LOS ASTROS DEL SISTEMA SOLAR EN LEÓN
MARZO 2011. HORAS EN TIEMPO UNIVERSAL (T.U.)

➢ EL SOL Y LOS PLANETAS

	Astro	Hora Salida	Hora Culm.	Hora Puesta
Día 1	Sol	06:58	12:34	18:12
	Mercurio	07:15	12:49	18:28
	Venus	05:03	09:50	14:40
	Marte	06:52	12:15	17:40
	Júpiter	08:06	14:16	20:28
	Saturno	21:03	02:52	08:41
	Urano	07:45	13:45	19:45
	Neptuno	06:34	11:51	17:08
Día 15	Sol	06:34	12:30	18:29
	Mercurio	07:06	13:27	19:52
	Venus	05:02	10:04	15:08
	Marte	06:22	12:01	17:42
	Júpiter	07:18	13:33	19:50
	Saturno	20:04	01:54	07:44
	Urano	06:52	12:53	18:54
	Neptuno	05:40	10:58	16:15

➢ FASES DE LA LUNA

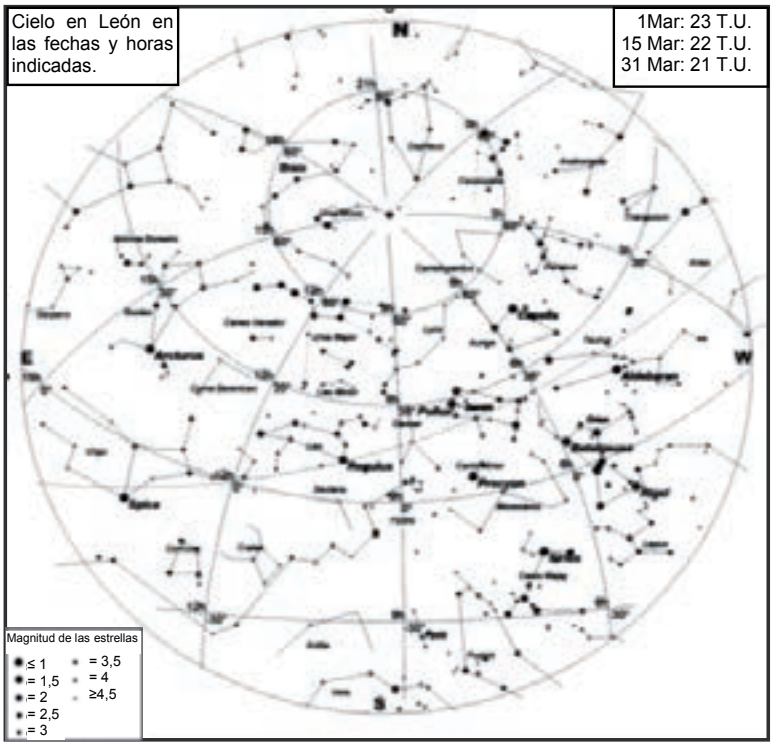
Día	Fase	Hora	Sale	Culmina.	Se pone
4	L. Nueva	20:48	06:21	12:13	18:13
12	C. Crec	23:46	10:23	18:14	01:12
18	L. Llena	15:10	17:21	23:42	05:21
26	C. Meng	12: 08	01:43	06:19	10:58

➢ DÍA JULIANO

Fecha	A medianoche	A mediodía
1-03-11	2.455.621,5	2.455.622
15-03-11	2.455.635,5	2.455.636

➢ HORA SIDÉREA A MEDIANOCHE EN GREENWICH Y LEÓN

Fecha	En Greenwich	En León
1-03-11	10:33:49	10:12
15-03-11	11:29:00	11:08



➢ HORAS DE VISIBILIDAD DE LOS PLANETAS EL DÍA 15

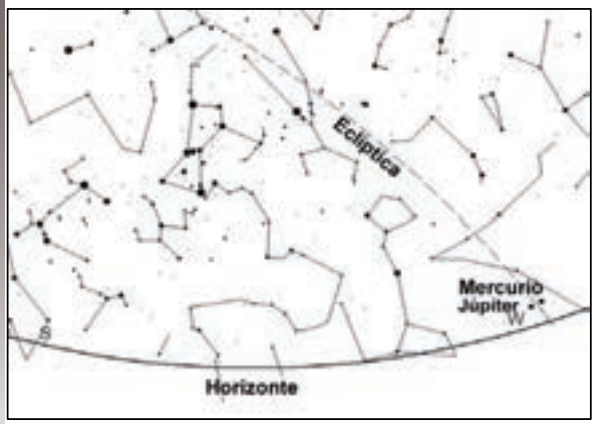
	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-00	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08
Mercurio															
Venus															
Marte															
Júpiter															
Saturno															
Urano															
Neptuno															

➢ FENÓMENOS

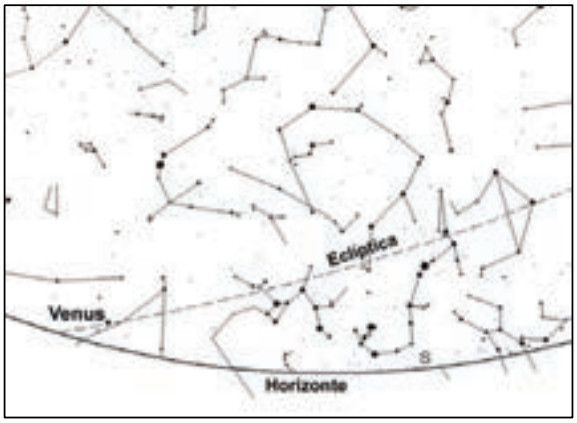
Día 19: Luna llena aparentemente más grande
Día 19: Perigeo anual de la Luna **(**356.601 km)
Día 20: Comienza la primavera en el hemisferio Norte (a las 23:19)
Día 22: Conjunción de Urano con el Sol
Día 22: Máxima elongación de Mercurio al Este del Sol

LOS PLANETAS EL 15 DE MARZO DE 2011

AL COMENZAR LA NOCHE



AL FINALIZAR LA NOCHE



José Mª Pérez jmpgtejada@gmail.com

ASOCIACIÓN LEONESA DE ASTRONOMÍA (A.L.A.)
Paseo del Parque, s/n Edificio C.H.F.
Dirección Postal: Apdo. de Correos 1236. 24080. León
www.astroleon.org – leo@astroleon.org – 987.260.510

BOLETÍN DE INSCRIPCIÓN nº:.....

Nombre:.....

Apellidos:.....

D.N.I.:..... **Fecha de nacimiento:**.....

Teléfonos. Casa:..... **Trabajo:**..... **Móvil:**.....

Profesión:..... **Estudios:**.....

Dirección:.....

Código Postal:..... **Localidad:**.....

E-mail:..... **Web:**.....

DATOS PARA LA DOMICILIACIÓN DE LA CUENTA:

Entidad bancaria:..... **Código:**.....

Sucursal:..... **Código:**.....

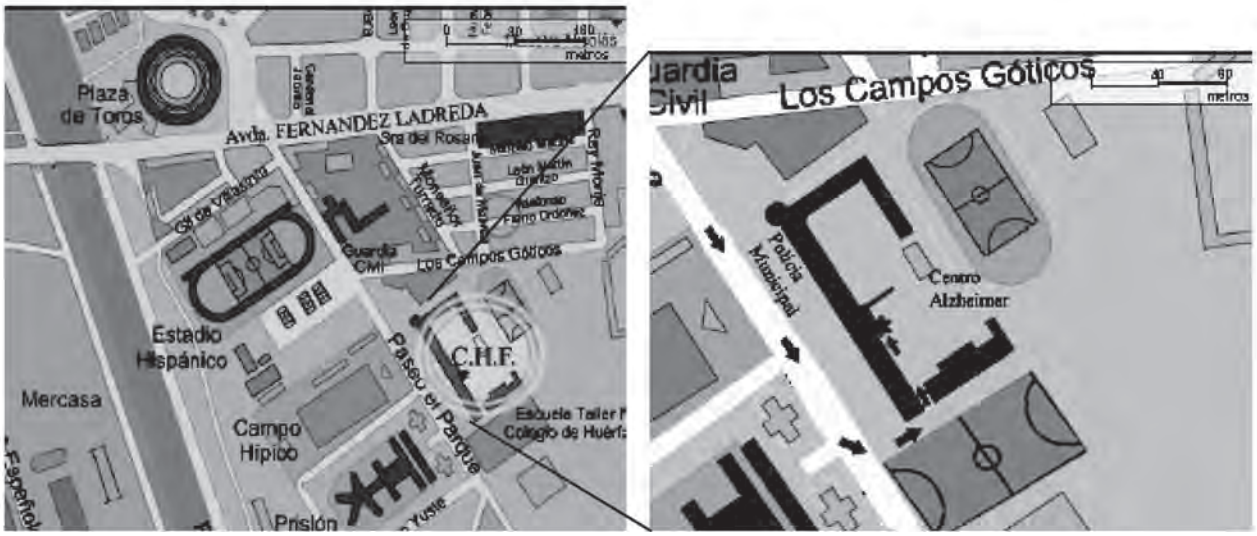
Dígitos de control de la cuenta (D.C., dos cifras):.....

Número de Cuenta (diez cifras):.....

Fecha:.....

Firma

Este boletín deberá acompañarse de dos fotografías o fotocopias en color para la realización del carnet. Puede ser entragado en la sede social de la A.L.A. los lunes y viernes no festivos de las 20:30 h. en adelante.
Cuota anual: 40 €. Menores de 18 años: 25 €



Miles de ayudas para el desarrollo rural

Gracias a Caja España, muchas personas no van a tener que pedir ayuda. Porque Caja España destina miles de ayudas para fomentar el desarrollo del medio rural.
Éste es el compromiso de tu caja con la sociedad y contigo.

Caja España
OBRA SOCIAL

Damos Soluciones