



Continguts

Les evolucions del calendari

La necessitat d'ordenar i mesurar el pas del temps

Els cicles del Sol i de la Lluna

Dificultats d'encaixar els cicles lunar i solar

Les solucions en distintes cultures

El calendari romà

El calendari Julià

El problema de la Pasqua

El calendari gregorià

La Revolució Francesa i el Sistema Mètric Decimal

Problemes pendents: El conflicte entre l'astronomia i la tecnologia

Utile non subtile legit



L'afany de mesurar el pas del temps

Des de que l'home es va fer sedentari, totes les cultures han volgut trobar **esquemes de repetició en el pas del temps**, principalment per motius agrícoles, lligat al pas de les estacions.

Els elements principals de l'ordenació han estat relacionats al fet que **el Sol i la Lluna, es mouen** pel firmament de manera repetitiva.

El **Sol marcant el pas de les hores i dels dies**, modificant els **punts de sortida i posta**, variant **l'altura sobre l'horitzó** al migdia i **recorrent les constel·lacions** del Zodíac

La Lluna mostrant aspectes canviants de dia en dia i repetint les seves **fases**

És el que en diem els **cicles solars i lunars**

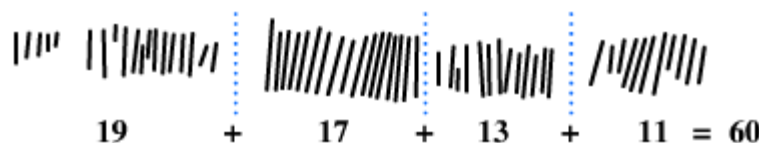
Per controlar tot això **cal saber comptar...**



L'afany de mesurar el pas del temps



L'os d'Ishango és un os d'uns 10 cm de llarg, trobat a Ishango, (República Democràtica del Congo). Presenta un seguit de marques en tres columnes i es considera la **primera taula de nombres primers** coneguda, datada del **20.000 aC**.





Les evolucions del calendari

Utile non subtile legit

L'afany de mesurar el pas del temps

Saltarem la discussió de **si els nombres s'inventen o es descobreixen...** En qualsevol cas, es van fer servir!

Primerament es feien servir diverses coses: les primeres lletres dels alfabets, 9 digits, base 12, mesopotàmics de base 60,

Els nombres tenen un origen àrab o indú

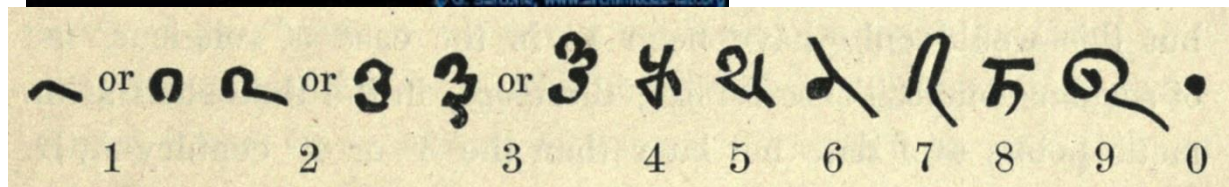
From Apices to Modern Digits

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>X century</i>	1	ϯ	Ϸ	ϸ	Ϲ	Ϻ	ϻ	ϼ	Ͻ
<i>XI century</i>	1	ϯ	Ϸ	ϸ	Ϲ	Ϻ	ϻ	ϼ	Ͻ
<i>XII century</i>	1	ϯ	Ϸ	ϸ	Ϲ	Ϻ	ϻ	ϼ	Ͻ
<i>Modern</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9

© G. Sarcone, www.archimedes-lab.org

The numerals used in the Bakhshali manuscript, dated between the 2nd century BC and the 2nd century AD

A Europa, fins a l'edat mitjana es van fer servir el nombres romans: I, V, X, L, C, D, M



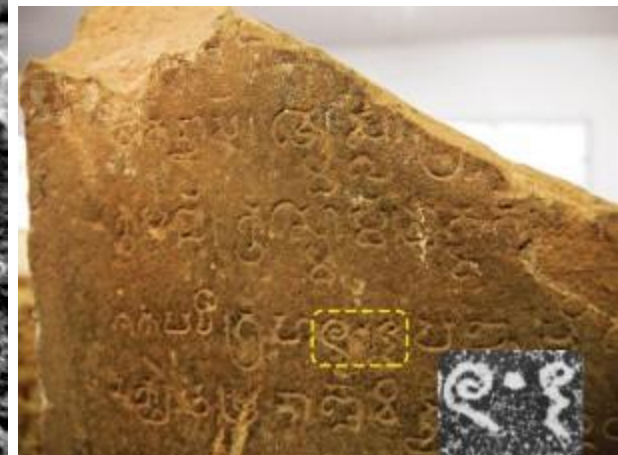


Les evolucions del calendari

L'afany de mesurar el pas del temps

El que va ser una revolució va ser **la invenció del zero**... Sembla que va ser al **segle VII a Cambodja**

Tant com a concepte de “**buit**” (origen budista?) com per a poder fer servir el seu “**posicionament**” del nostre sistema de numeració



605

Utile non subtile legit



Els cicles del Sol i de la Lluna

Una unitat fonamental és **el temps entre dues sortides de Sol, el dia**.
Actualment el dividim, **no en 10, sino en 24 hores**, dos períodes de 12,
Varia entre 23h, 59 m, 39 s i 24 h, 0 m, 30s

Una altre element és el **cicle de la Lluna**, que es repeteix cada **29 dies aprox.**
És el que tarda la Lluna per donar una volta a la Terra

L'altre element fonamental és **l'any**, el cicle de les estacions, **d'uns 365 dies**
És el que tarda la Terra per donar una volta al Sol

Això porta a un calendari tipus solar, d'uns 12 mesos: $12 \times 30 = 360$

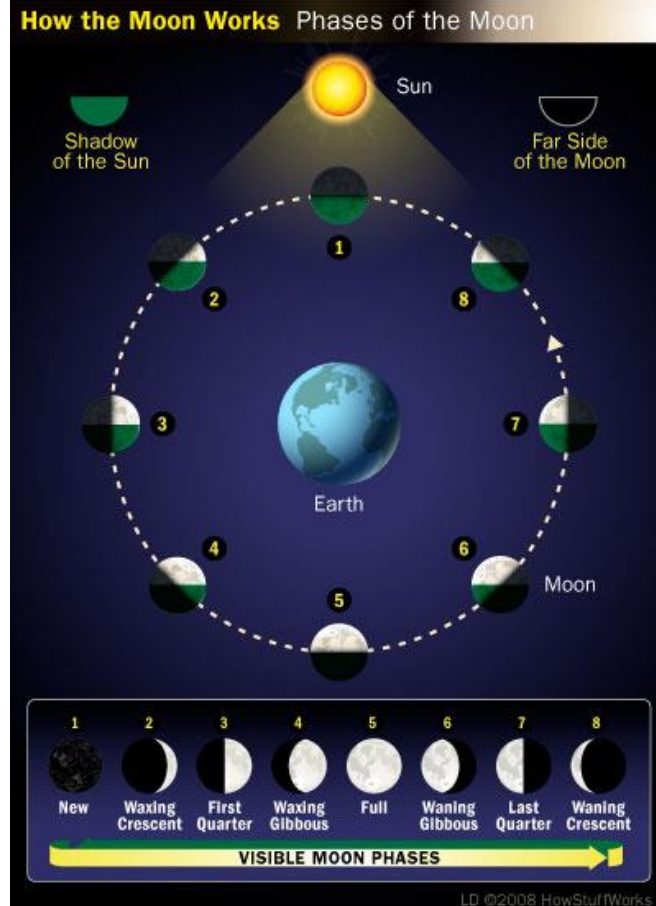
El problema per definir un calendari **solar** és que
període de translació de la Terra (any)

----- **no és enter**

període de rotació de la Terra (dia)

Utile non subtile legit

Els cicles del Sol i de la Lluna



Mes lunar: interval de temps entre dues llunes noves.

Uns 29.5 dies (entre 29 dies i 6 hores i 29 dies i 20 hores)

Any lunar: Interval de 12 mesos lunars.
354 dies

Calendari de tipus lunar $12 \times 29.5 = 354$

I que per la Lluna el **problema** és que

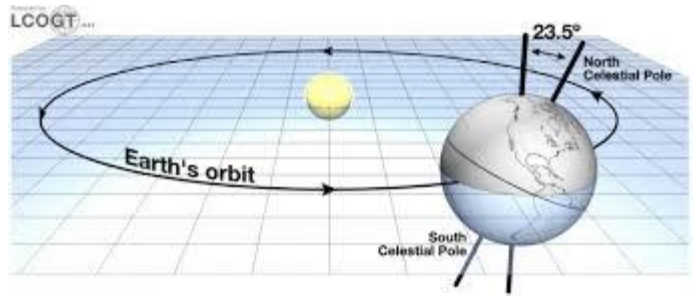
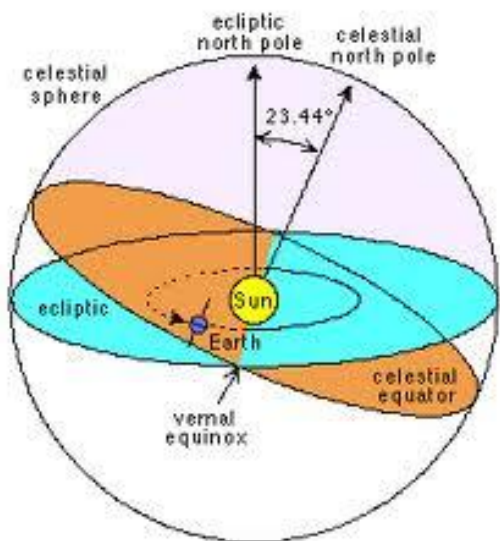
període de translació de la Lluna

----- **tampoc és enter**

període de rotació de la Terra

Utile non subtile legit

Els cicles del Sol i de la Lluna



L'eix de rotació de la Terra **NO** és coincideix amb la perpendicular al pla que forma l'òrbita de la Terra, sinó que formen un angle de 23,44 graus

Això és la causa de les **estacions** (no la forma el·líptica de l'òrbita!)

A més, l'eix de la Terra fa un moviment de **precessió** que fa **una volta cada 26.000 anys...** unes desenes de segon d'arc cada any a causa de la influència de la Lluna. De manera que **l'angle de l'eix de la Terra no és del tot constant.**

Així els equinoxis arriben "abans" de completar una volta a la eclíptica (Hiparc).

Els cicles del Sol i de la Lluna

Els 4 **punts especials de l'eclíptica**:

En **dos punts l'eix Terra-Sol és perpendicular a l'eix de rotació** de la Terra: **equinoccis**

En **dos punts l'angle és màxim o mínim**: **solsticis**

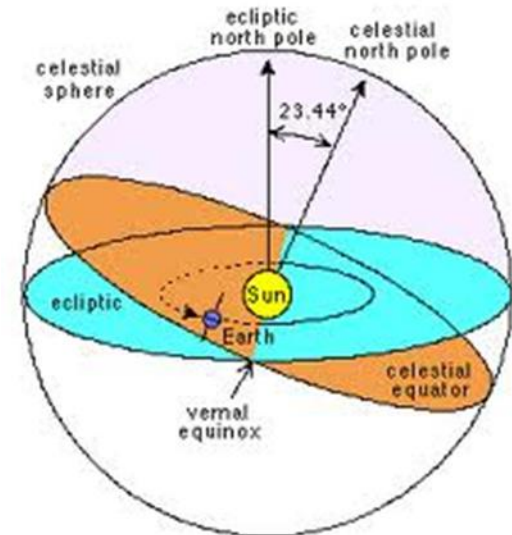
Partim de l'**equinocci de primavera**, quan l'angle passa de ser obtús a ser agut, i el fixem el **21 de març**.

Arribem al punt en que és el **màxim d'agut: solstici d'estiu** (cap al 22 de juny).

Els raigs cauen més perpendiculars a l'**hemisferi nord**, es maximitza l'altura del Sol sobre l'horitzó, al migdia

L'angle va augmentant fins a la **perpendicularitat: equinocci de tardor** (22 o 23 de setembre).

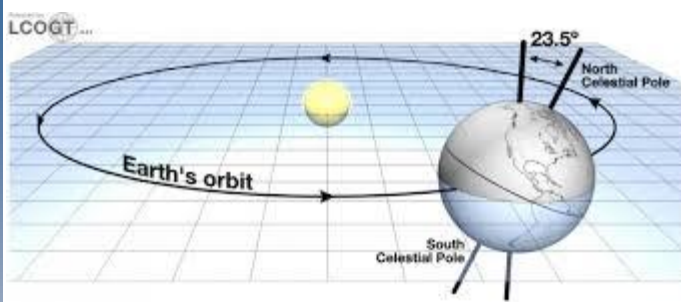
I augmenta fins al màxim d'obtús **solstici d'hivern** (22 de desembre)



Si mirem un calendari corrent , veurem que **de l'equinocci de primavera al de tardor hi ha 186 dies**, quantitat superior a la meitat de 365. Això es deu al fet que, **a l'estiu, la Terra passa per l'afeli** (punt de màxima llunyania del Sol) i la **seva velocitat és menor**.



Els cicles del Sol i de la Lluna



El **període de rotació de la terra** defineix el “**dia sideri**”.

El temps que hi ha entre dues sortides de Sol successives, a causa de la translació de la Terra, és el “**dia solar**” i promitjat al llarg de l’any és el “**dia solar mitjà**” (86.400 segons per definició)

(El sol tarda més en “sortir” que en fer una volta sencera)

Any solar o tropical: temps entre dos equinoccis de primavera successius.

Quan l’eix de rotació de la Terra forma un angle recte amb l’eix Sol-Terra (passant d’agut a obtús)

A més, hem de definir l’**Any sideri**: Temps que tarda el Sol per estar en la mateixa posició respecte una estrella

365 d, 6 h, 9 m, 9 s; 365,256363 dies

(més llarg que el tropical: 365 d, 5 h, 48 m, 45 s;

365,242199 dies)

No són iguals a causa de la precessió (de precedir= passar davant) dels equinoccis

Utile non subtile legit



Els cicles del Sol i de la Lluna

Com 365 no és divisible per 29 , **no és possible fer que l'any tingui un nombre enter de mesos lunars** .

Ni és possible fer un calendari solar a base de 12 mesos de 30 dies.

Les civilitzacions van optar per **calendars Lunars, Solars o mixtes**, sempre amb **correccions** més o menys sofisticades.

Fa falta fer correccions si volem que les **estacions es corresponguin** amb dates determinades del calendari.

Sense correccions al cap de 12 anys, l'arribada de la tardor tindria lloc dos mesos abans.



Els cicles del Sol i de la Lluna

A més convé **fer divisions més artificials** intermedies entre mes i dia.

A les distintes civilitzacions , aquestes divisions oscil·len entre 4 i 10 dies, en general lligades als mercats

La nostre **setmana ve del Gènesi**.

L'avantatge del 7 és que el mes lunar té aproximadament 4 setmanes.

I parts més petites del dia:

les **hores**, de durada diferent segons les èpoques de l'any.

Les nostres 24 hores són més tardanes, de quan van començar els rellotges mecànics.

No era general començar a comptar les hores a mitja nit (els astrònoms encara comencen a migdia!)



Els cicles del Sol i de la Lluna

Actualment el dia es divideix en **hores de 60** (no 100!) **parts petites**, minutum

Aquestes en **60 segons minuts**, el segon

El segon durant segles va ser **1/86400** del día Solar "mig" anual

Ara és "el temps corresponent a **9.192.631.770 vibracions** d'un àtom de Cesi-133 entre dos nivells hiperfins del seu estat fonamental"

Utile non subtile legit



Solucions en les distintes cultures

La mesura del pas del temps dóna lloc als “**calendaris**”.

El calendari més antic es va trobar en un monument mesolític d'Aberdeenshire, **Escòcia**, de fa **10,000 anys**

12 pous que semblaven marcar les **fases de la Lluna**



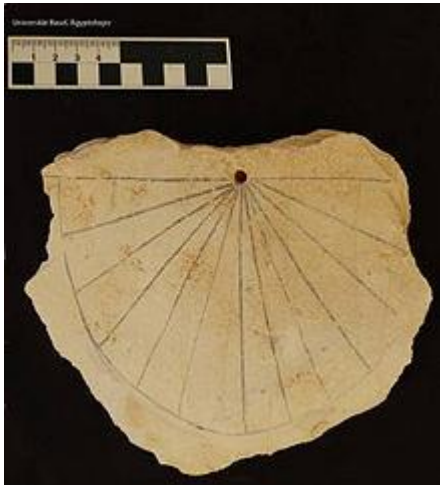
Utile non subtile legit

Solucions en les distintes cultures

Un dels sistemes de mesurar més antics és el dels **mesopotamis**, basat en el número **60** (que té molts divisors), de fa **4000 anys**.

Sabien que la Terra gira al voltant del Sol i el seu calendari solar es dividia en dues estacions, “estiu” i “ivern”. L’any nou estava determinat per la collita

Els **egipcis** ja dividien el dia en 12 períodes



Relotge de Sol egipci
de fa 3500 anys





Solucions en les distintes cultures

El calendari **Maya** és d'abans del segle V abans de Crist i encara s'usa en algunes comunitats mayes.

Te **tres calendaris separats**: el *Llarg*, el *Tzolkin* (calendari diví) i el *Haab* (calendari civil).

Es mou en cicles, amb el darrer cicle que acabava el desembre de 2012.

Això va ser la causa de la interpretació que el món s'acabaria en aquesta data.

El *Haab* té 365 dies i es divideix en 18 mesos de 20 dies més un mes de 5 dies



Utile non subtile legit



Solucions en les distintes cultures

En general **cada cultura va inventar el seu calendari.**

Hindú (1200 aC)

12 mesos de 30 dies, més un mes cada 5 anys.

Encara s'usa

Xinès (segle IX aC)

12 mesos lunars (354 dies), més 7 mesos lunars cada 19 anys

En ús fins el 1911 i encara es fa servir...

Hebreu: c de 12 llunacions de mesos de 29 i 30 dies alternant i afegien un mes suplementari.

El Segle IV dC el van modificar en l'actual basat en el cicle de Metó (19 anys i 235 llunacions)

Utile non subtile legit



Solucions en les distintes cultures

Musulmà: 12 llunacions de mesos de 29 i 30 dies alternant. **El 9è, el Ramadà es dedica a la penitència i varia d'època.** Es perd 1 mes any cada 33 anys. Es compten des de l'Ejira, el 622.

L' **antic calendari lunar grec basat** en el **cicle de Metó** (de Metó d'Atenes , c . 440 a. de C.), es basava en què **235 mesos lunars són gairebé exactament 19 anys solars si s'afegia un mes lunar en set dels anys del cicle**

Calendari Pere III el Cerimoniós

Una de les cròniques

Un calendari que va des de l'any 1044 fins al 1548

Utile non subtile legit



El calendari romà

El primitiu calendari romà, durant la República, tenia **10 mesos d'uns 30 dies**, amb un total de 304 dies.

Martius (de Mart, déu de la guerra, 31), **Aprilis** (de Apru o Aprilis, la deessa etrusca de la fertilitat, 29), **Maius** (de Maia, la deessa de la primavera, 31) i **Junius** (de Juno, esposa de Júpiter i deessa del matrimoni, 29), i els altres seguien la numeració: **Quintilis** (31), **Sextilis** (29), **September** (29), **October** (31), **November** (29) i **December** (29).

Al final s'afegien els dies necessaris per ajustar-se a la durada de l'any astronòmic. L'emperador Numa Pompilius (715-673 a. de C.) va agrupar aquests dies en dos mesos, **Januarius** (dedicat a Janus, 29) i **Februarius** (el mes de l'expiació, 28), amb un total de 355 dies.

Per acabar d'ajustar-s'establia un cicle de quatre anys en què s'afegia un mes de 22 o 23 dies.

Utile non subtile legit



El calendari romà

L'any 450 a.C. es va modificar el cicle, però seguia havent-hi un **excés de dies** que es corregia de maneres arbitràries.

Tenien **setmanes** de 9 dies.

Divisió dels mesos: tres fraccions desiguals

Les **calendes** (el dia 1, que corresponia a la lluna nova), d'on ve el nom de " calendari ";

Les **nones** (els dies 7 de març, maig, juliol i octubre i el 5 dels altres mesos);

Els **idus** (el dia 15 dels mesos de març , maig, juliol i octubre i el dia 13 dels altres mesos) .

Els dies es podien identificar per la numeració contínua , des del dia 1, o pel mètode romà, en què els dies es comptaven cap enrere des de les tres divisions esmentades .

Així el " XIX die calendes februarias " era el dia 19 abans de les calendes de febrer , el nostre 14 gener

No deixar mai res per les **calendes gregues**. Mai!

Utile non subtile legit



El calendari romà

Noms dels dies de la setmana:

El Sol (Sunday, per nosaltres diumenge), la Lluna i els cinc planetes que es veuen a simple vista: Mart, Mercuri, Júpiter, Venus i Saturn (dissabte, de shabat pels jueus, Saturday).

En anglès, el deu germànic de la guerra Tiw (tuesday) substitueix al marcial grecorromà Mart; el principal deu germànic Woden (wednesday) al deu secundari Mercuri, l'important deu guerrer Thor (thursday) a Júpiter, i la deesa de la fertilitat Freya (friday) a la deesa de l'amor Venus.



El calendari julià

Cap a l'any 46 a.C. el calendari republicà estava bastant desajustat, de manera que l'equinocci astronòmic diferia del civil en tres mesos.

Aconsellat per **Sosígenes d'Alexandria**, **Juli César** (101-44 aC) va establir el calendari anomenat julià i arreglar el desajust **intercalant 67 dies l'any 45 aC, entre novembre i desembre**. L'any 45 va ser anomenat l'**"any de la confusió"**.

El nou **any julià** té una durada mitjana de **365,25 dies**: els anys eren de 365 dies i un any cada quatre (els múltiples de 4) de 366.

El dia addicional s'afegia després del 23 de febrer, que es repetia : el dia sisè abans de les calendes de març ("ante diem sexto Kalendas Martius")

És a dir "**bis-sexto** Kalendas Martius".



El calendari julià

També es va traslladar l'**inici de l' any de l'1 de març a l'1 de gener**. Va quedar:

Gener 31, Febrer 29 o 30, mars 31, Abril 30, Maig 31, Juny 30

Quintilis (31), Sextilis (30), September (31), October (30), November (31) y December (30).

A la mort de Juli César, el 44 aC es va canviar **Quintilis (31) per Julius**.

I l'any **7 aC es va canviar Sextilis (30) per Augustus (de 31!)** i es van ajustar a les duracions actuals

Així l'Any Tropical és 11'4" més curt que l'any Julià introduint errors de l'ordre de 1 dia cada 128 o 130 anys.

Com la durada real de l'any era, aproximadament , uns **664 segons més curt** que l'any julià (d'exactament 365,25 dies), la discrepància es va anar acumulant **fins a esdevenir uns 11 dies a l'època de Gregori XIII**.



El problema de la Pasqua

Si bé el fet que les **estacions climatològiques estiguessin 11 dies endarrerides** no era un problema molt greu de manera urgent, si que ho eren els desajustos de cara a la **determinació de la Pasqua cristiana** i de les altres festes mòbils, determinades pel calendari jueu, basat en la Lluna.

Com la **Resurrecció va tenir lloc després de la Pasqua jueva** (el dia **14 de la primera lluna l'any, el mes lunar de Nissan**), la Pasqua cristiana s'havia de fixar segons el calendari lunar jueu.

I com la Pasqua cristiana havia de caure en diumenge, el **Primer Concili de Nicea** (325 dC) va convenir que fos el primer diumenge després del dia 14 de la 1a lluna de l'equinocci de primavera (dia=nit) (21 març) o després

Un retard de 11 dies modificava la data de la festa i s'acabaria celebrant la Pasqua cristiana en ple estiu, amb perjudicis per als temps litúrgics.



El problema de la Pasqua

Com es fixa la Pasqua?

Lletres Dominicals, els nombres auris i la taula d'epàctes

La fixació es basava any l'any Julià.

Se suposava que les llunes plenes es repetien cada 19 anys (cicle lunar o cicle de Metò), que contenen 235 mesos lunars

Lletres dominicals

Es **marquen els dies de l' any** a partir de l'1 de gener al 31 de desembre amb un cicle continu recurrent de **set lletres: A, B, C, D, E, F, G**.

Al 1r diumenge de l'any li tocava una lletra, la **"lletra dominical de l'any"**.

Cada any, cada diumenge té una lletra i **tots els diumenges tenen la mateixa**.

A cada any l'hi correspon la lletra dominical del diumenge.

Hi hauria un cicle de 7 anys, però a causa dels **anys de traspàs** les lletres dominicals es repeteixen en **períodes** no de 7 sinó de **$4 \times 7 = 28$ anys**. És el que s'anomena **"cicle del Sol"**.



El problema de la Pasqua

Nombre auri (es van introduir l'any 530)

A cada any se l'hi assigna un "número auri" de 1 a 19

El número que indica la posició d'un cert any en el cicle és el "nombre Auri", sigui pel color en que es representava o per la seva importància per determinar la Pasqua.

El cicle enter és de $19 \times 4 = 76$ anys

Combinant la posició de la Lluna i el dia de la setmana del primer dia de l'any s'obté el període Dionissià, de $28 \times 19 = 532$ anys, que inclou totes les possibilitats. La Pasqua es repetiria cada 76 pels 7 dies de la setmana, és a dir, 532.

Aquest període va ser utilitzat el segle VI per determinar la Pasqua per **Dionysius Exiguus** i d'aquí el seu nom.

Però això seria en teoria i segons l'any julià...



El problema de la Pasqua

Amb l'any Gregorià es va fer servir la **taula d'epactes**:

A cada any se l'hi assigna un **"epacta", de l' 0 al 29**, que indica la fase de la lluna el dia 1 de gener: **0 Lluna nova i 15 Lluna plena...**

Però com 235 mesos lunars NO són exactament 19 anys solars, això s'ha de corregir. Es va fer una correcció el 1900 i se'n fera un altre el 2200.

Per ser pràctics es feia servir la "taula d'epactes" determinada de manera complicada pel nombre auri i la lletra dominical.

A partir de la lletra dominical i el nombre auri es determina "l'edat" de la Lluna el 1 de gener i així es determina la Pasqua aproximadament.

Algorisme per determinar la Pasqua?

Simple algorisme de Gauss 1800, però amb un error: donava la Pasqua del 4200 el 13 d'abril, i és el 20!

La **Pasqua** cristiana pot caure en qualsevol **diumenge entre el 22 de març i el 25 d'abril**, de manera molt erràtica (amb una periodicitat de 5,750,000 anys)



El problema de la Pasqua

Mètode pràctic

Sigui l'any x

1. Es divideix x per 19. S'ignora el quocient i el reste A dona la posició de l'any en el cicle lunar de 19 anys ($A+1$ és el nombre Auri).
2. Es divideix x per cent. S'obté un quocient B i un reste C
3. Es divideix B per 4. S'obté un quocient D i un reste E
4. Es divideix $8B+13$ per 25. S'obté un quocient G i un reste que s'ignora.
5. Es divideix $19A + B - D - G + 15$ per 30. S'ignora el quocient i s'obté un reste H . (L'epacte de l'any es $23 - H$ si H és menor que 24, i $53-H$ en cas contrari).
6. Es divideix $A+11H$ per 319. S'obté un quocient M i un reste que s'ignora.
7. Es divideix C per 4 i s'obté un quocient J i un reste K .
8. Es divideix $2E+2J-K-H+M+32$ per 7. S'obté un quocient (que s'ignora) i un reste L
9. Es divideix $H-M+L+90$ per 25. S'obté un quocient N i un reste que s'ignora.
10. Es divideix $H-M+L+N+19$ per 32. S'obté un quocient que s'ignora i un reste P .

La Pasqua és el dia P del mes N (que pot ser 3 per Març o 4 per Abril).

La lletra dominical de l'any s'obté dividint $2E+2J-K$ per 7 i mirant el reste: el reste 0 és la lletra A; 1 es equivalent a B, etc.

Utile non subtile legit



El calendari gregorià

Aquesta situació feia pensar en la **conveniència de modificar el calendari** de manera que s'evitessin els desfasaments. De fet, ja abans de Gregori XIII ho havien intentat sense èxit **Johannes de Sacrobosco, Roger Bacon i Nicolau de Cusa**.

L'any 1472 , el **Papa Sixt IV** va convidar a Roma al filòsof Johann Müller (**Regiomontanus**) per encarregar-li el canvi del calendari , però el seu assassinat el 1476 va obligar a l'ajornament del canvi.

La idea de reformar el calendari que sí va quallar va ser la d'un professor de medicina de la Universitat de Perugia, **Luigi Lilio Ghiraldi (o Giglio)**, llatinitzat com Aloisius Lilius , de manera que, inicialment, el nou calendari es va conèixer com "**calendari liliano**".

Lilius va proposar, partint de les "Taules Alfonsines", de les Taules Prutèniques" i del "De revolutiones..." de Copèrnic, **la supressió de 10 dies per tal de corregir l'avanç**.

Es podien suprimir d'una vegada,
o en un període de 40 anys , començant el 1584 i eliminant els anys de traspàs durant 40 anys.



Les evolucions del calendari

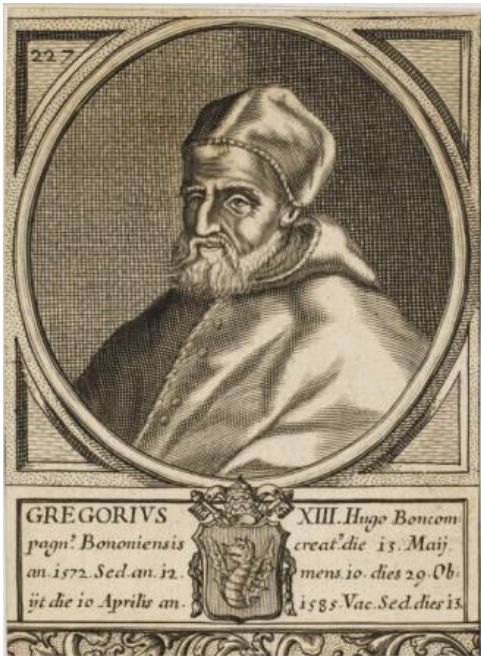
A la seva mort en **1576**, el seu treball va ser presentat pel seu germà al **Papa Gregori XIII**, un antic professor de lleis de Bolonya anomenat Ugo Buoncompagni, que havia estat elegit Papa a 1572. En 1576, el Papa va buscar l'**ajuda del matemàtic jesuïta Christopher Clavius**, eminent astrònom que dóna nom al major cràter de la Lluna, i va crear una comissió per estudiar la proposta.

Clavius



El calendari gregorià

La comissió va decidir **treure 10 dies de cop** i evitar separar els dies de la setmana de manera que **al dijous 4 d'octubre de 1582, festa de Sant Francesc, el va seguir el divendres 15 d'octubre.**



La publicació oficial de la comissió es va titular **"Kalendarium Gregorianum perpetuum "** i va ser acompanyada de la butlla **"Inter Gravissimas ..."**, de data 24 de febrer de 1582.





El calendari gregorià

La butlla anunciava a tots els prínceps cristians que el nou sistema començaria a aplicar-se el 15 d'octubre del mateix any, obligant a eliminar 10 dies del calendari.

Per tal d'evitar posteriors defasatges la comissió també **va proposar suprimir un dia tres vegades cada 4 segles**, concretament els dies addicionals dels anys de traspàs que coincidissin amb un canvi de segle, a partir del 1600 que sí que seria traspàs.

La norma és que **són de traspàs els múltiples de 4 que no acabin en dos zeros , excepte aquells que, suprimits els dos zeros, quedi una xifra que també sigui divisible per 4**. D'aquesta manera, el 1700 , el 1800 i el 1900 no tindrien dia addicional al febrer, però el 2000 sí que ho tindria, i així successivament .

A més es va decidir que el **dia addicional passés al final de febrer com a dia 29**

Utile non subtile legit



El calendari gregorià

Amb els canvis realitzats , l'**any va passar de tenir**

365,25 dies (any julià)

a tenir

365,2425 dies (any gregorià).

El 1582 la **durada de l'any real** (l'any tropical) era de **365,24222** dies, uns **24 segons més curt** que l'any gregorià.

Si l'any no disminuís a causa essencialment de les forces de marea, l'equinocci seguiria sent el 21 de març durant més de 3.550 anys. Com l'any tropical es va escurçant, l'any podria valdre **2.417** anys

Si bé ja hem dit que hi havia una opinió generalitzada que calia corregir el calendari , molts no van creure que la proposta fos bona des d'un punt de vista astronòmic. Entre els grans **contraris figuraven el matemàtic francès François Viète**, pare de l'àlgebra moderna, l'astrònom Michael Maestlin, seguidor de Copèrnic i mestre de Kepler, i Joseph Justus Scaliger.

El **defensor** més destacat va ser el seu autor **Clavius**, que va escriure 5 defenses, una de 800 pàgines

Utile non subtile legit



El calendari gregorià

Espanya, Itàlia i els estats germànics catòlics van acceptar el nou calendari.

França una mica més tard.

Els països **protestants** van interpretar la proposta del Papa com un intent de Roma de recuperar el poder, cosa que probablement era cert, ja que el Papa va amenaçar amb l'excomunió als que no acceptessin la reforma proposada.

Malgrat tot, els protestants la van **acceptar en la Dieta de Regensburg (1700)**, si bé fins 1774 van seguir fixant la Pasqua amb les taules Rudolfines de Kepler.



El calendari gregorià

Anglaterra no va implantar el nou calendari fins **1752**, en què va passar del 2 de setembre al 14 (ja s'havia acumulat un dia més de retard).

Els treballadors anglesos van provocar alguns disturbis en voler cobrar els 11 dies no treballats. També van passar llavors l' inici de l'any l'1 de gener en comptes del 25 de març.

Newton no va neixer el nostre dia de Nadal de 1642. De fet per nosaltres ja era 1643!

I Cervantes i Shakespeare no van morir el mateix dia (23 d'abril)

El Japó ho va acceptar el 1863 i Rússia el 1918 (observeu que la famosa **revolució d'octubre** va ser, en realitat, al nostre novembre).

Els **grecs i els ortodoxos** ho van implantar el 1924

Turquia el 1927.



Les evolucions del calendari

Amb posterioritat, l'intent més seriós de modificar el calendari va ser el de la **Revolució Francesa**

A la Revolució Francesa devem l'establiment **d'unitats de mesura fixes i universals**, el que Condorcet va dedicar "a tots els temps, a tots els pobles", el **Sistema Metric Decimal**.

La **definició del metre** que recordem els grans era la mateixa que Auguste Savinien va proposar a la Constituent el 12 de maig de 1790. Un metre (del grec metron, mesura) obtingut de la mesura de la Terra

L'establiment d'un **patró de massa, el quilogram**, també va requerir les aportacions de membres de l'Acadèmia. Els coneixements químics de Lavoisier haguessin facilitat la tasca de construir un bloc metàl·lic de la màxima estabilitat, de no haver estat pel zel revolucionari que va portar a la seva execució.

De tota manera el treball va prosseguir i, després de culminar el 1798 amb la mesura precisa de la latitud del Panteó, en 1799, any VII de la Revolució, va tenir lloc la presentació oficial del metre i del quilogram



Les evolucions del calendari

Si bé la Constituent va establir la mesura de l'espai, **la unitat de mesura del temps, el segon**, va ser establerta, també amb certa controvèrsia, per la **Convenció**.

No tots estaven d'acord amb el **sistema decimal** a ultrança propugnat per **Laplace** que ens hagués conduït a **una hora de 100 minuts** i a un minut de 100 "segons minuts".

La pugna va arribar a una solució de **compromís** :

Va prevaler l'opinió de Condorcet **d'hores de seixanta minuts** i minuts de seixanta segons a canviar d'acceptar **la setmana de deu dies** en el calendari de la Revolució.

I també es va voler instaurar un **calendari nou** a proposta del matemàtic Gilbert ROMINE.

L'any 1 començava el **22 de setembre de 1792 (equinocci de tardor)**, data d'instauració de la República.

Es dividia en **12 mesos de 30 dies**, més **5 dies complementaris (que cada 4 anys eren 6)** dedicats a les festes republicanes.



Les evolucions del calendari

El 5 d'Octubre de 1793, el dia 14 Vendimiari de l'any II, la Convenció va establir el calendari republicà.

Els noms dels mesos de tardor eren Vendemiari, Brumari i Frimari;
els de l'hivern, Nivòs, Pluviós i Ventòs;
els de la primavera Germinal, Floreal i Pradal;
i els de l'estiu Messidor, Termidor i Fructidor.

Al final del Fructidor s'afegien els dies suplementaris. Cada mes es dividia en **tres dècades**.

El nou calendari **va durar 13 anys**, fins al 1 gener 1806.



Les evolucions del calendari

Calendaris maçònics

El del RITU SIMBÒLIC. (El més usat en maçoneria).

L'era maçònica s'obté afegint 4.000 a l'any en curs i l'any maçònic va del 1r de març (primer mes) al 28 de febrer (o 29 si és de traspàs) de l'any següent i Febrer és el dotzè mes.

Els dotze mesos d'aquest any maçònic reben els noms següents:

- Nissam = Març;
- Illada = Abril;
- Sivan = maig;
- THAMUZ = juny;
- AB = juliol;
- ELIUL = agost;
- Tishri = setembre;
- HESHVAN = octubre;
- Kislev = novembre;
- THEVED = Desembre;
- SCHEVAT = gener; ADAR = febrer.

Utile non subtile legit



Les evolucions del calendari

Altres calendaris maçònics

RITU ESCOCÈS. És el Calendari hebreu pur. L'any comença al setembre; la seva numeració s'obté agregant 3760 a l'era vulgar. Els homes i els dies es designen pels seus noms hebraics.

RITU de Misraïm. Es redueix a afegir 4004 a l'era vulgar.

RITU TEMPLER. Compten com a any primer el de la fundació del l'Ordre, que va ser el 1118 de l'era vulgar.

RITU DE LA ESTRICTA OBSERVANCIA. Pren com a any primer el de la destrucció de l'Ordre dels Templers, que va ser el de 1314.

ORDRE DE REALS ARCS. Consideren com any primer el de la fundació del segon Temple de Jerusalem per Zorobabel el 530, abans de Crist, i escriuen la data afegint 530 a l'era vulgar.

ORDRE DE REALS I SELECTES MESTRES. Inicien el 1000 anys abans de Crist en què va quedar acabat el Temple de Salomó, i afegeixen per tant 1000 a l'era vulgar.



Les evolucions del calendari

Actualment el calendari gregorià és seguit (de vegades juntament amb un local) a tot el planeta.

Si bé hi ha **propostes per reformar-lo:**

El **Calendari Fix Internacional**, (de 13 mesos de 4 setmanes amb un trenta- mes " Sol" a intercalar entre juny i juliol , amb cada mes començant en diumenge i acabant en dissabte, però sense trimestres)

El **Calendari Mundial** (de quatre trimestres de 91 dies, el primer de 31 dies i els altres de 30, amb ajustos menors al final)

Altres més estranys: Calendari Positivista; el Calendari Mundial, d'E Achelis (publicat per The World Calendar Association , Inc de Nova York , la versió castellana es va publicar el 1930); l'existència, els anys 30, de la revista Journal of Calendari Reform; o el Calendari Fix Internacional que afegia un nou mes anomenat Sol .

En un termini raonable no sembla que cap d'ells s'imposi.

Utile non subtile legit



Problemes pendents

De fet la **rotació de la Terra** no és del tot constant ja que per influència de la Lluna i altres fenòmens té una certa tendència a frenarse.

Això no seria important, ja que el temps es mesura per mitjans astronòmics: els equinoxis,... que sempre són els que són. Mentre les hores dels rellotges no eren massa exactes...

El problema és quan es disposa de **rellotges d'extremada precisió**.



Problemes pendents

Avui tenim **rellotges atòmics** molt més precisos capaços de registrar les modificacions degudes a la rotació de la Terra.

Desde **1972 es va veure que la rotació perd algun segon cada pocs anys** i es va acordar afegir, quan sigui necessari, un **“leap second o segon intercalar”**, fins ara donant **prioritat a la mesura astronòmica**

**A rellotge atòmic de cesi 133 de 1975 (part superior)
i la bateria (part inferior)**

L'evolució en la precisió dels rellotges ha estat constant des de 1975





Problemes pendents

Del GMT al UTC

El 1960, el *International Radio Consultative Committee* formalitzà el concept de UTC: el **temps universal coordinat**

El 1967 es va adoptar oficialment el nom *Coordinated Universal Time*, (d'una transigència entre la versió en anglés: **Coordinated Universal Time** i la versió en francès: **Temps Universel Coordonné**)

De fet el nom es va ajustar diverses vegades (de CUT i TUC) fins al UTC del 1972

UTC és el principal estàndar de temps a tot el món i es regula usant rellotges atòmics d'alta precisió combinats amb la rotació de la Terra

Problemes pendants

Es va establir el meridià de Greenwich com l'estàndar mundial el *Greenwich Mean Time* (GMT).



El meridià
de Greenwich
A Londres

Però el GMT ara ja no és un estàndard de temps
Ara GMT és una zona temporal, es el nom
d'un fus de temps d'alguns països d'Àfrica i de Europa occidental.

El meridià de Greenwich
A Espanya





Problemes pendents

El *Universal Time* (UT) es va crear a la *Washington Meridian Conference* el **1884**. És la base del sistema de 24-hores de zones de temps que es fa servir.

Per definir el UTC es fan servir dues components:

- El ***International Atomic Time*** (TAI): Una escala de temps que combina el resultat d'uns 200 precisos rellotges atòmics a uns 50 laboratoris a tot el món, donant prioritat als més precisos, i proporciona la velocitat exacta dels nostres rellotges.
- El ***Universal Time*** (UT1), també conegut com temps astronòmic o solar, fa referència a la rotació de la Terra. Es fa servir per comparar el ritme proporcionat pel TAI amb la durada real del dia a la Terra.



Problemes pendants

Quan va anar augmentar la precisió dels rellotges i es van establir estàndards de temps, es va fer patent la diferència entre l'hora astronòmica i la tècnica.

Es va decidir intercalar 1 segon (*leap second*) quan la diferència s'acosta a 0.9 s.

Des de 1972 s'han intercalat 25 segons addicionals

Utile non subtile legit



Problemes pendants

El 1987 la *International Astronomical Union* i la *International Union of Geodesy and Geophysics*, depenent de les NU van crear el *International Earth Rotation and Reference System Service* (IERS).

Decideixen intercalar els *leap seconds*

El seu Butlletí de 5 de gener de 2015 diu

To authorities responsible for the measurement and distribution of time
UTC TIME STEP

on the 1st of July 2015

A positive leap second will be introduced at the end of June 2015.

The sequence of dates of the UTC second markers will be:

2015 June 30, 23h 59m 59s

2015 June 30, 23h 59m 60s

2015 July 1, 0h 0m 0s



Problemes pendants

Aquest *leap second* introdueix canvis en els ordinadors i en els sistemes de navegació, tràfic i control aeri i els GPS.

Pot haver-hi problemes en sistemes operatius

Hi ha discussió sobre si seguir modificant el temps o esperar 500 o 600 anys i afegir una hora de cop.

Hi ha païssos a favor de cada opció.

Utile non subtile legit

Problemes pendents

Utile non subtile legit



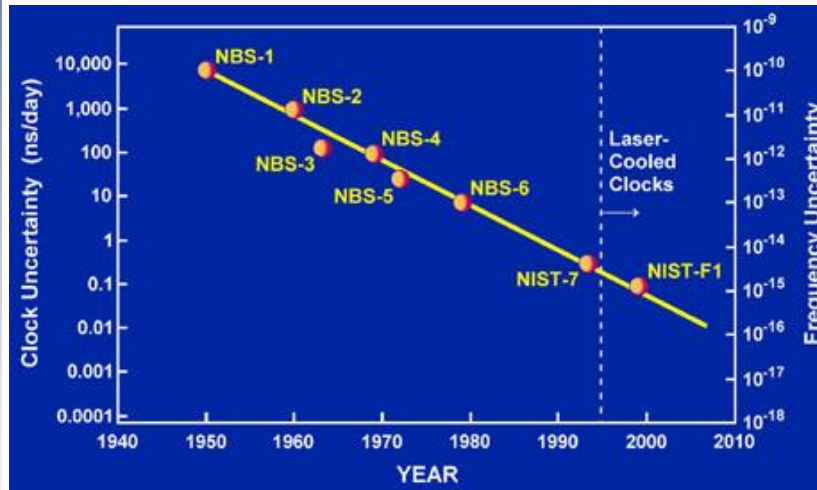
FOCS 1, un rellotge de cessi suis de 2004 d'una precisió **d'1 s en 30 milions d'anys**

La precisió d'un rellotge atòmic depend de dos factors.

La **temperatura dels àtoms de la mostra**: com més freds es mouen menys i els temps de mesura poden ser més llargs.

La **freqüència i l'amplada intrínscica de la transició electrònica**: la precisió augmenta per freqüències altes i per línies estretes.

Problemes pendents



Evolució de la precisió dels rellotges

El mars del **2008**, el **NIST** (antic *National Bureau of Standards*, ara *National Institute of Standards and Technology*) va descriure un rellotge de **lògica quàntica** basat en ions individuals de berili i alumini, amb una precisió **superior a 1 segon en mil milions d'anys** (10^{16} s)

El febrer de **2010** el van millorar fent servir ions individuals de magnesi i alumini. La precisió va ser **1 s en 3.700 milions d'anys** (quasi l'edat de la Terra)



Problemes pendants

A l'abril de **2014 el rellotge de cesi NIST-F2 del NIST**, es va **declarar** nou patró civil de temps als EUA, junt amb el NIST-F1.

NIST-F2 té una precisió d'1 s en 300 milions d'anys.

La base de la millora va ser que el feix d'àtoms de cesi es refrigera en nitrogen líquid a -193 C.

Utile non subtile legit



Problemes pendants

La capacitat de controlar els estats quàntics dels **àtoms i els fotons individuals** és central per a la ciència quàntica de la informació i el mesurament de precisió, i els rellotges òptics basats en ions individuals han arribat a la incertesa sistemàtica més baixa de qualsevol estàndard de freqüència.

Encara que moltes **xarxes de rellotges atòmics** han demostrat avantatges en mesures de precisió respecte a rellotges de ions atrapats, la seva precisió s'ha mantingut unes 16 vegades pitjor.

S'ha publicat un sistema de **molts àtoms que aconseguix una precisió de 6.4×10^{-18}** , que no només és millor que un rellotge basat en un ió sol, sinó que també **redueix el temps de mesura requerit** en dos ordres de magnitud.

Els **nous rellotges**, a més de la seva importància, són fonamentals són per a la realització i distribució de les **unitats del SI**, la **recerca de la variació en el temps de les constants fonamentals**, la **geodèsia basada en rellotges** i en **altres proves de precisió de les lleis fonamentals de la naturalesa**



Utile non subtile legit

Problemes pendents

A España qui dóna el temps oficial és el Real Instituto y Observatorio de la Armada (ROA) de San Fernando (Càdiz)

La seva missió principal és el manteniment de la unitat bàsica de temps, declarat a efectes legals com Patró Nacional, així com el manteniment i difusió oficial de l'escala "Temps Universal Coordinat" (UTC(ROA)), considerada a tots els efectes com la base de la hora legal en tot España (R. D. 23 octubre 1992, núm. 1308/1992).



Problemes pendents

El ROA té set patrons de freqüència de cesi.

L'escala UTC(ROA), es genera mitjançant un algorisme que combina informació procedent de tots els patrons de freqüència de cesi del Laboratori, optimitzant l'estabilitat.

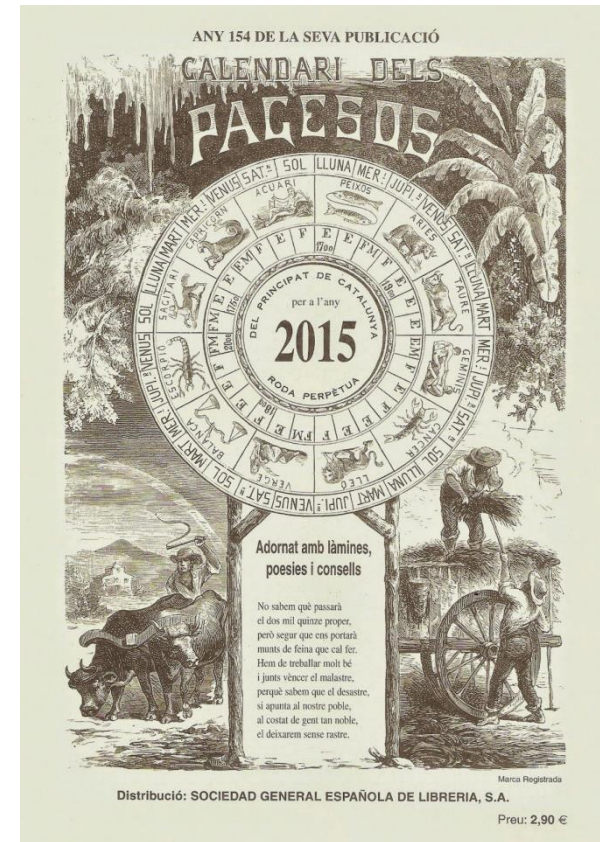
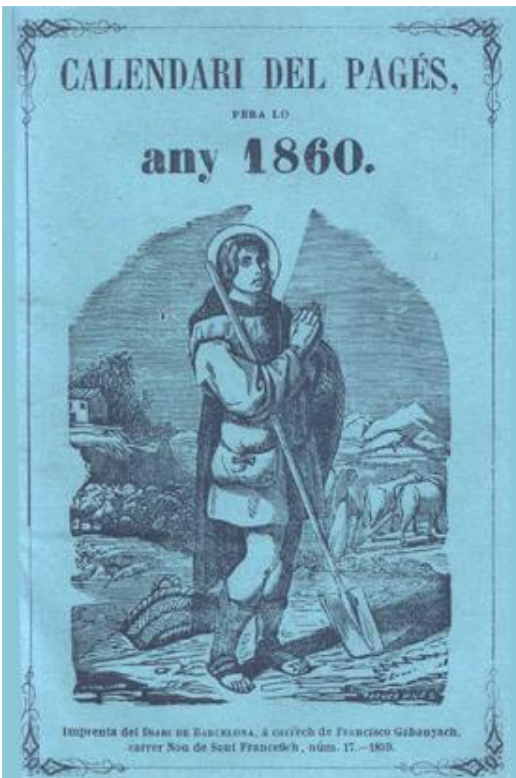
El ROA participa en la generació de l'escala TAI, base de l'escala UTC.



Utile non subtile legit

Problemes pendents

De totes maneres un dels més persistents és aquest



Moltes gràcies!