

DAUALDEU

REVISTA DE DIVULGACIÓ científica i tecnològica

Núm. 30 · PRIMAVERA DE 2026





SUMARI

Editorial	3
Animal artificial	4
Sisenstèsies	5
A carcasselles	8
ObertaMent	10
Física, per favor!	12
Retalls de Física	14
La mirada ambiental	17
Serendípia	19
Desmuntar l'enginyeria	21
Eclipsis	23
Plaguicides	39
Pesta porcina	43
Efemèrides	45
Llibres	46
Racó de Fibonacci	47



MERIDIÀ ZERO



Edició digital
<http://meridia-zero.jimdo.com>

REVISTA DE DIVULGACIÓ CIENTÍFICA
 Primera època.

Número 30. Primavera de 2026.
 Marina Alta. Edita: MERIDIÀ ZERO.

Consell de Redacció: Teresa Arabí, Vicent R. Chorro, Josep Lluís Domènech, Míriam Esparza, Esther Galbis, Catalina Luque, Herme Maria, Pep Martínez, Josep Palomares, Jaume Pastor, Pepe Pedro, Paco Savall, Loreto Signes.

Correcció lingüística dels textos en valencià: Òscar Banegas Garrido (Servei de Llengües de la Universitat d'Alacant)

Disseny i maquetació: Pep Marro.

Imatge de la portada: Imatge de l'eclipsi. Argentina, 2 de juliol de 2019. Autor: Joan Manel Bullón,

MERIDIÀ ZERO no es fa responsable de les opinions personals expressades pels col·laboradors de DAUALDEU.

Contacte: daualdeu@gmail.com

Patrocina: AMPA de l'IES Pedreguer. Ajuntaments: Beniarbeig, Dénia, Gata de Gorgos, Ondara, Pedreguer, Pego, els Poblets, el Verger i Xàbia. Acadèmia Valenciana de la Llengua.

Imprimeix: Imprinta Botella, SL.

Dipòsit legal: A-837-2011. ISSN 2174-9914.

Eclipsis i química. Descobriment de l'heli

Josep Lluís Domènech

Doctor en Química

L'heli és un gas caracteritzat per una escassa reactivitat química, d'ací que forme part dels gasos nobles. La seua popularitat entre la població prové de l'ús que se'n fa per a inflar els globus de fira i també de la veu aflautada que mostrem després d'inhal-lo.

Tot i ser el segon element més abundant a l'Univers, el primer és l'hidrogen, a la Terra és relativament rar trobar-lo. L'abundància a l'Univers és deguda al fet que és un producte dels processos de fusió que ocorren en l'interior de les estrelles. En canvi, l'heli que hi ha a la Terra es el format en les reaccions nuclears, encara que la seua lleugeresa fa que escape de l'atracció terrestre. L'heli és tan rar a la Terra que es descobrí a l'espai en un eclipsi de Sol en una data tan tardana com el 18 d'agost de 1868.

Els descobridors foren els astrònoms Pierre Janssen i Norman Lockyer. El propòsit de Janssen quan, l'estiu de 1868, es desplaçà a l'Índia era aprofitar l'eclipsi per a estudiar l'atmosfera solar. En concret, Janssen s'instal·là a Guntur, una localitat situada en ple trajecte d'una ombra que havia de durar un poc més de cinc minuts i mig i com que la població estava situada entre la mar i les muntanyes era poc probable que es formaren núvols. Tot i aquestes precaucions la pluja que caigué sobre Guntur els dies anteriors al de l'eclipsi alarmà Janssen, però afortunadament el dia assenyalat el Sol brillà. En paraules de Janssen: "El dia de l'eclipsi, el Sol lluïa a l'alba, tot i que encara era en un llit de boira; prompte però en va sorgir, i en el moment en què els nostres telescopis ens donaven notícia de l'inici de l'eclipsi, lluïa amb tota la seua brillantor".

Janssen pretenia usar la tècnica de l'espectroscòpia, que permet determinar els elements d'un material. El sorgiment de l'espectroscòpia començà quan Isaac Newton, el 1666, usà un prisma per a descompondre la llum solar en una banda de colors continua, anomenada espectre, que van del roig al violeta. Amb la millora dels instruments utilitzats, els científics detectaren línies obscures en l'espectre solar i s'adonaren que en ocasions s'obtenien línies brillants i que en funció de la intensitat de la llum incident una línia obscura es transformava en brillant, o viceversa.

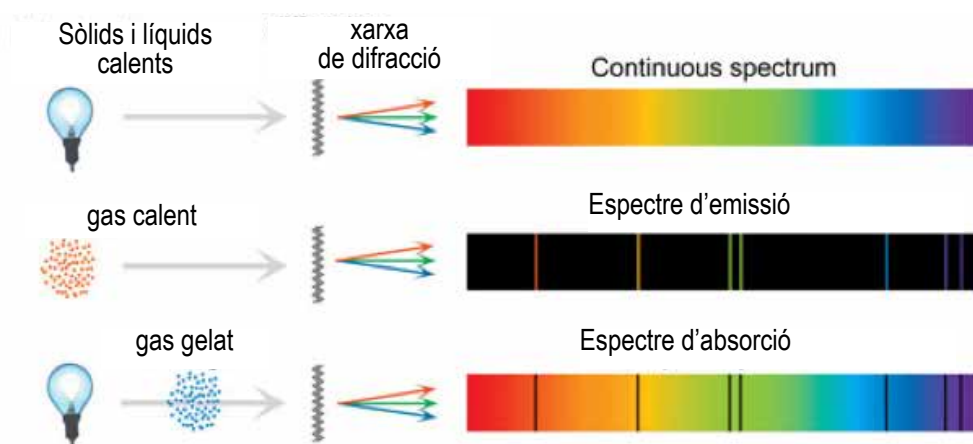
El químic Robert Bunsen i el físic Gustav Kirchhoff donaren el salt definitiu en el desenvolupament de l'espectroscòpia, en la dècada de 1850, quan coincidiren en la Universitat de Berlín. Bunsen estava interessat a determinar la composició de les sals a partir del color de la flama que donaven en cremar-se. Kirchhoff li suggerí d'utilitzar, per a açò, no el color de la flama, sinó l'espectre de la llum emesa.

En fer-ho s'adonaren que els espectres dels gasos i vapors eren discontinus, és a dir, estaven formats per línies, sempre de les mateixes freqüències. També resultava que la substància capaç d'emetre una línia espectral d'una determinada freqüència tenia la capacitat d'absorbir llum d'aquesta freqüència. Però allò més important era que cada element químic emetia un espectre característic, un conjunt concret de línies. Si això era així, els espectres podien usar-se per a identificar els elements presents en les mostres. D'aquesta manera es van descobrir el tali, el cesi i el rubidi.

Amb els instruments dissenyats per Bunsen i Kirchhoff, el dia de l'eclipsi Janssen s'encarà a l'atmosfera del Sol i, en analitzar l'espectre de la llum solar, va descobrir una línia pròxima a una de les línies característiques del sodi. Janssen conclouí que es tractava del descobriment d'un nou element. Dos mesos després, Lockyer en observar el Sol va arribar a la mateixa conclusió. Com que l'element semblava estar present només en el Sol, l'anomenaren heli, per ser Helis el terme amb què els grecs anomenaven la nostra estrella.

Durant quasi trenta anys, hi hagué debat i confusió entre els científics sobre l'existència del nou element. L'acceptació de la descoberta ocorregué el 1895 quan William Ramsay feu arribar a Lockyer un tub amb heli, gas que havia arreglat a partir de la desintegració radioactiva d'un mineral d'urani.

L'espectroscòpia ha permés estudiar la composició de la matèria no terrestre (estrelles, meteòrits...), el resultat confirma la unitat de composició de la matèria arreu de l'univers observable: mireu on mirem, sempre trobem elements químics coneguts ací la Terra.



Els tres tipus d'espectres. Sòlids i fluids calents emeten un espectre continu. En la il·lustració central es mostra l'espectre (d'emissió) d'un gas calent. Quan la llum d'un espectre continu passa a través d'un gas fred, els colors de la llum són absorbits, deixa línies fosques (espectre d'absorció).

Els eclipsis i el futur

J. M. Mulet

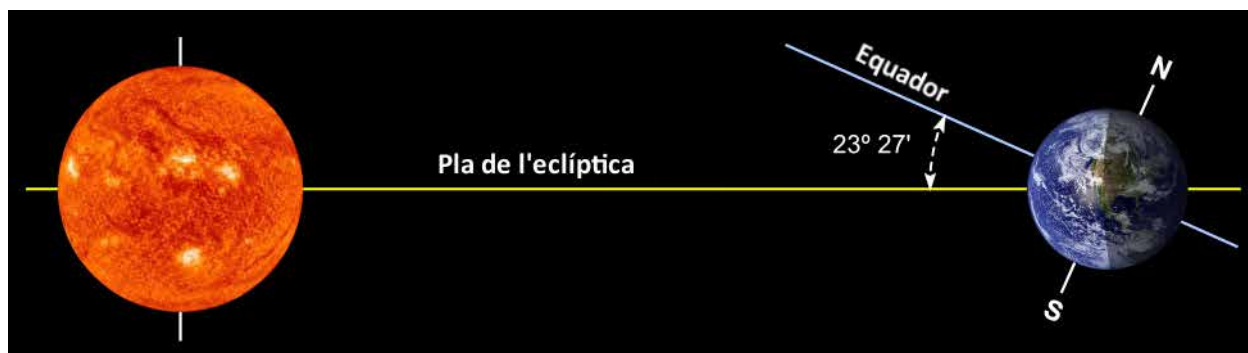
Institut de Biologia Molecular i Cel·lular de Plantes · UPV

Hi ha un efecte dels eclipsis que té un gran impacte cultural, encara que no es gaire conegut. Quan algú et pregunte pel teu horòscop, està fent referència a un fet astronòmic que té relació amb els eclipsis. En el cel hi ha una línia imaginària que diem eclíptica. Quan es produeix un eclipsi la Lluna o l'ombra de la Terra transiten per eixa línia. També és per on passen els planetes visibles a simple vista. Esta línia existeix perquè tots els planetes orbiten en el mateix pla, però la Terra té una inclinació de $23,27^\circ$ respecte a la seua òrbita, que és la que permet que existisquen les estacions. Si la Terra tinguera l'equador alineat amb el pla pel qual orbita al voltant del Sol, no existiria ni la primavera ni l'estiu i els planetes es veurien al cel alineats amb l'equador. Però com que la Terra està inclinada, si superposarem el Sol amb el cel nocturn veuríem que es troba damunt de l'eclíptica. A més, com que la volta de la Terra al voltant del Sol dura exactament un any, les constel·lacions de l'eclíptica retrocedeixen un grau cada dia; així el Sol durant l'any aparentment transita per totes les constel·lacions, encara que en realitat som nosaltres els que ens movem. D'això se n'adonaren els babilonis, que començaren a assignar formes i noms a les agrupacions d'estreles, el que ara diem constel·lacions. Com tenien un sistema de numeració en base 12, doncs les van dividir en 12, i van trobar d'associar-les amb el que passava al seu voltant per veure de traure-li sentit. Així, quan arribaven les pluges era Aqüari; quan migraven els bous salvatges, Taure; quan es pelaven els moltons, Àries; o quan tocava arregar la collita, Verge (per això es representa amb espigues). D'aquesta manera se'ls donava un valor predictiu, encara que utilitzaven el vell truc de saber primer el resultat i després fer la predicció. Els grecs varen arregar eixa tradició i la van fer coincidir

Si la Terra tinguera l'equador alineat amb el pla pel qual orbita al voltant del Sol, no existiria ni la primavera ni l'estiu i els planetes es veurien al cel alineats amb l'equador.

amb la seua mitologia, així bessons representa las personatges mitològics Castor i Pólux, i verge s'associa amb Demeter, la deessa dels cereals i l'agricultura, i escorpi amb el mite d'Orió, una de les constel·lacions més reconeixibles al cel d'hivern amb el seu cinturó i l'espasa.

El que sembla és que als astròlegs no els preocupa massa mirar el cel, perquè ni tan sols en l'origen la posició del Sol coincidía amb les constel·lacions. I que siguen 12 i estiguen el mateix temps és una mica forçat. Des de Babilònia als temps actuals el cel ha canviat. Avui en dia en l'eclíptica n'apareixen 14, Ofiüc, el portador de la serp, constel·lació que representa el déu de la medicina Asclepi o Esculapi. I també Cetus, un monstre marí relacionat amb la mitologia d'Andròmeda i Perseu del qual prové el terme cetaci. Les dates, per suposat, ni son regulars ni coincideixen amb el que surt a les revistes. Si teniu curiositat per saber quin és el signe del zodíac segons l'astronomia, ací ho teniu: Àries: del 18-4 al 13-5; Taure: del 13-5 al 20-6; Bessons: del 20-6 al 19-7; Càncer: del 19-7 al 9-8; Lleó: del 9-8 al 15-9; Verge: del 15-9 al 30-10; Balança: del 30-10 al 22-11; Escorpi: del 22-11 al 29-11; Ofiüc: del 29-11 al 15-12; Sagitari: del 15-12 al 19-1; Capricorn: del 19-1 al 16-2; Aqüari: del 16-2 al 11-3; Peixos: del 11-3 al 18-4 i si vares nàixer entre les 14:00 H del 27 de març i les 14:00 h del 28 de març, llavors eres Cetus.



Pla de l'eclíptica. (<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1a/Ecliptica-pla-lateral-CA.png>)

Carta a un futur assessor de Ciències en un CEFIRE (1)

Daniel Climent

Professor de Ciències

Mentre prepare l'article per a DAUALDEU m'assabente que està a punt d'eixir la convocatòria per a assessors en els CEFIRE, centres de formació, innovació i recursos educatius de la Comunitat valenciana. Així que canvie la temàtica que hi pensava tractar i em plantege escriure-li una carta als futurs assessors de Ciències.

En primer lloc, per a desitjar-los coses bones en l'aventura formativa que mamprendran. Una aventura que alguns vam abordar quan la creació dels primers CEP (centres de professors) ara fa quaranta anys, el 1986. Un procés en què vaig participar nou anys, quan vaig ser membre del primer CEP d'Alacant (1986-1993), dos anys com a assessor de Ciències i els altres set com a director al capdavant d'un equip que finalment vam arribar als dotze assessors triats entre els millors de les seues àrees i nivells i amb els quals vaig aprendre moltíssim. Eren altres èpoques, és clar, amb reptes, funcions, graus d'autonomia, avaluacions i criteris d'actuació ben diferents dels actuals CEFIRE. No obstant això, hi ha coses que crec que no han canviat massa, sobretot la ingent faena que us espera als nous assessors i directors.

Així que, en segon lloc, enhorabona: tindràs ocasió de conèixer i entrar en contacte amb alguns dels millors professionals docents, en actiu o ja jubilats, i potser assistir a les seues classes, conferències o activitats guiades, o llegir-los en revistes com aquesta, i aprendre molt. Aprofita-ho. No et desanimes. I, fins i tot, quan tingues ocasió, llig aforismes sobre la docència o reflexiona amb vinyetes com les que hi adjunte de Francesco Tonucci, algunes de les quals poden animar-te a través del somriure.

Des de la teua assessoria podràs comprovar de primera mà alguns dels factors relacionats

amb la preparació del professorat. Ja veuràs, per exemple, que bona part dels millors docents s'han format a si mateixos, que no havien sigut preparats per a ser-ho. Perquè superar assignatures impartides en una Facultat d'Educació per professorat que sovint no ha impartit classes en nivells no universitaris no és garantia de res, o millor dit, que se sap aprovar assignatures, però no que s'ha après a "fer classe". Tampoc una carrera de ciències (de Química, especialitat Bioquímica, va ser el meu cas) i haver pagat algun màster de formació del professorat no crec que tampoc indique massa; més hauria valgut formar-se acompanyant a l'aula (o en el camp, o en el laboratori, o en visites guiades) diferents i bons professionals, o haver dissenyat conjuntament estratègies adaptades als objectius i al context; resoldre dificultats en l'ensenyament mentre s'estudia la teoria sobre el tema; aprendre a detectar quins factors dificulten els avanços en l'aprenentatge, com, entre molts altres, el mal ús del "sentit comú" tan sovint contrari a la ciència. Tot un seguit d'elements que hauries de tindre en compte a l'hora d'anar millorant el teu paper com a assessor.

Defineix el teu paper com a assessor, tant l'estratègia (a llarg termini), la tàctica (activitats concretes) i la logística (els "materials" en sentit ample) per a ajudar els professors perquè puguin assumir com a pròpia la formació permanent. Això implica, també, evitar errors i prendre cauteles sobre les quals convindria estar alerta des del primer dia.

A tall d'exemple, no destinar recursos a activitats que tan sols impliquen la repetició de les classes que s'imparteixen a les universitats i dirigides a alumnes captius que necessiten aprovar assignatures.



Dit això, també trobaràs que hi ha excel·lents professors de ciències en la universitat que s'han implicat amb èxit en la formació de docents i alumnes en ciències en nivells no universitaris. En serien exemples, magnífics per cert, d'iniciatives com el Pati de la Ciència, o l'Escola d'Estiu de la Universitat d'Alacant (UA), dirigit per professores de Física i de Química, Isabel Abril i Mercedes Pastor, i amb la col·laboració d'un professor, també de Física, de la Universitat de Múrcia, Rafael Garcia Molina; com també ho va ser, en el seu moment, l'Associació Curie impulsada pel professor de Física de la UA, Albert Gras, i en la qual vam participar molts dels que continuem treballant en eixos temes, per exemple, a través de DAUALDEU. En qualsevol cas, necessitaràs recolzar-te en bons professionals que hagen reflexionat sobre com fomentar el pensament científicament solvent.

Ves alerta de manera ben especial amb els qui pretenen transformar el professorat en adoctrinadors de neoreligions i causes "justes" sota noms pretesament nobles. Molt sovint són activistes i militants més interessats a estimular la visceralitat que no la formació permanent del professorat. Podràs reconèixer-los per l'ús que fan de certa xarramenta basada en paraules i locucions que semblen dir alguna cosa i que compten amb una certa credulitat en el receptor. Solen ser termes ideologicopolítics de moda, com ara ecologisme (res a veure amb ecologia o amb ecologia aplicada), feminisme, sostenible, saludable, alternatiu, transformador, natural..., o combinats com ara ecosostenible, lliure de X, perspectiva de gènere, socioafectiu..., i fins i tot oximorons com ara agricultura ecològica (si l'agricultura és la modificació –antiecòlica– de l'ambient per tal d'obtenir determinats productes aptes per al consum dels humans!). Hi ha bons llibres (alguns descatologats però accessibles), articles i Youtube que t'ajudarien a evitar eixos fraus i a centrar-te en el coneixement científic.

Evita que t'estafen també per una altra raó, per la dignitat del càrrec, ja que si acceptes entrar en cap procés de servilisme ideològic, degradaries la teua funció. I la formació del professorat no pot, no ha de posar-se al servei o com a avalista de grups sovint declaradament anticientífics (antitransgènics, antinuclears, antiadditius, anti-vacunes, decreixentistes, etc.). Tota eixa terminologia, tan insolent com frívola, solen usar-la per a obrir portes d'accés a alguns dels recursos

que gestiones, però també per a insinuar amenaces de desqualificació si no les acceptes acríticament. Així que evita que transformen la teua importantíssima faena en organitzar sermons d'aspirants a dirigents socials, per molt boniques que puguin semblar les seues paraules.

Formar professors, professionals competents de la docència, és altra cosa ben diferent de fer adoctrinadors de res. El professorat en actiu és altra cosa, i caldria oferir-li referents d'èxit, metodològics i personals, perquè pogueren aprendre dels que han triomfat com a docents en els nivells en què treballen. Així que no et deixes impressionar pels títols ni per les causes ideològiques. Filtra i pensa sempre si allò que proposen seria útil per a formar docents de ciències.

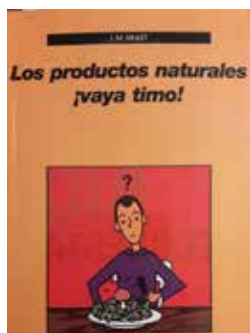
En sintonia amb això, intenta explorar en el teu àmbit territorial quins són els millors professors, en actiu o jubilats; podràs comprovar que hi ha exemples d'excel·lència pel que fa a la docència i la reflexió sobre les ciències per a cada etapa, i fins i tot per àmbits territorials o relacionats amb la vida quotidiana. Si no ho has fet, llig-te'ls, i si t'agraden, anima a fer-ho als professors segons els àmbits en què operen, i que investiguen, dissenyen activitats amb altres professors i assignatures, escriuen, publiquen i compartiquen, fins i tot que cooperen amb els alumnes que vulguen embarcar-se en l'aventura de les ciències.

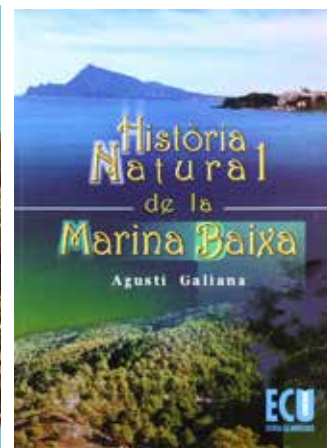
Hauràs d'adquirir una extraordinària cultura bibliogràfica i de recursos docents, incloent-hi revistes, Youtube, pòsters i un llarg etcètera. Ànim.

Hi ha molts bons llibres i articles que ofereixen motius d'interès per estimular les ganes per les ciències, siga als assessors com als docents i alumnes. Si no hi ha biblioteques de CEFIRE, intenta que estiguen en les dels pobles o els barris, i que els docents facen grups de lectura i reflexió al seu voltant. Usa els recursos socials per a potenciar la teua activitat.

Però, a més, hi ha altres "biblioteques" que caldrà que estimules a visitar per la gran quantitat de recursos que ofereixen a les ciències i que són accessibles, barates i en ocasions amb professionals no docents que poden contribuir, i molt, a fer agradables les ciències.

Parle, per exemple, dels museus, que a molts llocs, fins i tot en pobles petits, n'hi ha. Poden tindre com a finalitat principal el recull i la sistematització de les activitats i materials del passat, la qual cosa permet, per exemple, reflexionar sobre allò que devem als avantpassats i als avanços ci-





entífics que han fet que hui dia s'hagen superat les penalitats associades a allò gràcies a determinades tecnologies, les disponibilitats d'energia, nous materials, avanços tecnològics, etc., i també per a indagar sobre les transformacions en el paisatge, les positives i les negatives, en la flora i en la fauna, en l'impacte humà, etc. Tot un món a la teua disposició per a incentivar el pensament sobre les ciències.

Els alumnes solen tindre un parell de laboratoris a casa, la cuina i el bany. Processos físics, químics o bioquímics tenen lloc davant nostre, i si els prestàrem atenció es podria "fer ciència" i aprendre a observar i plantejar-se preguntes que facilitarien la interacció inacabable entre l'espai domèstic i el docent. Molts dels "experiments" a l'aula poden fer-se a casa i en molts casos millor. Des d'explicar la bromera produïda en llavar-se les mans a aprendre a llegir etiquetes; de glaçar aigua amb sal i relacionar-ho amb la dolçor del gel àrtic a seguir el creixement de les arrels i tiges en una ceba sobre un recipient amb aigua; d'intentar explicar el mecanisme pel qual genera aigua líquida el refrigerador ambiental a observar els fongs que s'han instal·lat sobre una pell de taronja. De quasi tot es pot fer ciència. I si a això sumem aprendre a mirar la ciutat, el camp circumdant o la costa, seria un no parar d'aprendre ciència dia a dia i potser sense prejudicis associats a l'avorriment de l'aula.

Això sí, caldria que algú, els professors, els ensenyara a fer-ho. I tu, com a assessor, a fer-ho als professors mentre aprens dels qui ja saben fer-ho.

Per posar-ne un exemple, només passejar per la ciutat (també hi ha "natura", i molta, pels voltants de l'escola o de l'institut), potser veus en una vorera qualsevol uns arbres grans, de fulles aplanades i grans, caducifoli, i amb fruits de forma esfèrica. A més a més, a ull nu podem veure com l'escorfa té una mena de taques més clares i irregulars. Davant això, podem indicar tan sols que el nom d'eixe arbre és plàtan d'ombra (o de jardí), de nom científic *Platanus sp.*, i apuntar que cal no confondre'l amb les herbes gegants cultivades que anomenem plataneres (*Musa sp.*), productores d'eixa baia comestible que anomenem plàtan. Amb només això, i una breu indicació que per als grecs la paraula *platys* indicava

'pla' o 'ample', podem iniciar una sèrie de preguntes enllaçant-les entre si i, alhora, apuntar a la necessitat d'interactuar amb altres camps del saber. Plantegem-ne algunes: ¿és possible que hi haja alguna relació entre el nom de plàtan i les marques en la pell de l'arbre, la forma de les fulles de l'arbre o la manera de pelar la fruita del mateix nom? Hi ha un metall brillant, dúctil, mal·leable, poc alterable, molt bon conductor de la calor i de l'electricitat que s'ha usat en la fabricació de monedes i joies, i que els antics anomenaven argentum (símbol químic Ag), i que mentre l'or es comercialitzava en forma de lingot, aquest altre es feia en forma de làmines; en l'actualitat, ens referim a aquest metall amb el nom de plata, però quin podria ser el sentit d'aquest nom? Proposeu possibles explicacions per als noms següents i considereu què podrien tindre en comú: els plats de la vaixela, els omòplats (en grec, omós significa 'espatla'), la platea o planta baixa d'un teatre, el plató o escenari per a un rodatge audiovisual, el filòsof Plató (sobrenom d'Aristocles), d'espatles molt amples. I, més encara, podríem afegir que la medicina va nàixer, mitològicament, a l'asclepièon, on el déu grec Asclepi (l'Esculapi romà) feia les recomanacions pertinents als malalts a l'ombra d'un plàtan sagrat.

Fixem-nos en una cosa: amb tan sols mirar adequadament, observar i reflexionar sobre una paraula associada a un dels arbres que més fàcilment trobem en un carrer, podem elaborar tot un munt de preguntes i enllaçar camps com ara la botànica, la mineralogia, l'ecologia –on pot viure, qui el pol·linitza, amb quins animals es relaciona–, l'anatomia humana, l'etimologia, la història, els utensilis de cuina... I tot al voltant d'un arbre. Doncs podríem fer-ho en molts casos d'objectes i fenòmens accessibles en la vida quotidiana, un no parar però que pot resultar-te ben útil per a atendre diferents interessos d'alumnes i professors, i per a estimular l'intercanvi de descobriments. I tot això amb metodologia científica apropiada per a l'ensenyament no universitari.

Siga com siga, la faena que tens davant és immensa. Com ho va ser quan vam començar a treballar la didàctica de les ciències i la formació del professorat. Intensa, sí, però interessantíssima, fins i tot per a la teua autoformació. Aprofita l'oportunitat i fes una bona faena.

La quinta essència

Joan Borja i Sanz

Director de la Càtedra Enric Valor · Universitat d'Alacant

De tant en tant hi ha paraules que venen a buscar-me. Truquen a la porta de la consciència i se m'arrapen al cervell com una llapassa, com una quimera, com una obsessió. Aquest ha estat el cas, aquesta setmana, de la paraula quintaessència. Tot i que se sol escriure de manera separada, «quinta essència», la trobem també en el diccionari de l'AVL escrita junta: «quintaessència». I significa, com se sap, això que el mateix diccionari ens indica: «1. f. Última essència o extracte d'una cosa. / 2. f. La forma més pura o refinada d'una qualitat, d'un aspecte. La quintaessència de l'elegància.»

«Ostres! D'on deu venir això de la quintaessència?» És la pregunta que em ve al cap, inopinadament, només perquè sí. Tot i que la parauleta —ja ho he dit— es pot escriure junta, «quintaessència» (perquè s'ha lexicalitzat, de manera que diem «les quintaessències»), ofereix una etimologia del tot transparent en la forma no unificada: «la quinta essència». És a dir: l'essència que fa cinc, l'essència cinquena, l'essència que va després de la quarta. I la pregunta següent cau de seguida pel seu pes. Per què la «quinta essència»? Quines són les quatre essències que la precedeixen? I, sobretot, com és que la cinquena de les «essències» en joc és la que significa l'«extracte», «la forma més pura o refinada», «autenticitat última» d'una qualitat o una substància?

El plaer del coneixement naix sempre de l'instint de la curiositat. I, per això, com a bon hedonista, delimitada aquesta capriciosa curiositat, així que he arribat a la destinació i he aparcat el cotxe, he agafat el mòbil i me n'he anat de cap a Internet per saciar com més prompte millor la fam de saber. I és així que he pogut col·legir —pessigant una mica d'ací una mica d'allà— que la història de la paraula es remunta al sistema físic d'Aristòtil, el qual, com se sap, propugnava que, més enllà dels quatre elements clàssics de la natura (terra, aigua, aire i foc) hi devia haver una cinquena substància incorruptible, eterna, de la qual eren fets els cels i els astres de la regió supralunar: el famós èter, l'essència pura i eterna que respiraven els déus. Aquesta hipòtesi aristotèlica va fer fortuna i va arribar fins a l'alquímia de l'edat mitjana, en què l'èter, precisament per ser el cinquè element material reconegut per Aristòtil, va començar a ser anomenat així, «cinquè element»; «quinta essentia», en llatí; la «quinta essència». I poca broma, amb la noció, perquè encara a finals del segle XIX (fa dos dies, com aquell qui diu) els físics creien que l'èter devia existir: que emplenava tot l'espai i constituïa el mitjà pel qual podien viatjar les ones de la llum. No és sinó amb

La paraula [quintaessència] es remunta al sistema físic d'Aristòtil, el qual propugnava que, més enllà dels quatre elements clàssics de la natura (terra, aigua, aire i foc) hi devia haver una cinquena substància incorruptible, eterna, de la qual eren fets els cels, l'èter.

el famós experiment de Michelson-Morley (1887) que va començar a dissipar-se aquest concepte d'èter i van començar a assentar-se les bases per a la formulació de la teoria de la relativitat especial d'Einstein, de manera que l'èter va ser relegat pel buit, pels camps magnètics i gravitatoris, i per les incitants teories de la deformació de l'espai-temps, etc.

Tanmateix, si bé es compta, amb uns matisos o uns altres, la idea de l'existència de l'èter com a cinquè element es va prolongar durant més de dos mil anys. No en són pocs, d'anys, per a una substància únicament suposada: per a un element només hipotètic que mai ningú no havia pogut observar, deduir ni mesurar. I dona a pensar, la veritat, comprovar que aquest element cinquè que finalment es va demostrar inexistent ha acabat significant —per aquells atzars de la filologia— l'autenticitat, la puresa, l'extracte, la substància, la veritat última de les coses. Una fal·lòria com a signe de veritat... Caram! No deixa de ser una curiosa paradoxa, el fet que continuem fent servir allò que ara sabem mentida —l'engany, la falsedat, la fal·làcia, la superxeria, el fake de l'èter com a cinquena essència de la natura— per a expressar la idealització més pura i autèntica de les substàncies i les qualitats.

És com si el llenguatge ens volguera advertir que la vida és feta de contradiccions: que té una naturalesa inevitablement complexa, mixta, confusa, dubtosa, inextricable; que les puritats radicals, les idealitzacions totals, les perfeccions extremes, les autenticitats últimes i les preteses pureses són, exactament, com això de l'èter o cinquè element: una mera il·lusió de l'esperit. Parlem de la quinta essència de les coses amb l'afany de significar-ne la veritat més profunda i pura, i, si bé ho mirem, estem al·ludint en realitat a una cosa que no existeix: que no ha existit mai en l'univers físic, constatable, mesurable, palpable. La puritat completa, l'excel·lència ideal,

la perfecció absoluta i la puresa categòrica són, senzillament, mentida. Una realitat impossible. I convindria acceptar-ho per a millor comprendre la infinita riquesa del món en què vivim: assumir, per exemple, que res ni ningú encarna la idea de la maldat absoluta (la quintaessència del mal), de la mateixa manera que res ni ningú tampoc no és la bondat suprema (la quintaessència del bé). Que, com diria Joan Fuster, totes i tots tenim el dret d'aspirar, «entre el bé i el mal, aflictiús», al benefici de l'alegria. Perquè la vida —les persones, les societats, l'economia, la política, l'art i les manifestacions culturals totes— és feta de mixtures, de combinacions, de mestissatges, d'amalgames, d'impureses. I és precisament en aquesta seua diversitat i complexitat que hem d'aprendre a analitzar-la, a comprendre-la, a fruit-la i a estimar-la.

Només així podrem entendre que, en paral·lel a les coses fascinants, enlluernadores i esperançadores que per un costat està conquerint la condició humana pels camins de la ciència i la tecnologia —pensem, a tall d'exemple, en la revolució de la informació i la comunicació, la revolució genètica o la revolució de la intel·ligència artificial (i en totes les revolucions esperables, consegüentment, en totes i cadascunes de les disciplines del coneixement!)—, puguen continuar produint-se impunement les coses més abominables, funestes i execrables que la mateixa condició humana ha estat capaç de perpetrar lamentabilíssimament al llarg de la història: l'odi, la violència, el totalitarisme, el fanatisme, el feixisme, la guerra.

No. La realitat no és perfecta. Ni tampoc no accepta simplificacions i explicacions maniquees des de premisses absolutistes, puristes, extremes, essencialistes, idealitzants. I és precisament sobre la base d'aquesta evidència de la complexitat de la vida que, sense anar més lluny, hem pogut viure i veure que el president dels Estats Units d'Amèrica, Donald Trump, que segons com mereixeria ser conceptualitzat com un dimoni emplantat (entre altres coses, perquè en

les seues excentricitats sovint s'acondueix diabòlicament, amb un mal esperit que tomba de tos), ha estat també el protagonista principal d'un dels béns més anhelats de la nostra contemporaneïtat, com és la signatura d'un acord de pau que va posar fi a la guerra de Gaza i que va fer possible l'alliberament dels ostatges supervivents. I no solament això: també s'ha erigit com a intermediari imprescindible en les negociacions entre Vladímir Putin i Volodímir Zelenski per a aconseguir el final de la guerra a Ucraïna. I és així que Trump —qui viu quant veu!— s'erigeix com a únic agent d'esperança per a la pau mundial sense deixar de ser-ne, alhora, una de les màximes amenaces (només cal pensar en els conflictes de Veneçuela i Groenlàndia). Mentrestant, a Europa (suposadament la quintaessència de la democràcia, la diversitat, el pacifisme, la civilitat i la diplomàcia) li passa allò de la vella dita del joc de pilota: «les veu passar totes per dalt». S'ha demostrat d'una inoperància absoluta, amb una incapacitat d'influència literalment vergonyant.

Ai, la quinta essència de les coses! Ai, el pensament quintaessencialista! Quin parany del llenguatge! Quina estafa de la raó! La ciència, al seu dia —Albert Abraham Michelson, Edward Morley i Albert Einstein—, es va encarregar de demostrar que l'èter no existeix: que la suposada quinta essència d'Aristòtil, símbol de la puresa respirada pels déus, no deixava de ser una fake new superstitiosament propagada al llarg d'un parell de mil·lennis en la història de la ciència. Ens haurem d'accontentar, per tant, només amb el foc, l'aire, la terra i l'aigua. O, més precisament: amb els 118 elements de la taula periòdica. Perquè la quinta essència —la quintaessència— no és sinó una fantasia. I fantasia per fantasia, m'estime més la fantasia que no enganya ningú: la que fa créixer el món pels camins meravellosos de la imaginació. Opine, per això, que la fantasia —la fantasia literària, popular o llibresca— és, conjugada amb la raó, l'antídot millor contra els essencialismes i els quintaessencialismes que ens assetgen.

amjasa
aigües municipals de xàbia, s.a.

Camí Cabanes, 88
Tel. 96 579 01 62 / Fax 96 579 38 81
Apart Postal, 56
03730 **Xàbia** (Alacant)
amjasa@amjasa.com

Tinc toc?

Ana Noguera

Psiquiatra

Qui no ha tornat a casa per comprovar per tercera vegada si va tancar la porta, o ha sentit una lleugera incomoditat en veure un objecte fora del seu lloc correcte? Alguns revisen el gas abans d'eixir, altres es llaven les mans "per si de cas" i no falten els que necessiten que el volum del televisor estiga en un nombre parell. Aquestes petites obsessions i rituals formen part de la condició humana i, en la majoria dels casos, no tenen res de patològic.

El cinema ha sabut retratar aquestes conductes amb humor i exageració. En Millor, impossible (1997), Jack Nicholson interpreta un escriptor amb rituals tan rígids que evita xafar les línies de la vorera i porta el seu joc de coberts de plàstic als restaurants. El problema sorgeix quan, fora de la ficció, comencem a anomenar TOC qualsevol conducta repetitiva o perfeccionista. En les xarxes socials cada vegada és més freqüent llegir frases com "tinc TOC perquè m'agrada l'ordre" o "el meu TOC no em deixa veure el llit desfet", que banalitzen un trastorn que pot arribar a ser profundament incapacitant.

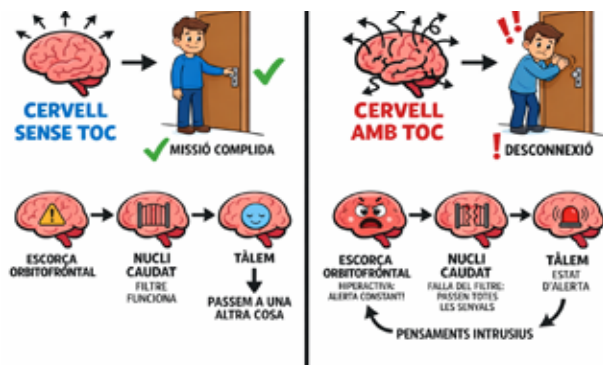
Per això és especialment rellevant diferenciar les conductes obsessives i rituals normals del trastorn obsessivocompulsiu (TOC) pròpiament dit. En una època de sobreinformació, i de vegades desinformació, comprendre bé aquests conceptes ens ajuda a fer servir un llenguatge més precís i, sobretot, a reconèixer on acaba la curiositat humana i on comença la patologia.

Les persones poden presentar pensaments repetitius o conductes ritualitzades sense que això implique un trastorn mental. Alguns exemples freqüents són comprovacions (revisar que la porta estiga tancada), rituals de neteja i higiene (llavar-se les mans després d'usar transport públic) o pors lleus a la contaminació (evitar tocar superfícies visiblement brutes o aliments en mal estat).

Aquestes conductes solen complir una funció pràctica (seguretat, higiene, organització), no generen un malestar intens i es poden flexibilitzar sense gran dificultat. Si un dia no es pot comprovar la porta una segona vegada, la persona se sent un poc incòmoda, però segueix amb la vida.

Fins i tot figures públiques han reconegut tenir petits rituals. El tenista Rafael Nadal és conegut per la seua estricta rutina abans de traure: col·locar les ampolles de manera concreta, ajustar-se la roba sempre en el mateix ordre. Aquests rituals formen part d'una estratègia de concentració i control de l'estrès, no d'un trastorn psiquiàtric. La clau és que no interfereixen greument en el seu funcionament ni li generen patiment clínicament significatiu. Molt diferent és el cas de David Beckham, qui ha parlat obertament diverses vegades sobre el trastorn obsessivocompulsiu que pateix, i descriu una simptomatologia centrada

Anomenem TOC qualsevol trastorn obsessivocompulsiu o conducta repetitiva o perfeccionista.



Imatge generada per IA.

fonamentalment en la necessitat d'ordre, simetria i control de l'entorn. Beckham ha explicat, per exemple, que sent la necessitat que les llanxes del frigorífic estiguen perfectament alineades i en nombre parell. Així mateix, ha relatat rituals nocturns perllongats en què, mentre la resta de la família dorm, es dedica a ordenar la casa, netejar meticulosament les espelmes o ajustar la il·luminació a un nivell concret. Aquestes conductes no solament consumeixen temps, sinó que estan motivades per l'ansietat que li provoca la idea de trobar les coses "mal col·locades" en despertar, cosa que il·lustra clarament el caràcter patològic i compulsiu del trastorn.

La diferència fonamental entre el cas de David Beckham i el de Rafael Nadal rau en l'impacte emocional, la rigidesa i la funció de les conductes. Els rituals de Nadal, àmpliament coneguts en l'àmbit esportiu, formen part de rutines de concentració i preparació psicològica prèvies a la competició; són flexibles, acotats en el temps i no generen un malestar significatiu si, en algun moment, no els pot fer. En canvi, en el TOC que descriu Beckham, les conductes d'ordre i simetria tenen com a objectiu reduir una ansietat intensa provocada per pensaments obsessius, són difícils de resistir i arriben a interferir en el descans, la vida familiar i el benestar personal.

El trastorn obsessivocompulsiu és un trastorn mental caracteritzat per la presència de:

Obsessions: pensaments, imatges o impulsos recurrents, intrusius i no desitjats, que generen ansietat o malestar intens (per exemple, por persistent a contaminar-se, a causar danys, dubtes constants).



Compulsions: conductes repetitives o actes mentals que la persona se sent impulsada a fer per reduir l'ansietat causada per les obsessions (llavar-se, comprovar, comptar, repetir frases mentalment).

Des del punt de vista biològic, el TOC s'associa a alteracions en circuits cerebrals específics. Per a entendre per què passa això, imaginem que el nostre cervell té un "sistema de filtratge d'errors". En un cervell sense TOC, quan acabem una tasca (com tancar la porta), el cervell envia un senyal de "missió feta" i passem a altra cosa. Al cervell d'una persona amb TOC hi ha una desconexió en aquest procés a causa d'una alteració en la comunicació entre tres àrees específiques:

L'escorça orbitofrontal: és l'encarregada de detectar que alguna cosa està malament (per exemple, la porta podria estar oberta). En el TOC, aquesta zona està hiperactiva, i envia senyals d'alerta constants.

El nucli caudat: forma part dels nuclis basals, i actua com un filtre o barrera que decideix quins pensaments són importants i quins no. En el TOC, aquest filtre falla i deixa passar tots els senyals d'alerta, fins i tot els absurds. El tàlem: rep el senyal i posa el cos en estat d'alerta.

Aquesta disfunció sol estar relacionada amb nivells irregulars de serotonina, missatger químic que ajuda a regular aquest flux d'informació, especialment els que connecten l'escorça orbitofrontal, el cingol anterior i els ganglis basals. Això explica per què els tractaments farmacològics serotoninèrgics i la psicoteràpia cognitivoconductual són eficaços en molts casos.

La simptomatologia es considera un TOC quan ocupa molt de temps (habitualment més d'una hora al dia), genera malestar intens o ansietat significativa, interfereix de manera clara en la vida personal, laboral, acadèmica o social i la persona reconeix, almenys en algun grau, que els

seus pensaments o conductes són excessius o irracionals, però no els pot evitar. Una persona amb TOC pot tardar hores a eixir de casa per por d'haver deixat una cosa mal tancada, evitar relacions socials per por de la contaminació o viure atrapada en un diàleg mental constant per "neutralitzar" pensaments intrusius. L'impacte en la qualitat de vida pot ser molt elevat.

S'estima que el TOC afecta aproximadament el 2-3 % de la població al llarg de la vida, segons dades de l'Organització Mundial de la Salut i de grans estudis epidemiològics internacionals. Sol iniciar-se en l'adolescència o en l'adulthood primerenca, i sense tractament tendeix a cronificar-se. És recomanable consultar amb un professional de la salut mental quan les obsessions i compulsions generen patiment significatiu, les conductes interfereixen en la vida diària, s'eviten situacions importants per por o ansietat i la persona sent que ha perdut el control sobre els seus pensaments o rituals. El tractament sol incloure psicoteràpia, especialment la teràpia cognitivoconductual amb exposició i prevenció de resposta, i, en molts casos, tractament farmacològic.

A tall de conclusió, és important recordar que les obsessions, rumiaments i rituals formen part, en major o menor mesura, de la condició humana i poden aparèixer en múltiples contextos psicològics i mèdics. Tot i això, el trastorn obsessivcompulsiu va molt més enllà d'una simple mania o una necessitat d'ordre: implica patiment, pèrdua de llibertat i una lluita constant contra la pròpia ment. Comprendre aquestes diferències no solament ens ajuda a utilitzar millor el llenguatge, sinó també a mirar amb més empatia els qui conviuen amb el TOC. Darrere de cada ritual que no es pot evitar i de cada pensament que no es pot silenciar hi ha una persona lluitant contra aquest patiment, i mereix la nostra comprensió, el nostre respecte i el nostre suport.

El problema dels tres cossos

Miguel Ángel Sanchis-Lozano

Departament de Física Teòrica · IFIC, Centre mixt CSIC · Universitat de València

Nicolás Sanchis Gual

Departament d'Astronomia i Astrofísica, Universitat de València

Entendre com es comporten tres cossos sota l'atracció gravitacional mútua és una qüestió d'extraordinària importància en física, no tan sols en si mateix, sinó perquè va conduir, a final del segle XIX, a qüestionar nocions fonamentals com el determinisme clàssic i l'emergència del concepte de comportament caòtic. Certament, el problema dels tres cossos ha transcendit l'àmbit de la física, i ha arribat fins i tot al llenguatge col·loquial per a descriure situacions de molt difícil o impossible solució. Prova d'això és que una coneguda sèrie de Netflix, basada en una novel·la de Liu Cixin, té aquest nom.

La qüestió es remunta històricament a Isaac Newton, que va formular la llei de la gravitació universal en la seua obra fonamental *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (1687), en la qual postulava que la força d'atracció entre dos cossos és proporcional al producte de les seues masses i inversament proporcional al quadrat de la distància que els separa. Les forces gravitatòries es concebien aleshores com interaccions a distància, és a dir, es propagaven instantàniament d'un punt a altre de l'espai. En conseqüència, si un objecte canviava de posició o trajectòria (per exemple, quan xoca amb un altre), l'efecte gravitatori era percebut de manera immediata pels altres cossos, independentment de la seua proximitat o llunyania. Hui sabem que aquesta suposició contradiu la teoria especial de la relativitat publicada el 1905 per Albert Einstein (1879-1955), i que es requereix un temps finit per a la propagació de qualsevol senyal limitada per la velocitat de la llum en el buit.

No obstant això, fins i tot acceptant la llei de Newton com una excel·lent aproximació per a descriure les òrbites de cossos celestes propers en termes astronòmics (com la Terra i el Sol), el problema es complica notablement quan es consideren conjuntament tres o més cossos. En aquest cas, no existeix en general una solució exacta, és a dir, no és possible expressar la trajectòria temporal dels cossos en l'espai mitjançant fórmules explícites en termes de funcions analítiques conegudes.

Això no implica que el resultat de l'evolució temporal d'un sistema siga arbitrari en una descripció clàssica: l'univers continua sent determinista, amb el futur completament i unívocament determinat pel passat. Aquesta visió mecanicista va ser profundament qüestionada per Henri Poincaré (1854-1912) en un treball monumental presentat a un concurs de matemàtiques a Suècia a final del segle XIX, concurs que va guanyar.



Sistema Terra-Lluna-Sol, amb un comportament no caòtic durant milions d'anys. (Font: Wikipèdia)

Malgrat contenir inicialment un error, que el mateix Poincaré va esmenar abans de la publicació definitiva en *Acta Mathematica* el 1890, Karl Weierstrass (1815-1897), membre del jurat, va afirmar: "Si bé aquest treball no pot ser considerat com la solució completa del repte plantejat, és d'una importància tal que la seua publicació marcarà el començament d'una nova era en la història de la mecànica celeste".

I no solament celeste: aquest treball va assenyalar l'inici de la teoria del caos clàssic, que va transformar profundament la nostra comprensió dels sistemes deterministes no sols governats per la gravetat, sinó per qualsevol tipus d'interacció, i la incapacitat de predir el futur. Més tard, ja dins el context de la mecànica quàntica, va emergir el concepte de caos quàntic, que no constitueix una extensió directa del caos clàssic, sinó una reinterpretació dels seus trets essencials en un marc on ja no existeixen trajectòries ni òrbites ben definides. Tot i això, els dos comparteixen un tret fonamental: l'aparició de comportaments altament complexos i, en la pràctica, imprevisibles.

Tanmateix, existeixen sistemes, com el sistema Terra-Lluna-Sol, que romanen estables durant períodes molts llargs, de centenars de milions d'anys, llevat de possibles pertorbacions externes, com el pas proper o la col·lisió amb algun cos celeste gran: així es va originar la Lluna. En el sistema solar complet, l'estabilitat disminueix: ocasionalment, alguns asteroides canvien d'òrbita, s'acosten generalment al Sol o són expulsats del sistema solar, tot i que també existeix la possibilitat de col·lisió amb la Terra, com ja va succeir en un passat remot i que va provocar l'extinció dels dinosaures.

D'altra banda, sovint s'associa el comportament caòtic a sistemes complexos formats per un gran nombre de cossos, com és el cas de l'atmosfera. L'evolució del clima i les dificultats per

a predir-lo són un exemple paradigmàtic. És habitual recórrer a l'anomenat efecte papallona per a il·lustrar l'extrema sensibilitat a les condicions inicials: el simple aleteig d'una papallona al Brasil podria, en principi, acabar contribuint a produir una tempesta a Europa.

Ara bé, la complexitat d'un sistema físic no és un requisit indispensable perquè aparega un comportament imprevisible però encara plenament clàssic. El caos pot manifestar-se fins i tot en sistemes amb pocs graus de llibertat, com ara

un pèndol doble o simple sotmès a una força externa periòdica. En aquests casos, equacions de moviment ben definides de partida donen lloc a una evolució extremadament sensible a les condicions inicials, la qual cosa limita severament la capacitat de predicció a llarg termini.

1 <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/39/GodfreyKne-ller-IsaacNewton-1689.jpg>

2 https://en.wikipedia.org/wiki/Pierre-Simon_Laplace

3 <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/46/Лагранж.jpg>

El problema dels 3 cossos en la mecànica clàssica

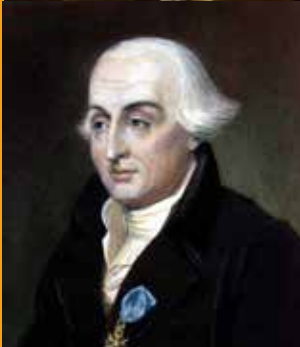
En mecànica clàssica, el problema dels tres cossos sorgeix en considerar tres objectes, de qualsevol massa, sotmesos a l'atracció gravitatòria mútua. Partint d'unes posicions i velocitats inicials determinades (condicions inicials), es tracta de calcular les coordenades de posició i les velocitats dels tres cossos en un instant posterior (o anterior). Aparentment, es tracta d'un problema de batxillerat per la simplicitat del plantejament, però resulta irresoluble en forma exacta i va donar lloc al concepte modern de caos clàssic. Fou Edward Lorenz qui, el 1963, va popularitzar aquest terme d'origen grec (Χaos), amb un significat original d'obertura, abisme, buit immens.



Isaac Newton
(1642-1727)



Pierre S. Laplace
(1749-1827)



Joseph L. Lagrange
(1736-1813)

Els punts de Lagrange

Quan Pierre-Simon Laplace va publicar el 1802 el seu *Traité de mécanique céleste*, Napoleó Bonaparte, que havia estat alumne seu a l'escola militar de París i que era amic de preguntes compromeses, li va preguntar directament: "Heu escrit un llibre sobre el sistema de l'univers, sense haver esmentat ni una sola vegada el seu creador." Laplace va respondre: "No he necessitat aquesta hipòtesi, Sire."

La resposta de Laplace subratllava que Newton, un segle abans, en aplicar la seua llei de gravetat al sistema solar, detectava certes irregularitats en les òrbites planetàries, que conduïen a una inestabilitat amb el pas del temps. Newton suposava la intervenció de Déu per a corregir-les.

Es diu que el matemàtic Joseph-Louis Lagrange, en conèixer la resposta de Laplace, va comentar: "Ah, però és una bella hipòtesi, això explica moltes coses!"

Una vegada Laplace va tindre coneixement per Napoleó de la rèplica de Lagrange, va afegir al seu torn: "Sí, explica moltes coses, però no en prediu cap!"

Per tal d'entendre l'estabilitat del nostre sistema solar, Lagrange ja havia estudiat el moviment dels planetes i de la Lluna sota l'acció de la gravetat, i va trobar algunes configuracions particularment estables. Els ara anomenats punts de Lagrange són posicions especials en un sistema de dos cossos massius, com el Sol i la Terra, en les quals un tercer cos de massa insignificant pot romandre en equilibri relatiu respecte dels altres dos en compensar-se les forces que hi actuen. Lagrange va identificar cinc d'aquests punts, denominats L1 a L5: tres se situen sobre la línia que uneix els dos cossos principals, i els altres dos formen triangles equilàters amb aquests. Hui en dia, aquests punts són fonamentals en astronomia i exploració espacial, ja que s'hi situen satèl·lits i telescopis (com el James Webb) per a mantenir posicions estables.

En el futur, la missió LISA (*Laser Interferometer Space Antenna*) de l'Agència Espacial Europea aprofitarà una òrbita relacionada amb un d'aquests punts de Lagrange. LISA estarà formada per tres satèl·lits que volaran en formació, separats per milions de quilòmetres, i utilitzaran rajos làser per a detectar ones gravitatòries: diminutes vibracions de l'espai-temps produïdes per fenòmens extrems, com la fusió de forats negres.

Tocarà la **loteria**? Probabilitat i progrés científic

Albert Gras Martí

Físic · Membre de l'IEC

Incomprensió popular del significat de probabilitat

Suposem que els darrers 5 premis de la Grossa de Cap d'Any acaben en 9. Aleshores, si comparem participacions acabades del 0 al 8 augmentem la probabilitat que, almenys, ens tornem els diners. Cert? FALS! La probabilitat que el proper premi acabe en un dígit qualsevol, 0 a 9, és sempre del 10 %.

Suposem que la probabilitat de pluja a Gandia és d'un 55 %. Hi plourà? Potser.



Grossa de Cap d'Any. (Font: Vilaweb) / Previsió del temps. (Font: cel·lular propi)

Dues definicions de probabilitat

La probabilitat (freqüentista) d'un esdeveniment aleatori A és la possibilitat d'ocurrència de l'esdeveniment, $P(A) = fA/N$, la freqüència fA d'A (les vegades que s'observa) dividida per N (les vegades que pot ocórrer).

Exemples: 1) La probabilitat d'obtenir cara llançant una moneda és del 50 %. Obtindrem aproximadament la meitat de cares si fem moltíssims llançaments. 2) La probabilitat de traure un 5 si llancem un dau és 1/6. De 6 milions de llançaments, eixirà vora un milió de vegades. Tanmateix, cada vegada que llancem la moneda o el dau, totes les opcions tenen la mateixa probabilitat, 1/2 o 1/6 respectivament.

I com hem de calcular probabilitats si disposem d'informació parcial? Fem servir la probabilitat condicionada, $P(A|B)$: la probabilitat de l'esdeveniment A, si sabem que l'esdeveniment B ha ocorregut.

Exemples: 1) Quina probabilitat hi ha que tinguem un virus, si el test dona positiu? 2) Només un de tres camins (I, II i III) està transitable. Triem l'I i aleshores ens diuen que el camí II està tallat. Convé canviar de tria al III o mantenir-nos-hi?

Veurem que el fet de tenir informació addicio-

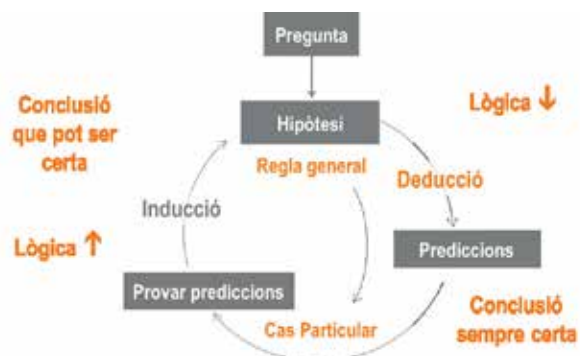
nal (un test positiu o el camí II tallat) modifica la probabilitat de tenir el virus o d'haver triat el camí correcte.

La ciència progressa per inducció (bayesiana), no per deducció

L'objectiu de la ciència és desentranyar els secrets de la naturalesa a força d'identificar i comprendre les estructures o els fets observables. Anomenem comprensió al resultat de desenvolupar models teòrics que expliquen les observacions i que siguin capaços de fer prediccions que puguem posar a prova.

La lògica deductiva es basa en coneixements axiomàtics (quan la informació disponible és completa) que condueixen a conseqüències que són certes o falses, sense opcions intermèdies: la probabilitat que una afirmació siga certa és de 0 o 1.

Per exemple, si sempre apareix un exemplar nou de DAUALDEU al març, de la premissa «Estem en el mes de març» només podem concloure que aviat llegirem un nou número de DAUALDEU.



Inducció i deducció. (Font: https://www.researchgate.net/figure/Processos-de-deduccio-i-induccio_fig43_372027576, sota llicència CC)

I com comparem les prediccions d'una teoria amb les dades experimentals, si aquestes tenen precisió limitada i són incompletes? No podem fer servir raonaments deductius per tal de veure si la teoria l'encerta. Les probabilitats condicionades ens ajuden a interpretar les dades disponibles en cada moment, en un procés de lògica inductiva. En ciència i en la vida real mai sabem res amb certesa absoluta, i les probabilitats estan entre 0 i 1.

Fórmula de Bayes per a analitzar noves evidències

La fórmula o teorema de Bayes relaciona probabilitats condicionades:

$$P(H | E) = \frac{P(E | H) P(H)}{P(E)}$$

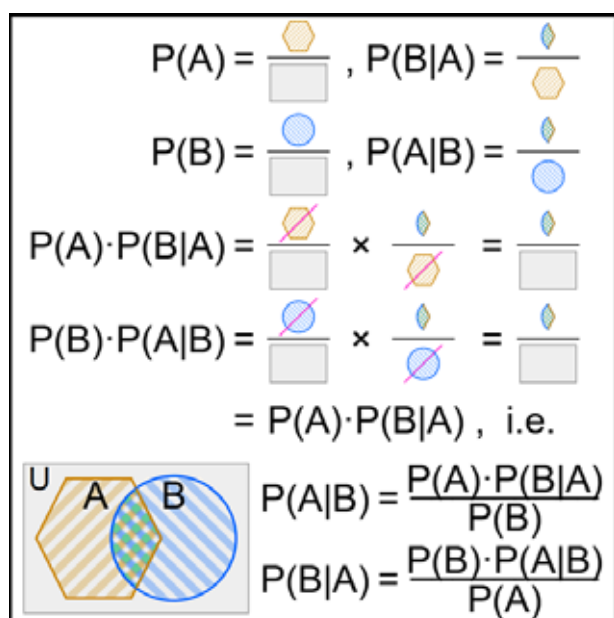
probabilitat
a priori

a posteriori

en què $P(H)$ és la probabilitat (coneguda o suposada) de la hipòtesi H , $P(E)$ és la probabilitat d'una nova evidència E , $P(H|E)$ és la probabilitat condicionada que la hipòtesi siga certa si sabem que l'evidència és certa, i anàlogament $P(E|H)$.

Per exemple, la nova evidència pot ser que un test haja resultat positiu, i aleshores la hipòtesi que volem estimar és si estem realment infectats.

La figura següent mostra gràficament com s'obtenen les probabilitats esmentades (en trobareu més detalls en la Viquipèdia).



Probabilitats com a quocient d'àrees, explicació visual. (Font: By Cmglee - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=143581610>)

Algunes aplicacions del teorema

Suposem que una persona diu la veritat 2 de cada 3 vegades. Si ara llança un dau i diu que ha tret un 4, quina és la probabilitat que el nombre obtingut siga efectivament el 4? Segons la fórmula de Bayes, aquesta probabilitat és $2/7$ (i no $2/3$, com podríem pensar). Per tant, el coneixement que la persona afirma que ha tret un 4 modifica la probabilitat que estiga dient la veritat.

El problema esmentat abans, de triar l'únic camí transitable entre tres opcions, s'anomena problema de Monty Hall i podeu trobar-ne la solució en Internet: si canviem de tria de camí, tenim el doble de possibilitats d'encertar.

La previsió del temps, així com el tractament de fenòmens atmosfèrics complexos, fan servir tècniques que barregen mètodes freqüentistes i bayesians de probabilitat.

La fórmula de Bayes es fa servir per a calcular la probabilitat que el correu electrònic identifique correctament l'spam (correu brossa) si el missatge conté determinades paraules.

Aplicació als tests mèdics i falsos positius

Vicent Soler aplica el teorema de Bayes als tests de la COVID.



Test de COVID. (Font: Pixabay, amb llicència)

Ací analitzarem un exemple simplificat. Suposem que un test identifica correctament el 99 % de les persones que tenen un virus. El test identificarà incorrectament com a infectats l'1 % de les persones que no tenen el virus (falsos positius). Suposem també que una persona de cada mil està infectada. La qualitat del test (99 %) i el percentatge d'infectats (0,1 %) són dades certes. La probabilitat d'estar infectats canviarà si ens fem el test una vegada, o dues.

Probabilitat d'infecció i precisió del test

Amb les dades anteriors, segons la fórmula de Bayes, la probabilitat que estiguem infectats (si el test dona positiu) és només del 9 %, no del 99 %!

Per a entendre millor aquesta conclusió tan sorprenent, imaginem que apliquem el test a 1000 persones. Només una persona tindrà el virus, i el test l'identificarà com a infectada. Tanmateix, de les altres 999 persones, l'1 % seran falsos positius: unes 10 persones seran falsament identificades com a infectades. Així, com que som una de les 11 persones que hem donat positiu i només una de nosaltres està infectada, la probabilitat que efectivament ho estiguem és $1/11 = 9 \%$.

La fórmula de Bayes s'ha d'emprar cada vegada que disposem de dades noves. Si repetim el càlcul anterior suposant que en un segon test hem tornat a donar positiu, ara la probabilitat a priori d'estar infectats és del 9 % (no 0,1 % com abans). Conclourem que la probabilitat d'estar efectivament infectats després de dos tests positius és del 91 %. La probabilitat ha augmentat bastant, però està lluny del grau de fiabilitat del test, 99 %.

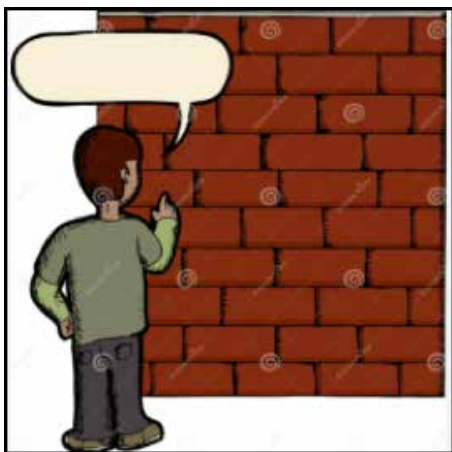
Les evidències milloren el grau de coneixement

Com acabem de veure, quantifiquen la cre-

dibilitat que assignem a determinades hipòtesis amb probabilitats, i actualitzem el grau de credibilitat quan disposem d'informació nova. Sovint es fa l'analogia amb un home que ix d'una cova on ha viscut sempre i, quan veu eixir el sol, es pregunta si és un fet extraordinari o regular. A mesura que passen els dies i el fet es repeteix, augmenta la seua confiança que així funciona el món. Anàlogament, amb cada nova evidència la fórmula de Bayes actualitza la probabilitat que la hipòtesi siga certa.

Creences i arguments

El teorema de Bayes dona resultats clars en dues situacions extremes: tant si estem totalment convençuts d'alguna cosa o de la contrària. Si la probabilitat a priori que una cosa siga certa és del 100 % o 0 %, cosa freqüent en els debats o en xarxes socials, la fórmula de Bayes indica que cap evidència o argument ens farà canviar d'opinió. No perdem el temps, doncs, tractant de convèncer els convençuts: és com parlar a un mur.



Parlar a un mur. (Font: <https://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-photos-talking-to-brick-wall-image20693678>)

Un bayesià mai dona credibilitat zero a cap hipòtesi, per improbable que semble, ni tampoc el 100 %, perquè sempre pot haver-hi noves evidències que modifiquen les nostres certeses.

Inferència bayesiana i progrés científic

El mètode d'anàlisi bayesià s'ha desenvolupat en els darrers cinquanta anys, però encara no ha impregnat la comunitat científica. Es fa servir per a acotar les conclusions que s'extrauen dels experiments i esbrinar fins a quin punt estan d'acord amb les prediccions teòriques. S'assignen probabilitats, a priori, a afirmacions sobre determinats esdeveniments, com ara que s'ha descobert el bosó de Higgs, o sobre paràmetres cosmològics que es volen ajustar i, a la vista de les noves evidències, s'actualitzen els nivells de credibilitat en les hipòtesis.

El mètode bayesià és consistent amb l'anomenada navalla d'Occam, un principi general que diu que les explicacions senzilles són sempre preferibles, perquè penalitza els models més complicats, i únicament els assigna probabilitats elevades quan la complexitat de les dades ho justifica.

Sobre la formació dels ciutadans

Sovint sentim que personatges públics i persones corrents es declaren incapaços d'entendre res que sone a números i fórmules. Per tal de combatre aquesta situació, els alumnes han d'eixir del batxillerat amb nocions bàsiques sobre probabilitat, incloent-hi el teorema de Bayes, i aplicacions pràctiques significatives. D'aquesta manera estaran millor equipats per a fer front a la desinformació a què estaran exposats en la vida.

1 Demostració: en la fórmula de Bayes, $P(E) = P(E|H)P(H) + P(E|-H)P(-H)$, en què -H indica hipòtesi falsa. Fem H: diu la veritat, E: trau un 4. Aleshores, $P(H) = 2/3$, $P(-H) = 1/3$, $P(E|H) = 1/6$, $P(E|-H) = 5/6$, $P(H|E) = (2/3) \cdot (1/6) / [(2/3) \cdot (1/6) + (1/3) \cdot (5/6)] = 2/7$.

2 Vicent Soler <https://www.facebook.com/vicent.soler.54/> 'BAYES', 27-8-2020.

3 Trampa bayesiana <https://www.youtube.com/watch?v=R13BD8qKeTg>

4 H: estem infectats, E: el test dona positiu. En $P(H|E)$, numerador de la fórmula de Bayes: probabilitat de donar positiu si estem infectats per la probabilitat d'estar-ho. Denominador: probabilitat total de donar positiu, és a dir, test positiu i tenir el virus sumat a test fals positiu i no tenir el virus. $P(H|E) = (0,99 \cdot 0,001) / (0,99 \cdot 0,001 + 0,01 \cdot 0,999) = 0,09 = 9\%$.



ASSOCIACIÓ
PER LA DIVULGACIÓ
DE LA CIÈNCIA
I LA TECNOLOGIA

<https://associaciomeridiazero.com>

FES-TE'N SOCI

Són els biocombustibles una opció sostenible per al futur?

Elisa Pedro i Segura

Professora de Química i Salut Ambiental · IES L'Almadrava · Benidorm

Els vehicles de motor de combustió, tal com els coneixem fins ara, pareix que estan arribant al seu final. La Unió Europea, l'any 2022, va acordar la prohibició de la venda de cotxes de combustió el 2035 i la retirada total de les carreteres el 2050. Recentment, pressionat per les multinacionals automobilístiques alemanyes i italianes, ha rebaixat aquesta prohibició a una reducció del 90 % de les emissions i no sabem si en un futur tornarà a rebaixar les expectatives. Malgrat tot, a Europa estem fent un esforç per reduir les emissions contaminants i potenciar el cotxe elèctric, així com a la Xina, que aspira que els cotxes venuts el 2040 siguin un 85 % elèctrics o híbrids endollables.

No obstant això, la major part del món continua apostant pel vehicle de combustió, sobretot als Estats Units, abanderats del negacionisme climàtic, que compta amb menys del 2 % de cotxes elèctrics en el seu parc automobilístic. Però la realitat és que sigues més *ecofriendly* o menys, les reserves de petroli, tard o d'hora, s'acabaran i, per tant, cal buscar alternatives reals als combustibles fòssils.

Els biocombustibles són combustibles renovables produïts a partir de biomassa vegetal o animal. Poden ser líquids, sòlids o gasosos i representen una alternativa viable a la fi dels combustibles fòssils. Però, atenció, que el prefix *bio-* no t'enganye, fa referència a l'origen, no a la sostenibilitat del producte. Vegem-ne quins tipus existeixen, els pros i els contres que tenen i tu ja decideixes!

A Europa estem fent un esforç per reduir les emissions contaminants i potenciar el cotxe elèctric, així com a la Xina, que aspira que els cotxes venuts el 2040 siguin un 85 % elèctrics o híbrids endollables.

Els biocombustibles que poden substituir els combustibles dels vehicles serien els de tipus líquid, i en són principalment dos: el biodièsel produït a partir de greixos i olis principalment d'origen vegetal, i el bioetanol, produït per fermentació dels sucres presents en els vegetals. Actualment, els podem trobar en la majoria de les estacions de servei, mesclats en proporcions variables amb el gasoil o la gasolina. En el cas del biodièsel, el podem trobar sota denominacions com B7, B10, B20 o B30, que indiquen el percentatge de biodièsel que conté el gasoil que estem adquirint. Per a aquestes concentracions, no calen modificacions en el motor i, per consegüent, són una bona alternativa per a disminuir gradualment la dependència dels combustibles fòssils. En el cas dels motors de gasolina, podem usar mescles com E10 per a motors convencionals, o la mescla E85, amb un 85 % de bioetanol que sols es pot usar en motors de combustió flexible o flex fuel.

En qualsevol cas, els biocombustibles, quan es cremen en el motor, produeixen CO_2 de la mateixa manera que quan es crema qualsevol combustible. Es tracta d'una reacció clàssica de combustió d'un hidrocarbur $\text{C}_x\text{H}_y + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ i fa igual que siga bio o no bio, la combustió és la combustió i, per tant, l'ús d'aquests combustibles no soluciona el problema de les emissions de CO_2 , en principi. Però, per part de molts especialistes es consideren neutres en carboni, ja que el carboni que s'allibera en la combustió l'havien capturat de l'atmosfera les plantes durant el cicle vital en fer la fotosíntesi i abans de convertir-se en biocombustibles. Així, doncs, traqueu les vostres pròpies conclusions.

També trobem estudis que confirmen que les emissions de compostos orgànics volàtils (COV) quan s'usen aquests combustibles també són menors, raó per la qual podrien reduir la formació d'*smog* fotoquímico en les ciutats.



Cartell de biodièsel. (Font: https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:MUTCD-CA_G66-22C.svg&oldid=900355860)



Cultiu a Amèrica del Sud. Aldo Sánchez. (Font: CC-BY-SA-3.0 https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Agricultores_chirg%C3%BCe%C3%B1os.jpg&oldid=992006677)



Cultiu de microalgues. (Font: Jaime Nieto. Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0. https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Microalga_@_GRAQ.jpg&oldid=690959292)

El que sí que està confirmat és que els biocombustibles de primera generació, que són els generats directament de cultius, són un problema de seguretat alimentària mundial. En algunes zones del planeta el cultiu d'espècies per a la síntesi de combustibles ha desplaçat els cultius alimentaris i ha provocat un augment de preus i la desertificació.

Segons un estudi de *Transport&Environment*, a Europa es cremen en motors cada dia al voltant de 19 milions de botelles d'oli de colza i girasol, que podrien ser destinats a l'alimentació. Per citar-ne altre exemple, cal parlar de la crisi de la tortilla el 2006 a Mèxic on l'encariment de la dacsca per l'ús per a fer bioetanol va portar la fam a moltes famílies mexicanes. I pel que fa a la desertificació, en són molts els exemples arreu del món, però cal esmentar el cas de l'illa de Borneo, on la indústria de l'oli de palma ha provocat la pèrdua del 40 % dels boscos de l'arxipèlag. També és important destacar de l'informe *Cerulogy* de l'organització *Transport&Environment* que si només en un 3 % de la superfície actual dedicada als cultius per a biocombustibles es posaren plaques solars, es podria abastir d'energia elèctrica el triple de cotxes elèctrics que els cotxes de combustió interna que s'abasteixen amb el 100 % del terreny. Per tant, quan parlem de biocombustibles també hem de considerar aquests factors que, a més, comporten els problemes mediambientals de qualsevol activitat agrícola com són l'ús de fertilitzants, l'eutrofització d'aqüífers, l'esgotament del sòl o el consum excessiu d'aigua, entre d'altres. Pensem-ho.

Els biocombustibles de segona generació superen gran part dels problemes que comporten els de primera generació, ja que aquests estan produïts a partir de restes de l'agricultura i de la indústria alimentària i, per tant, no competeixen directament amb l'alimentació. En aquest cas s'utilitzen tiges, beines, encenalls de fusta o pells i closques de fruites per produir el combustible. Els especialistes consideren que els estalvis en emissions d'efecte hivernacle en aquest cas són majors que en els de primera generació, però la producció de combustible és més costosa, ja que cal extraure la lignocel·lulosa de la biomassa

més fibrosa. Dins d'aquesta categoria també trobem una solució a la valorització energètica dels residus, ja que aquells residus orgànics separats de la brossa correctament o bé aquells residus d'oli domèstic o comercial també podrien utilitzar-se per sintetitzar combustibles. En el cas de l'oli, a través d'una reacció de transesterificació, o en el cas dels residus sòlids mitjançant un procés de piròlisi, és a dir, combustió amb baix contingut en O_2 . Val a dir que a Espanya també s'estan duent a terme iniciatives interessants en algunes plantes que han començat recentment la piròlisi de plàstics per obtenir combustibles. En aquest cas, no es tractaria de biocombustibles, però és una possible alternativa per a la valorització del plàstic a la qual s'ha d'estar molt atents.

Finalment, i potser els més prometedors, trobem els biocombustibles de tercera i quarta generació. En aquest cas, la matèria primera són les microalgues. Són molt més eficients a l'hora de transformar el CO_2 en biomassa que els cultius agrícoles, no ocupen superfícies de cultiu i, per consegüent, no competeixen amb l'alimentació i poden créixer en multituds de suports usant, per exemple, aigües residuals com a medi de creixement. Una de les espècies més utilitzades és la espirulina (*Arthrospira maxima* i *Arthrospira platensis*), la qual també s'utilitza com a font de proteïnes o pigments. Parlem de biocombustibles de quarta generació quan se suma al procés anterior l'emmagatzematge de carboni. Aquest procés es pot dur a terme amb una millora genètica del cultiu o les microalgues perquè augmenten la captació de CO_2 a través de captació i emmagatzemament del CO_2 produït en algunes fases del procés, de manera que el procés global tinga una empremta negativa de carboni.

Com veieu, els biocombustibles són una alternativa real i necessària als combustibles fòssils usats en els motors de combustió interna, però també poden ser molt perjudicials, sobretot si entren en competència directa amb els cultius alimentaris. Tanmateix, representen una bona solució com a mètode de valorització energètica de residus i poden utilitzar-se com una font energètica de suport o transició entre els combustibles fòssils i el vehicle elèctric.

Les anguiles

L'enigma del seu sexe i l'extraordinària migració

Francesc Lloret i Pastor

Catedràtic de Química Inorgànica · Institut de Ciència Molecular · UV

Malgrat que l'anguila és un dels peixos més coneguts, durant segles va ser també un dels més enigmàtics. Ningú no sabia com es reproduïa, i aquesta ignorància va donar lloc a tot un seguit d'hipòtesis extravagants i, fins i tot, llegendes. Ja en l'antiguitat, els grecs consideraven les anguiles éssers gairebé sobrenaturals. Aristòtil, en la seua *Història dels animals*, afirmava que no eren fruit de l'aparellament ni ponien ous, i remarcava que mai no se n'havia capturat cap amb restes de semen o d'ous visibles. La pregunta era inevitable: d'on eixien, doncs?

Segles més tard, el naturalista romà Plini el Vell sostenia que les anguiles naixien quan es fregaven contra les roques i fragments del seu cos cobraven vida. Aquesta idea, que avui ens sembla absurda, va arrelar profundament en l'imaginari europeu. Tant és així que, durant l'edat mitjana, es creia que les anguiles no tenien sexe. Aquesta suposada asexualitat les va convertir en un aliment especialment recomanat durant la Quaresma, un període en què la moral cristiana exigia contenció del desig. Es pensava que la carn, producte d'una relació sexual, excitava la libido, mentre que el peix —i sobretot les asexuals anguiles— era considerat un aliment més pur.

El misteri no es va dissoldre amb el pas del temps. A final del segle XVIII, a Comacchio, una localitat italiana famosa per la pesca d'anguiles, se'n van capturar i processar més de 150 milions al llarg de quaranta anys. Cap d'aquells exemplars adults migratoris contenia ous, ni tampoc s'hi van poder identificar clarament els òrgans sexuals. No sols no se sabia com es reproduïen, sinó que ni tan sols es podia determinar si tenien sexe. El problema, lluny de resoldre's, es feia encara més intrigant.

L'any 1876, un jove Sigmund Freud, aleshores estudiant de biologia, va ser enviat a Trieste pel seu professor Carl Claus amb la missió de desvelar aquest enigma ancestral. Dos anys abans, el prestigiós biòleg alemany Max Schultze havia afirmat, ja en el llit de mort, que totes les grans qüestions de la biologia estaven resoltes, excepte la de l'anguila. Freud en va dissecar prop de 400 exemplars i hi va buscar inútilment ovaris o testicles. Davant el fracàs, va concloure que l'anguila no era ni mascle ni femella i que no podia engendrar descendència, i fins i tot va arribar a acceptar la idea de la generació espontània.

La clau del misteri començava a perfilar-se, però lluny dels rius europeus. Ja el 1856, un biòleg alemany havia capturat a l'estret de Messina una criatura diminuta, transparent i aplanada,



Anguilla vulgaris. (Font: Wikipèdia)

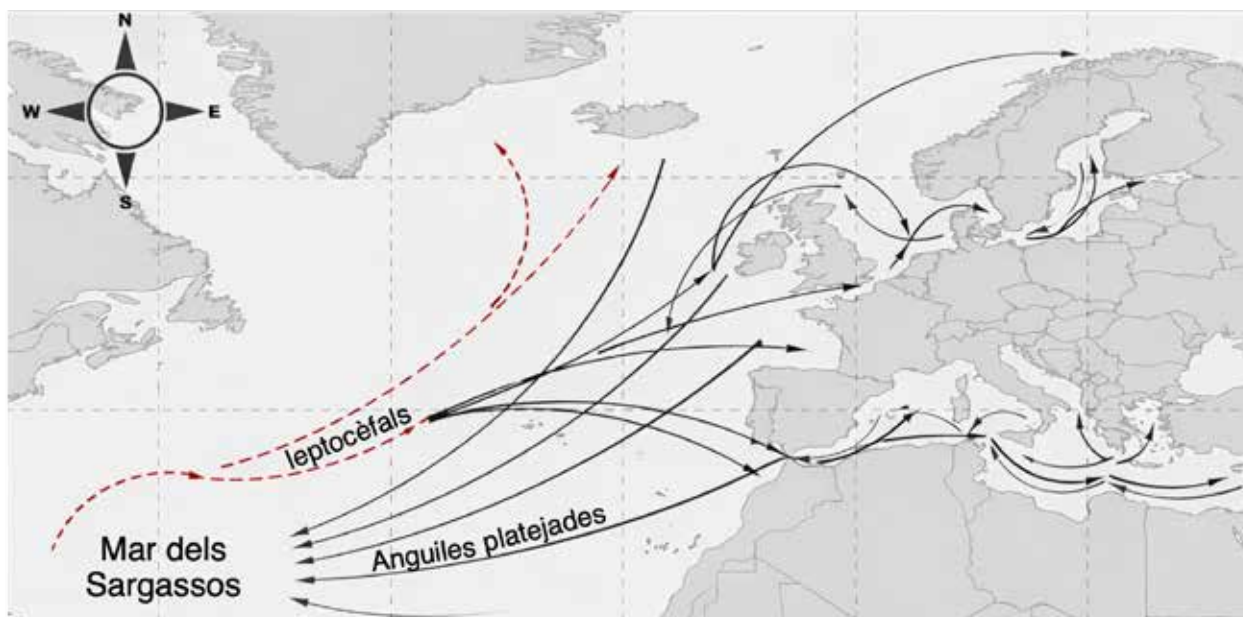
Durant l'edat mitjana, es creia que les anguiles no tenien sexe. Cosa que les va convertir en un aliment especialment recomanat durant la Quaresma, un període en què la moral cristiana exigia contenció del desig.

amb forma de fulla de llorer. Mesurava tot just uns mil·límetres i va ser batejada com *Leptocephalus brevirostris*. Durant dècades, ningú no va saber què era exactament aquell estrany organisme.

No va ser fins a 1896 que el científic italià Giovanni Battista Grassi va observar com alguns leptocèfals que mantenia en un aquari patien una metamorfosi sorprenent: es transformaven en alevins d'anguila. Aquella descoberta va obrir la porta a una de les investigacions més apassionants de la biologia marina.

A principi del segle XX, el danès Ernst Johannes Schmidt va decidir seguir el rastre de les anguiles per tots els mars possibles. Volia saber què ocorria entre el moment en què els adults desapareixien dels rius europeus i aquell en què tornaven a aparèixer les cries. En aquell moment, es creia que la posta tenia lloc al Mediterrani, perquè era l'única zona on se n'havien trobat larves. Schmidt va recollir leptocèfals cada vegada més menuts, seguint-los mar endins, fins que finalment va trobar les larves més diminutes, de només 2,5 mil·límetres, al mar dels Sargassos, al sud de les Bermudes, a més de 6 000 quilòmetres d'Europa.

Aquell indret remot, situat en ple Atlàntic, resultava ser el lloc de reproducció de l'anguila europea. Entre els mesos de març i juny, i a profunditats d'entre 400 1000 metres, les anguiles



La migració de les anguilles. Les fletxes que surten de les costes i es dirigeixen cap al mar dels Sargassos indiquen el viatge de les anguilles platejades, mentre que les que surten del mar dels Sargassos i es dirigeixen a les costes mostren la trajectòria de les larves (leptocèfals).
(Font: Elaboració pròpia)

hi ponen els ous. El 1922, Schmidt va presentar oficialment les seues conclusions a la *Royal Society de Londres*. Tot i això, encara avui ningú no ha vist mai una anguila adulta viva ni morta al mar dels Sargassos.

Estudis moderns amb anguilles marcades amb xips electrònics han revelat detalls fascinants del viatge. Les anguilles segueixen rutes diferents, però totes alternen aigües profundes durant el dia amb nivells més superficials durant la nit. El trajecte dura aproximadament un any, al llarg del qual recorren uns 6 400 quilòmetres fins a arribar al mateix punt de l'oceà.

La migració comença quan l'animal, després de viure entre vuit i deu anys en aigües dolces, pressent l'arribada de l'època reproductiva. Aleshores abandona el riu, el llac o l'estany on ha crescut. Per a les anguilles que viuen en masses d'aigua aïllades, el viatge és especialment dur: han d'arrossegar-se per camps i zones humides fins a trobar un curs d'aigua que les conduísca al mar. Abans de partir, s'alimenten de manera voraç per acumular reserves energètiques.

Curiosament, en el moment d'iniciar la migració, les anguilles encara no tenen sexe definit. Durant la major part de la seua vida són, funcionalment, asexuals. És només durant el pas de les aigües dolces a les salades quan desenvolupen ovaris o testicles. Aquesta és la raó per la qual ni Freud ni cap altre científic anterior havia pogut identificar-ne el sexe.

Al mateix temps, el cos de l'anguila experimenta transformacions profundes: els ulls augmenten de mida per adaptar-se a la foscor de les grans profunditats, i el color groguenc del cos es torna platejat fosc, una adaptació que les ajuda a passar desapercebudes davant els depredadors. El viatge les porta fins als fons del mar dels Sargassos, on la combinació adequada de salinitat, pressió i temperatura fa possible la reproducció.

És un trajecte sense retorn. Una vegada que hi arriben, les femelles poden pondre fins a nou milions d'ous, que són fecundats pels mascles a l'aigua. Exhaustes després del viatge i de la posta, totes les anguilles moren. Al cap d'uns dies, dels ous ixen de nou els leptocèfals, plans i transparents.

Aleshores comença un altre viatge extraordinari. Durant tres o quatre anys, aquestes larves microscòpiques travessen l'Atlàntic i el Mediterrani guiades per una orientació sorprenent. Quan arriben a les costes europees, pateixen una nova metamorfosi i esdevenen anguilles de cristall. Més tard, transformades en angules, remunten rius i torrents, escalen obstacles, s'arrossegueuen per l'herba humida i excaven en l'arena fins a arribar a llacs i estanys allunyats del mar.

Allí comencen una nova etapa de la seua vida, que pot durar anys, fins que una nit d'hivern, sobtadament, el seu ventre es torna platejat i l'instint les empeny a repetir l'epopeia: tornar al lloc on van nàixer per reproduir-se i morir.

Encara avui sorprén que una larva de només dos centímetres, perduda en la immensitat de l'oceà, siga capaç de trobar amb tanta precisió rius, afluents i llacs on mai no havia estat. Tot apunta a un sofisticat codi genètic basat en corrents marins i camps magnètics. De fet, s'ha detectat material magnètic als ossos del crani, la columna vertebral i la faixa pectoral de les anguilles.

Malgrat la intensa activitat pesquera a l'Atlàntic, ningú no ha capturat mai una anguila adulta en mar obert. El sector comercial depén, per això, de la captura d'anguilles salvatges quan arriben als rius, que després són criades en piscifactories. Encara avui ningú no ha aconseguit tancar el cicle vital complet de l'anguila en captivitat, mai ningú ha pogut fer-la reproduir en aquesta condició, cosa que manté viu, en part, el misteri d'un dels animals més fascinants del planeta.

La seguretat dels trens

Construir i mantenir per a confiar

Belén Ferrer

Departament d'Enginyeria Civil · Universitat d'Alacant

El transport ferroviari és una de les formes més eficients i sostenibles de moure persones i mercaderies. Consumeix menys energia que altres mitjans terrestres, emet menys gasos contaminants i ofereix una gran capacitat de transport amb alts nivells de seguretat i regularitat. Quan un tren circula amb suavitat, sense sobresalts ni accidents i arriba puntualment al seu destí, hi ha darrere un treball silenciós però essencial: la correcta construcció i el manteniment de la infraestructura ferroviària, i en particular de la via.

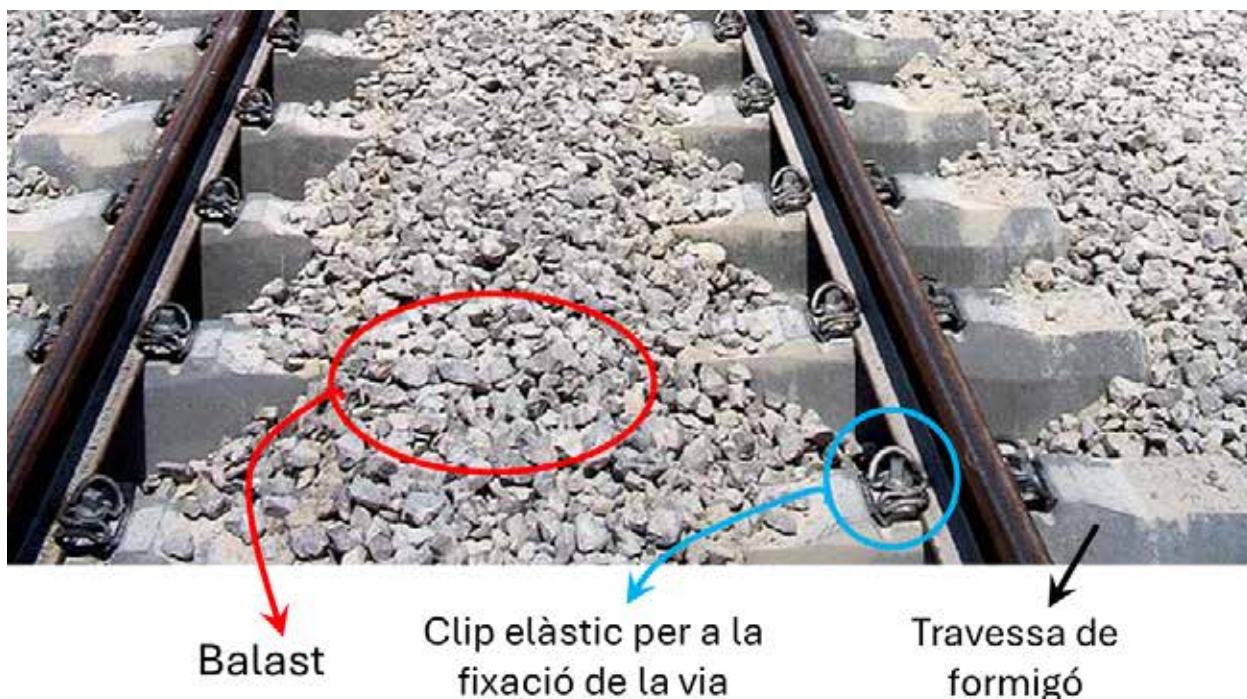
La construcció d'una línia ferroviària comença amb la infraestructura pròpiament dita, que pot dividir-se en dues grans parts. D'una banda està la subestructura, que és el conjunt de capes i elements que transmeten les càrregues al terreny natural. Inclou la plataforma, els terraplens o desmunts i, en molts casos, capes de subbalast o materials granulars seleccionats que milloren la capacitat portant i el drenatge. La subestructura és clau perquè proporciona una base estable i homogènia; qualsevol feblesa en aquesta fase es tradueix, amb el temps, en deformacions i majors costos de manteniment o fins i tot en accidents en el pitjor dels casos.

Sobre aquesta base es construeix la superestructura, que és la part de la via que interactua directament amb el tren. Està formada pels carrils,

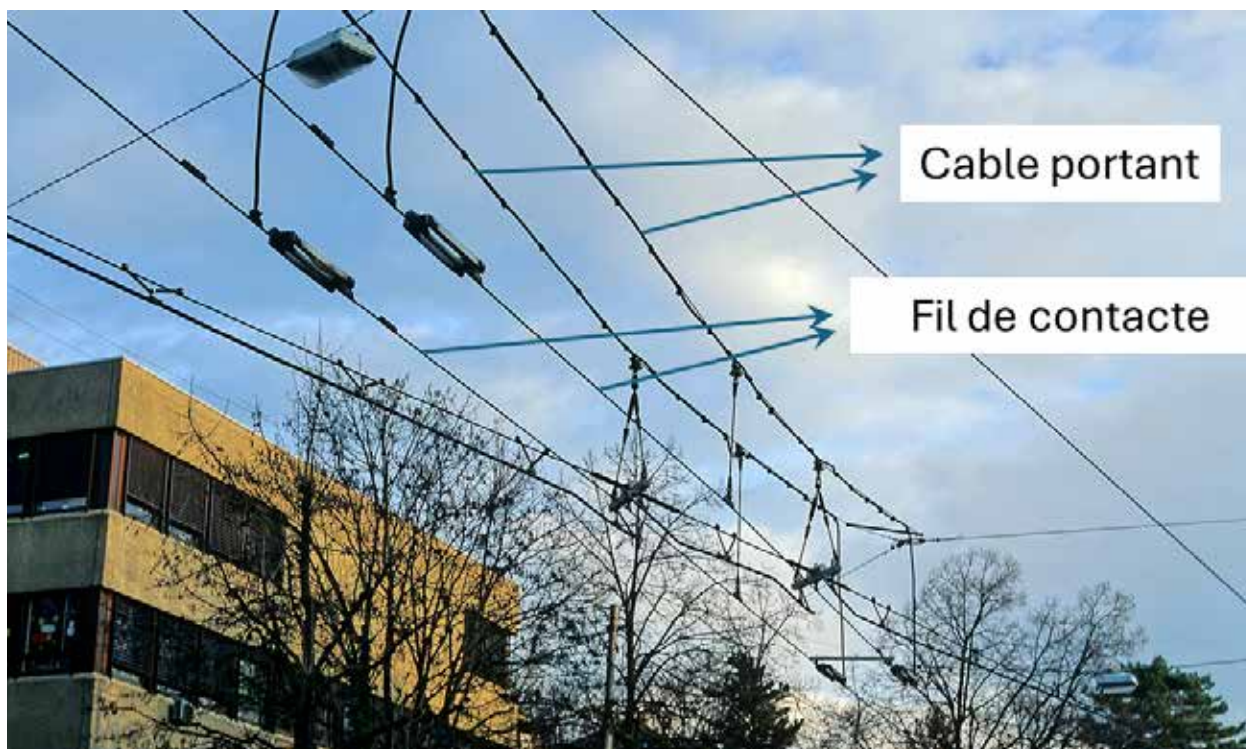
les travesses, els sistemes de fixació i el balast. El procés comença amb la col·locació del balast, una capa de pedra triturada que no sols reparteix les càrregues de les rodes, sinó que també permet evacuar l'aigua de pluja i realitzar ajustos fins de la geometria de la via. Sobre el balast es disposen les travesses, que poden ser de fusta, formigó o materials composts, i que es col·loquen amb una separació acuradament definida per a assegurar una correcta distribució d'esforços.

A continuació s'instal·len els carrils d'acer sobre les travesses. Aquests carrils han d'alinear-se horitzontalment i anivellar-se en vertical amb gran precisió, ja que d'això depèn l'estabilitat del tren i el confort dels passatgers. En corbes, a més, s'introdueix un peralt, és a dir, una lleugera inclinació de la via que ajuda a compensar les forces laterals. Les fixacions, que poden ser caragols, plaques o clips elàstics, asseguren el carril a la travessa permetent al mateix temps petits moviments controlats deguts a dilatacions tèrmiques i al pas dels trens.

Hui en dia és habitual que els carrils s'unescen mitjançant soldadures per a formar vies contínues, eliminant les juntes tradicionals. Aquestes soldadures redueixen el soroll, el desgast i els impactes dinàmics, millorant tant la durabilitat de la via com l'experiència de viatge.



(Fonr: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9b/BG_Ballast.jpg/640px-BG_Ballast.jpg)



(Font: https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:C4.36a_Fahrleitungskreuzung_Obus-Eisenbahn.jpg)

Un altre pas fonamental és la instal·lació de la catenària i dels sistemes d'electrificació que permeten alimentar als trens. Aquest treball comença amb la col·locació dels pals i pòrtics que sostenen els cables al llarg del traçat, cuidant la seva alineació i la seva altura per a adaptar-se a la geometria de la via i a la velocitat prevista de circulació. Sobre aquestes estructures s'instal·len els cables portants i el fil de contacte, que han de mantenir-se a una tensió i posició molt precises per a garantir un subministrament elèctric continu i segur al tren mitjançant el pantògraf. L'electrificació es completa amb subestacions, sistemes de seccionament i protecció, així com amb la connexió a terra dels elements metàl·lics, tot això pensat per a assegurar no sols l'eficiència energètica del sistema, sinó també la seguretat dels usuaris, del personal d'explotació i de manteniment que treballa diàriament en l'entorn ferroviari.

Una vegada la via està en servei, el manteniment es converteix en una activitat permanent i estratègica. El pas repetit dels trens provoca assentaments del balast i petites variacions en l'alineació i l'anivellament de la via, que han de corregir-se periòdicament. Una de les operacions més habituals és la recol·locació i compactació del balast, coneguda com balastatge, que permet retornar a la via la seva geometria original. També es realitzen comprovacions regulars d'alineació i anivellament mitjançant equips de mesura avançats, capaces de detectar desviacions mil·limètriques abans que es converteixin en un problema. El manteniment inclou a més la inspecció de l'estat dels carrils, el control del desgast de la superfície de rodadura i, quan és necessari, el rectificat per a eliminar irregularitats. Les fixacions i travesses es revisen i substitueixen si presenten danys, i es presta especial atenció als aparells de via, com els desviaments, que concentren majors esfor-

ços i requereixen ajustos fins. Tot aquest conjunt de tasques té un objectiu comú: garantir que la via conservi la capacitat estructural i geomètrica al llarg del temps, mantenint la seguretat i la fiabilitat del servei.

Els accidents ferroviaris, com l'ocorregut recentment a Adamuz, generen un fort impacte social i desperten una por comprensible entre els usuaris, perquè trenquen la imatge de normalitat i confiança associada al tren. No obstant això, convé recordar que el ferrocarril continua sent, estadísticament, un dels sistemes de transport més segurs que existeixen. Aquesta seguretat es mesura quant a la quantitat anual de morts per mitjà de transport i, mentre que es compten per desenes en el ferrocarril (en anys especialment tràgics com el que estem), són milers els que succeeixen any rere any en carreteres en un país com el nostre.

De qualsevol manera, aquesta seguretat del transport ferroviari no és fruit de l'atzar, sinó del disseny, la qualitat dels materials i, sobretot, d'unes tasques de manteniment que han de ser constants i rigoroses. La superestructura de la via treballa cada dia sota condicions exigents, suportant grans càrregues i milions de cicles de pas, i qualsevol fallada en els seus components —ja siga per envelliment dels materials, defectes constructius o un manteniment insuficient— pot tenir conseqüències greus per a usuaris i treballadors. Per això, lluny de qüestionar al ferrocarril com a mitjà de transport, aquest tipus de successos reforcen la necessitat d'invertir en materials adequats, inspeccions sistemàtiques i conservació preventiva. Mantenir la via en condicions òptimes no sols protegeix la infraestructura, sinó que preserva la confiança en un sistema que, ben cuidat, ofereix alts nivells de seguretat, fiabilitat i servei a la societat.

Què és un eclipsi?

Fernando J. Ballesteros

Observatori Astronòmic de la Universitat de València

Amb poques raons, un eclipsi ocorre quan un astre tapa a altre astre la visió d'un tercer, siga de manera parcial o completa. Per a fer-ho, els tres cossos han d'estar perfectament alineats, una circumstància anomenada *sizígia* que, en el cas del sistema Terra-Lluna-Sol, ocorre unes quatre vegades a l'any. Per descomptat, els eclipsis no es limiten a aquests tres astres. Així, també parlem d'eclipsi quan els satèl·lits de Júpiter són engolits per l'ombra que projecta Júpiter o quan passen per davant del planeta gegant i hi projecten la seua petita ombra. Però... parlem dels nostres.

Per motius obvis, els eclipsis del sistema Terra-Lluna-Sol els hem batejat utilitzant un punt de vista geocèntric. Així, vist des de la Terra, quan la Lluna passa per davant del Sol i el tapa parcialment o completament, l'anomenem eclipsi de Sol, i compleix plenament la definició que donàvem en el primer paràgraf. Però, curiosament, quan és la Terra la que se situa entre la Lluna i el Sol, i parlem d'eclipsi de Lluna, en realitat res no s'interposa físicament entre nosaltres i la Lluna. Res ens tapa la Lluna. Simplement, el nostre planeta projecta la seua ombra sobre el nostre satèl·lit i l'enfosqueix (totalment o parcialment) en

deixar de rebre llum del Sol. Però si el mateix fenomen estiguérem veient-lo des de la Lluna, es percebria com un eclipsi de Sol! I ja que hi som, un eclipsi de Sol, vist des de la Lluna, es veuria... com un eclipsi de Terra.

Atès que el Sol és molt més gran que la Terra i la Lluna, l'ombra que projecten aquests dos astres és un con d'obscuritat, com es pot veure en la figura 1. Aquesta ombra rep el terme astronòmic d'*umbra* (que significa precisament ombra en llatí). Des de dins de l'*umbra*, el Sol és completament invisible per a un observador que hi estiga: cap llum de la superfície solar arriba a eixa regió, i el nostre hipotètic observador veuria el Sol completament tapat per l'astre interposat. Quan eixim de l'*umbra*, entrem en la *penumbra* (que, no molt sorprenentment, en llatí vol dir *penombra*). Ací comencem a veure una part de la superfície solar (és en aquesta posició on ens trobarem si observem un eclipsi parcial de Sol). A mesura que ens allunyem del centre de la *penumbra*, cada vegada veurem més superfície solar, i la *penumbra* serà cada vegada menys fosca fins que, en eixir-ne, l'astre interposat ja no tancarà la superfície del Sol i rebrem tota la llum que emet la nostra estrella. No podrem apreciar-hi cap eclipsi.

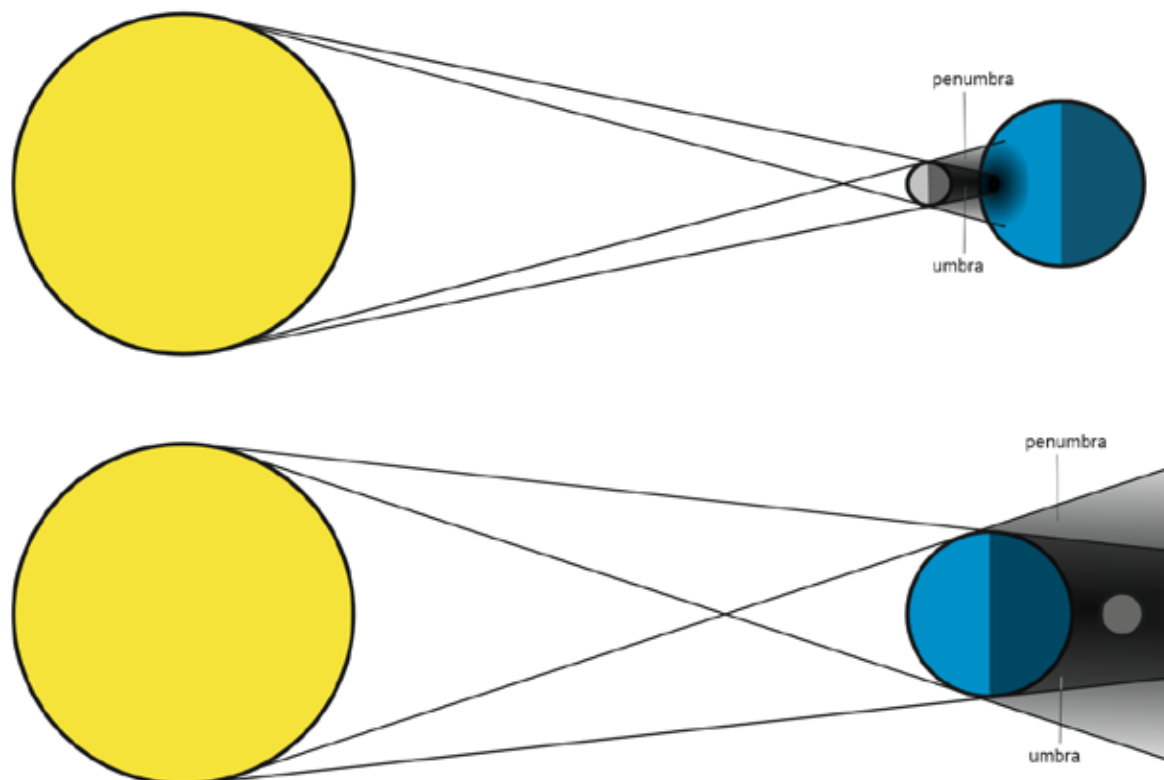


Figura 1: Disposició durant un eclipsi de Sol (dalt) i de Lluna (avall). (Font: F. J. Ballesteros)

Com que la Terra és molt més gran que la Lluna, l'ombra que el nostre satèl·lit projecta en el nostre planeta ocupa només una petita part de la superfície terrestre, per això els eclipsis de Sol només són visibles des de determinats llocs de la Terra. En canvi, durant un eclipsi total de Lluna, el satèl·lit queda totalment engolit per l'ombra del nostre planeta, situació que és fàcilment visible des de qualsevol lloc de l'hemisferi nocturn (la meitat del planeta on és de nit). Però, abans d'això, la Lluna ha de travessar la penombra, amb la qual cosa, segons avança l'eclipsi, s'enfosquirà més i més a mesura que el nostre planeta tape una quantitat creixent de superfície solar.

Un efecte interessant, produït per la nostra atmosfera, és el característic color rogenc de la Lluna durant l'eclipsi lunar, que fa que, fins i tot quan l'eclipsi es troba en el seu màxim, encara puguem veure-la. Sense atmosfera terrestre, l'enfosquiment seria complet i hauria de deixar de veure's. Però tal com hem comprovat en nombroses ocasions en contemplar una posta de Sol, quan la llum solar incideix horitzontalment, la major part dels colors de la llum són dispersats fora de l'atmosfera, però els tons rojos sobreviuen i continuen viatjant fins a arribar als nostres ulls perquè gaudim del bell espectacle del Sol ponent-se. Per descomptat, eixa llum rogenca no s'atura en els nostres ulls, sinó que continua el seu camí fins que escapa per l'hemisferi nocturn, i pot il·luminar la Lluna si aquesta es troba en eixa direcció, com és en el cas d'un eclipsi lunar. Com a conseqüència, des de la Lluna, durant l'eclipsi, la Terra es veu com un anell de llum roja que envolta la invisible cara nocturna del planeta, tal com s'aprecia en la recreació següent, una roda rogenca en el cel que il·lumina d'eixe color tota la superfície lunar (vegeu la figura 2).



Figura 2: Recreació de la visió de la Terra des de la Lluna durant un eclipsi lunar. (Font: Copilot)

Com es pot deduir si tornem a veure la figura 1, els eclipsis de Lluna només poden ocórrer en fase de Lluna plena, i els eclipsis de Sol, en fase de Lluna nova. Però, atès que d'una Lluna plena a la següent passen 29,53 dies, és a dir, pràcticament un mes, per què no tenim cada mes un eclipsi de Sol i un eclipsi de Lluna? Açò es deu al fet que l'òrbita de la Terra i l'òrbita de la Lluna no estan exactament en el mateix pla, sinó que estan inclinades 5° una respecte de l'altra. Habitualment, durant la Lluna nova, el nostre satèl·lit està suficientment separat del pla orbital terrestre, amb la qual cosa l'ombra lunar no pot incidir sobre la Terra, ni viceversa, la de la Terra sobre la Lluna durant la Lluna plena. Això ho podem apreciar millor en la figura 3, on veiem el sistema Terra-Lluna de perfil i on les grandàries dels planetes, de les seues ombres, els angles i les distàncies estan a escala.



Figura 3: Disposició amb grandàries i distàncies a escala del sistema Terra-Lluna vist de perfil, amb el pla orbital terrestre (en gris), el pla orbital de la Lluna (en blau) inclinat 5° , i la Lluna situada en posició de Lluna nova (esquerra) i Lluna plena (dreta) coincidint amb el moment de major separació respecte del pla orbital terrestre. (Font: F. J. Ballesteros)

Eixa és la circumstància més habitual. Per tant, quan tindrem eclipsis? Bé, hi ha dos punts on l'òrbita lunar talla el pla orbital terrestre. Aquests punts es coneixen com a nodes, i l'interval de temps que tarda la Lluna a anar d'un node a l'altre és de 13,6 dies. Només quan la Lluna està molt a prop d'un d'aquests nodes, i coincideix que a més està en fase de lluna plena o nova, hi haurà un eclipsi (lunar o solar, respectivament), com es pot apreciar en la figura 4. Atès que l'interval entre dues llunes plenes (o noves), com diem 29,53 dies, no és un múltiple sencer de 13,6, és fàcil deduir que no pot haver-hi eclipsis cada lluna plena o nova. De fet, al voltant de dues vegades a l'any tindrem aquesta coincidència, i hi haurà un eclipsi de Sol; i amb una separació de dos setmanes (a vegades dos setmanes abans, altres dos setmanes després) tindrem un eclipsi lunar, atès que els eclipsis lunars i solars es donen sempre en parelles. Arribem així a la xifra d'uns quatre eclipsis a l'any de què parlàvem a l'inici d'aquest article.

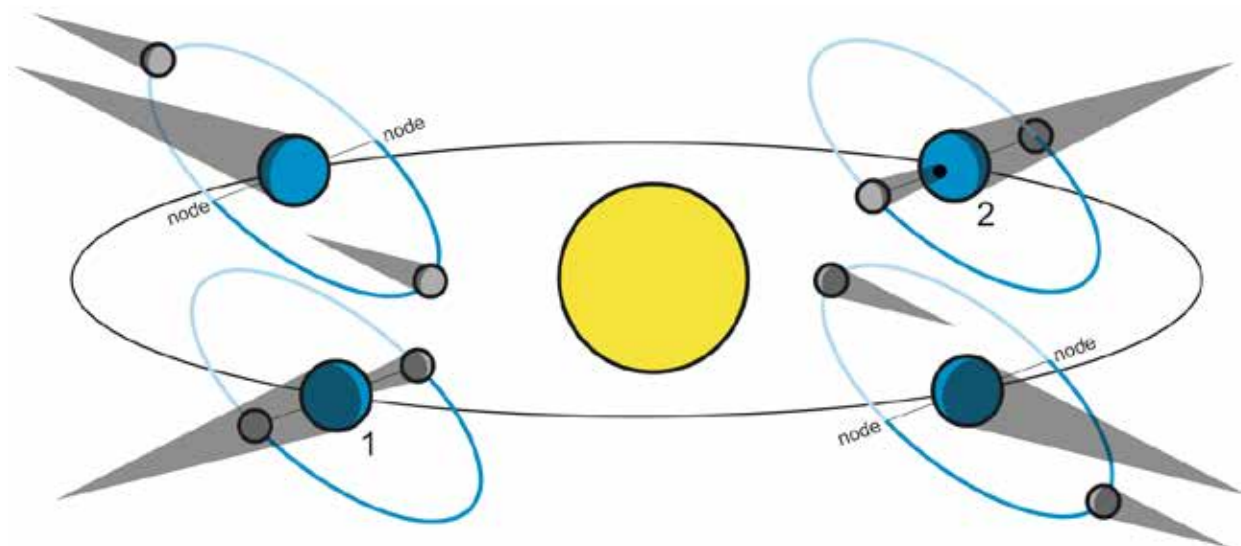


Figura 4: L'òrbita lunar (en color blau), inclinada 5 graus respecte de l'òrbita terrestre (en color negre). Durant la major part del temps, la Lluna orbita per damunt (blau clar) o per davall (blau fosc) del pla definit per l'òrbita de la Terra. Només quan arriba als nodes, la Lluna està breument en el mateix pla que l'òrbita del nostre planeta. Si quan açò ocorre coincideix que està en fase de lluna nova o plena, hi haurà una parella d'eclipsis solar i lunar. Aquesta situació es dona en el punt marcat amb un 1, però també en el punt 2, ja que de mitjana al llarg d'un any aquesta situació ocorre dues vegades. Durant la resta de l'any, l'ombra de cada un d'aquests astres no es pot projectar sobre l'altre. (Font: F. J. Ballesteros)

Finalment, com que l'òrbita de la Lluna no és completament circular, hi ha vegades que el nostre satèl·lit està un poc més lluny, i en aquestes circumstàncies, encara que l'alineació Sol-Lluna-Terra siga perfecta, l'ombra de la Lluna no arriba a assolir la superfície de la Terra, com es veu en el diagrama de la figura 5.

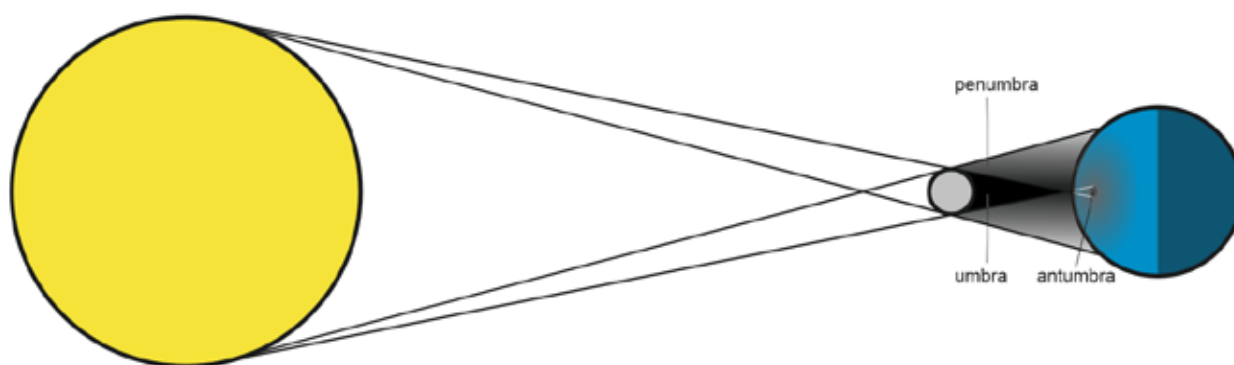


Figura 5: Disposició durant un eclipsi anular de Sol, on el con d'ombra de la lluna no arriba a tocar la superfície terrestre. (Font: F. J. Ballesteros)

En aquesta configuració, des de la part central de l'eclipsi (la zona anomenada antumbra) un observador, tot i estar perfectament alineat amb el fenomen, no veurà fosc total, ja que la superfície solar no estarà completament ocultada per la Lluna sinó que es la veurà sobreixint al voltant de la Lluna i formant l'aparença d'un anell. Aquest tipus d'eclipsi, no tan espectacular com un eclipsi total però sí molt bell, rep el nom d'eclipsi anular per motius obvis. Els tres pròxims eclipsis que podrem veure a la península Ibèrica seran totals (els anys 2026 i 2027) i anular, el 2028.

L'eclipsi **total de Sol** del 12 d'agost de 2026

Enric Marco

Departament d'Astronomia i Astrofísica, Universitat de València

L'eclipsi de Sol total és el fenomen astronòmic més espectacular de la natura. És un moment que no deixa ningú indiferent, quan la Lluna tapa completament el Sol i es fa visible la corona solar, mentre una estranya nit arriba de sobte. Romandre sota l'ombra de la Lluna deixa en les persones que ho viuen en directe una petjada inesborrable que es recordarà tota la vida. Per aquesta raó és tan important no perdre's la terna d'eclipsis solars que s'observarà a la península Ibèrica a partir d'enguany fins al 2028, sobretot després de més de 110 anys des del darrer eclipsi solar total.

La vesprada del 12 d'agost de 2026 la banda de totalitat de l'eclipsi solar total cobrirà gran part del nord peninsular, des de Galícia fins a les illes Balears.

Quasi un any després, el 2 d'agost de 2027, l'ombra de la Lluna recorrerà la zona de l'estret de Gibraltar, incloent-hi el sud d'Andalusia i el nord d'Àfrica.

I, finalment, quasi sis mesos després, el 26 de gener de 2028, la Lluna tornarà a tapar el Sol, encara que aquesta vegada no ho farà completament, ja que deixarà visible un anell de llum solar. Un eclipsi solar anular serà observable en una franja que recorrerà la península Ibèrica des d'Andalusia fins a Catalunya.

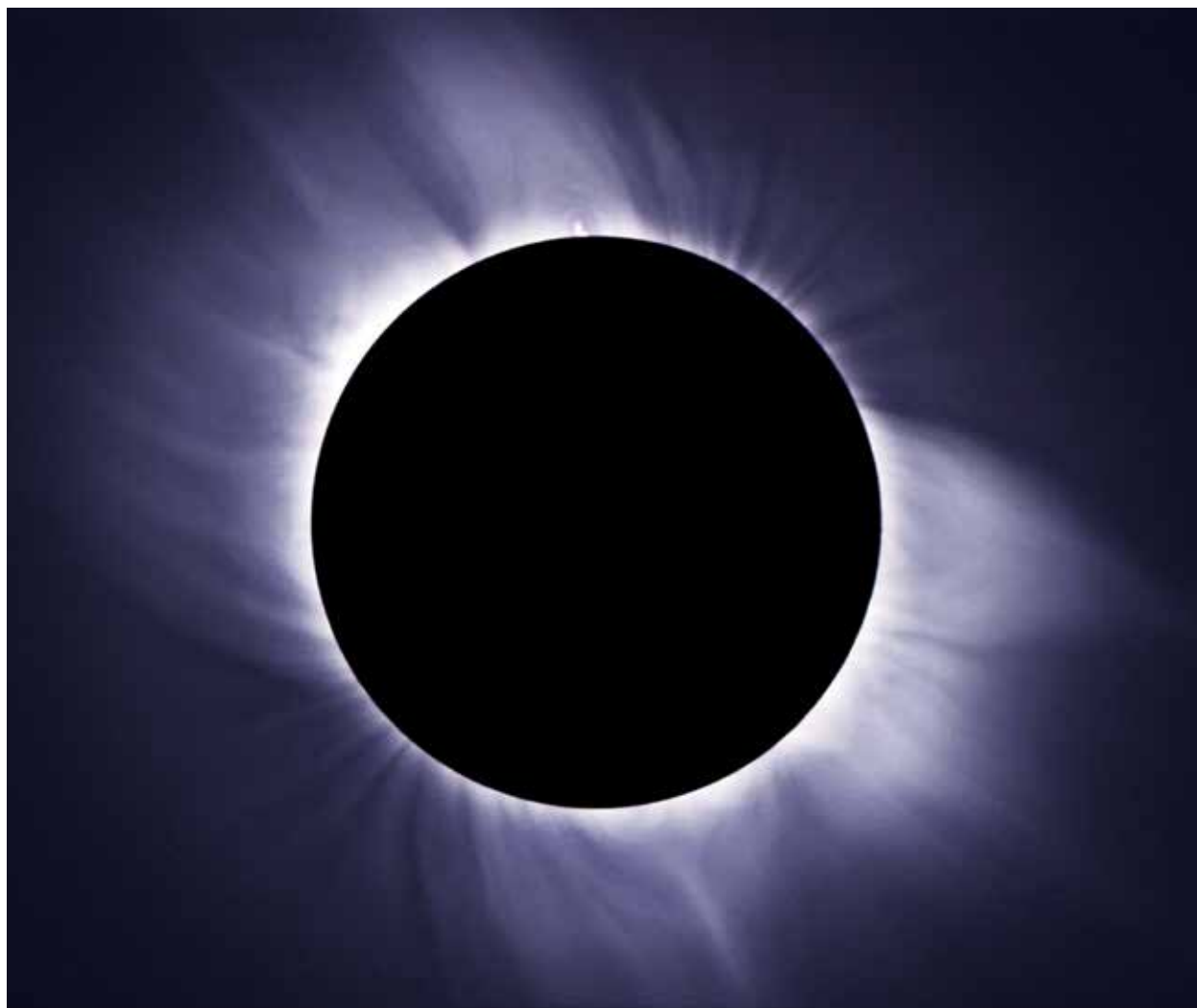


Figura 1. La corona solar durant l'eclipsi total solar del 29 de març de 2006 a Side, Turquia. (Font: Joan Manel Bullón)

Els tres eclipsis solars podran ser observats com a parcials a tot el País Valencià. Tanmateix, només el primer i el tercer eclipsi seran visibles com a totals o anulars des d'algunes zones del País Valencià. Des de la comarca de la Marina, l'eclipsi del 2028 podrà ser observat com a anular.

En aquest article ens centrarem en l'eclipsi total de Sol del 12 d'agost d'enguany. Hi parlarem de les característiques del fenomen, el recorregut de l'ombra de la Lluna sobre el territori o banda de totalitat i des de quins llocs s'observarà millor, tot atenent la meteorologia i l'orografia.

En ple estiu de 2026, la vesprada del dimecres 12 d'agost, en alinear-se el Sol, la Lluna i la Terra, el nostre satèl·lit tancarà la nostra estrella. De primeres, l'ombra lunar impactarà la superfície terrestre en un indret al nord de Sibèria. Com que la Lluna es mou i la Terra gira, l'ombra es desplaçarà i formarà una banda de totalitat sobre el planeta. Aquesta passarà prop del pol Nord, fregarà la costa oriental de Groenlàndia i la costa occidental d'Islàndia i, a continuació, deixarà terra ferma per a solcar l'oceà Atlàntic fins a arribar a les costes de Galícia. Serà aleshores que l'ombra lunar enfosquirà les terres gallegues i d'Astúries, de Castella i Lleó i d'Aragó fins a arribar a la costa mediterrània, entre les poblacions de Vilanova i la Geltrú a Catalunya, pel nord, i Cullera, pel sud. Finalment, la banda de totalitat travessarà la mar i cobrirà les illes Balears per a acabar i abandonar la superfície terrestre un poc més enllà.

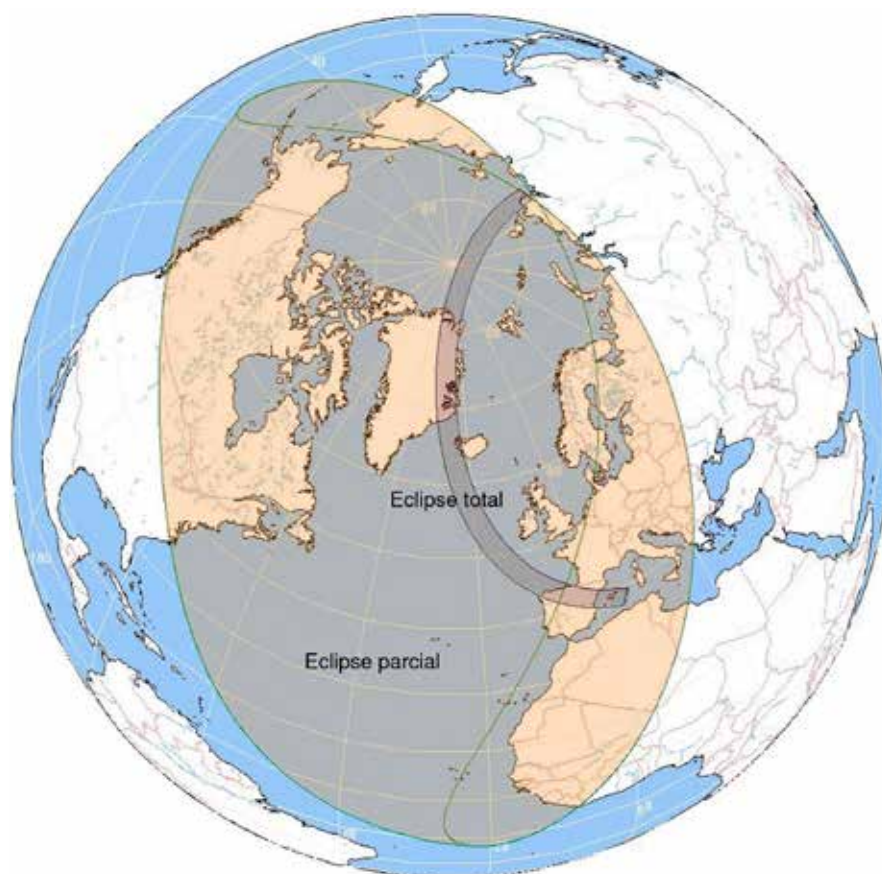


Figura 2. Regió de la Terra on l'eclipsi del 12 d'agost de 2026 serà visible. La regió acolorida més clara és la zona on l'eclipsi es veurà de manera parcial, mentre que la banda més fosca és la banda de totalitat. (Font: Observatori Astronòmic Nacional)

La banda de totalitat tindrà una amplària mitjana d'uns 280 km i uns milers de quilòmetres de llargària. Per a un indret dins la banda de totalitat, l'eclipsi solar començarà com a eclipsi parcial quan el disc de la Lluna toque el disc solar per la dreta o primer contacte (C1). La Lluna cobrirà a poc a poc el disc solar fins que la part esquerra lunar toque la part esquerra del Sol, o segon contacte, C2. La fase d'eclipsi parcial durarà aproximadament una hora. Uns segons abans de la totalitat s'observaran els darrers raigs de llum solar entre les muntanyes del limbe lunar, que formarà l'anell de diamants i les perles de Bailey. Començarà aleshores la fase de totalitat. El Sol desapareix, ocult darrere el nostre satèl·lit, la corona solar s'estén al seu voltant, es fa de nit de sobte i apareixen les estrelles i els planetes més brillants. La durada de la totalitat de l'eclipsi solar variarà depenent de la posició de l'observador en la banda de totalitat. Situant-nos en la línia central de la banda, prop d'Islàndia s'observarà l'eclipsi solar més llarg amb 2 minuts i 18 segons de durada, mentre que a la costa mediterrània tindrem la durada de l'eclipsi mínima de només 1 minut i 33 segons. Si ens allunyem de la línia central cap al nord o cap al sud, la durada de la foscor anirà minvant fins arribar a 0 minuts, just en els límits de la banda.

Quan la part dreta del disc lunar tocarà el costat dret del disc solar (C3), la totalitat acabarà, tornaran a veure's les perles de Bailey i l'anell de diamants i apareixerà per la dreta un fil de llum solar. Tornarà l'eclipsi parcial que acabarà quan el disc lunar abandone finalment el Sol (C4).



Figura 3. Progressió, d'esquerra a dreta, de l'eclipsi total de Sol del 8 d'abril de 2024 observat des de Dallas, Texas. Font: NASA/Keegan Barber (CC BY-NC-ND 2.0)

Encara que gran part de l'hemisferi nord podrà observar l'eclipsi solar com a parcial, en el qual part del Sol serà visible, només la població que es trobe dins la banda de totalitat podrà gaudir de la màgia d'observar la nit en ple dia. Xàbia, per exemple, quedarà lluny de la zona de totalitat i només percebrà un eclipsi parcial. Amb una magnitud o fracció del diàmetre del Sol cobert per la Lluna d'un 0,99735, quedarà il·luminada per un filet prim de Sol.

En general, l'observació d'un eclipsi total de Sol no presenta grans dificultats. Tanmateix, l'eclipsi solar del 12 d'agost de 2026 té una gran complexitat afegida perquè ocorrerà pocs minuts abans de la posta de Sol, de manera que el fenomen s'observarà molt prop de l'horitzó en direcció nord-oest. Aquest fet limitarà de manera important els possibles punts d'observació, ja que caldrà elegir un indret lliure d'obstacles com ara muntanyes, arbres o edificis. Així que, per veure l'eclipsi solar, caldrà buscar un lloc des d'on siga possible veure la posta de Sol.

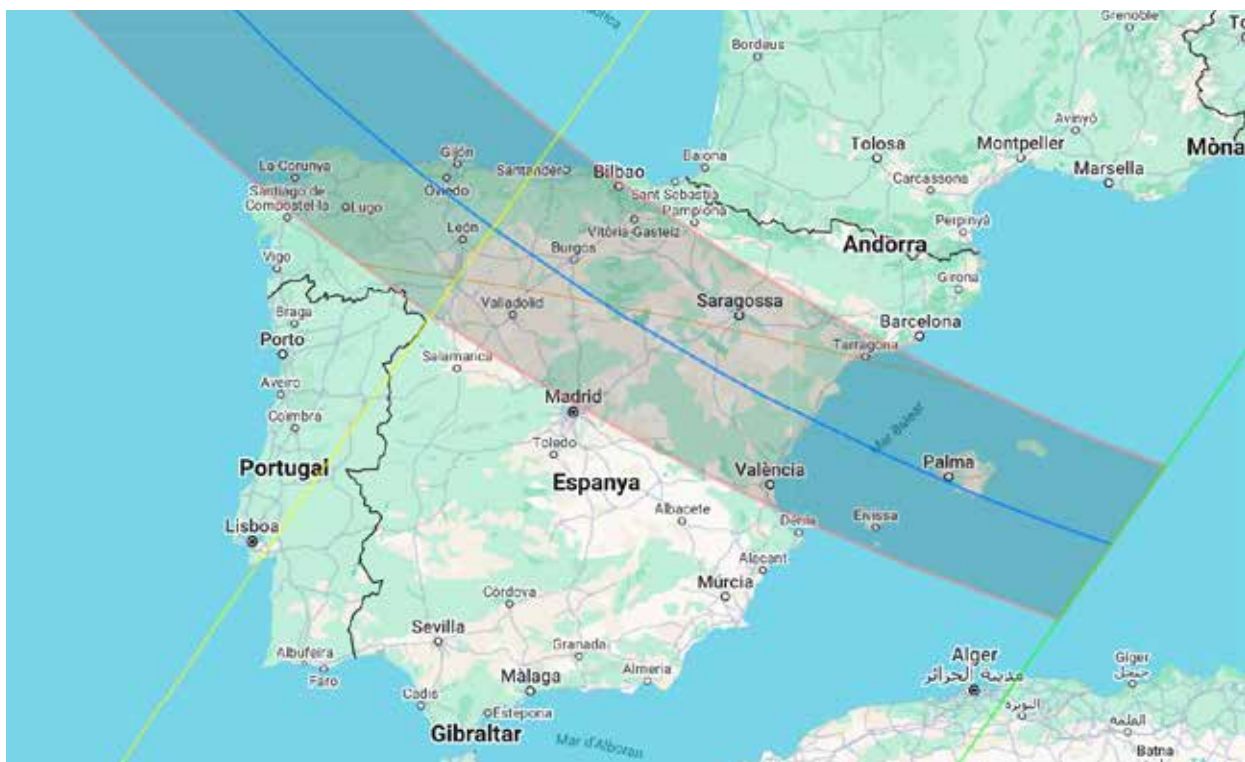


Figura 4. Banda de totalitat de l'eclipsi total de Sol del 12 d'agost de 2026 sobre la península Ibèrica. (Mapa en línia de Xavier Jubier)

Al llarg de la banda de totalitat, l'altura del Sol anirà minvant. Així, des de la Corunya, el Sol eclipsat estarà a 12°, Lleó (10°), Sòria (7°), Lleida (5°), València (5°), Peníscola (4°), Palma (3°) i a Maó només estarà a 2°. En la costa mediterrània i les illes Balears, la Lluna tancarà el disc solar només una mitja hora abans de la posta del Sol.

Ateses les circumstàncies de l'eclipsi, els possibles núvols baixos poden frustrar l'observació del fenomen, però si la visió és possible, els fotògrafs tindran l'oportunitat d'aconseguir unes fotografies espectaculars en poder incorporar el paisatge en el moment de l'eclipsi.

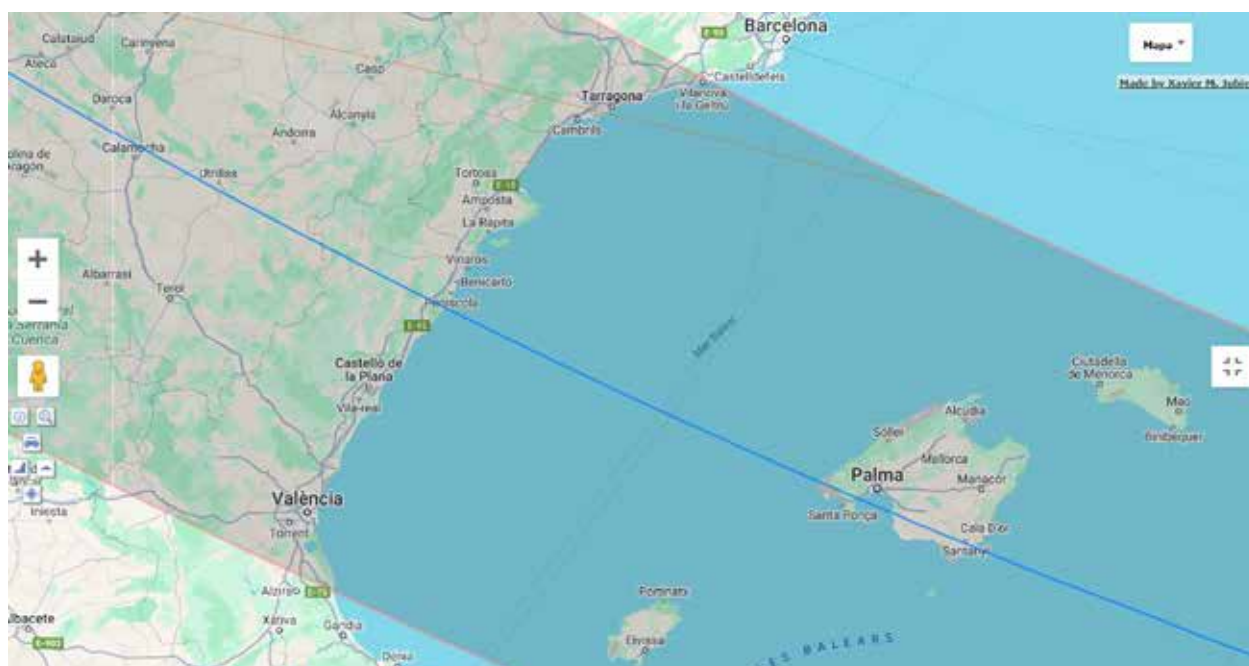


Figura 5. Banda de totalitat de l'eclipsi total de Sol del 12 d'agost de 2026 sobre l'àrea mediterrània. (Mapa en línia de Xavier Jubier)

A causa de la dificultat de la visualització de l'eclipsi, l'Observatori Astronòmic Nacional ha elaborat un visualitzador (www.visualizadores.ign.es/eclipses/2026) que permet l'elecció del punt d'observació sobre un mapa des d'on siga possible veure l'eclipsi solar tenint en compte l'orografia. A més a més, elegint el dia (12 d'agost) i l'hora (20:33 h) de l'eclipsi, la web Shademap (shademap.app) permet descartar les zones ombroses causades per l'orografia i edificis per encertar el lloc d'observació correcte. De tota manera, és recomanable visitar les zones elegides uns dies abans de l'eclipsi per si és possible veure la posta de sol.

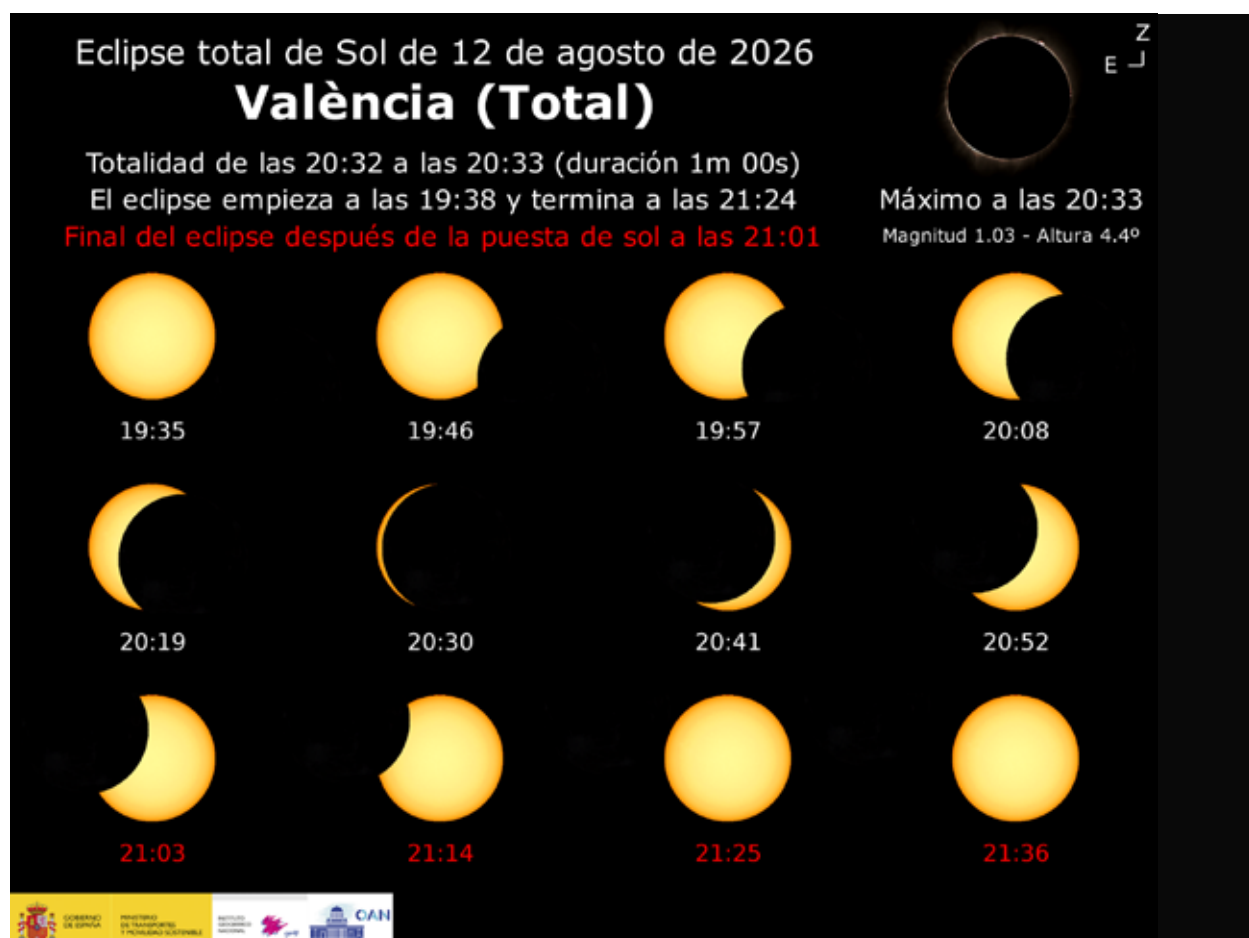


Figura 6. Hores i visibilitat de l'eclipsi total de Sol del 12 d'agost de 2026 a València. (Font: Observatori Astronòmic Nacional)

Només la població que es trobe dins la banda de totalitat podrà gaudir de la màgia d'observar la nit en ple dia. Xàbia, per exemple, quedarà lluny de la zona de totalitat i només percebrà un eclipsi parcial.

A més a més, les aplicacions per a mòbils Totality per a iOS i Android o Eclipsi 2.0 per a Android són també eines útils per a la planificació de l'eclipsi.

Una vegada ja hem exposat totes les característiques de l'eclipsi, cal fer esment d'un important aspecte que cal tindre en compte, com és la possibilitat que en el moment culminant estiga ennuvolat. La pregunta clau és: hi haurà núvols el dia assenyalat?

No hi ha previsions a llarg termini sobre la nuvolositat en un territori. Només ens podem basar en l'estadística dels anys precedents. La península Ibèrica és una regió europea que destaca per la seua important orografia. Les serralades cantàbrica i ibèrica tenen un fort impacte en l'oratge i, per tant, algunes àrees peninsulars poden acumular núvols en els vessants nord. En la figura 7 es pot veure la probabilitat de núvols durant el mes d'agost a partir de la mitjana de la cobertura nuvolosa des de l'any 2000 al 2020.

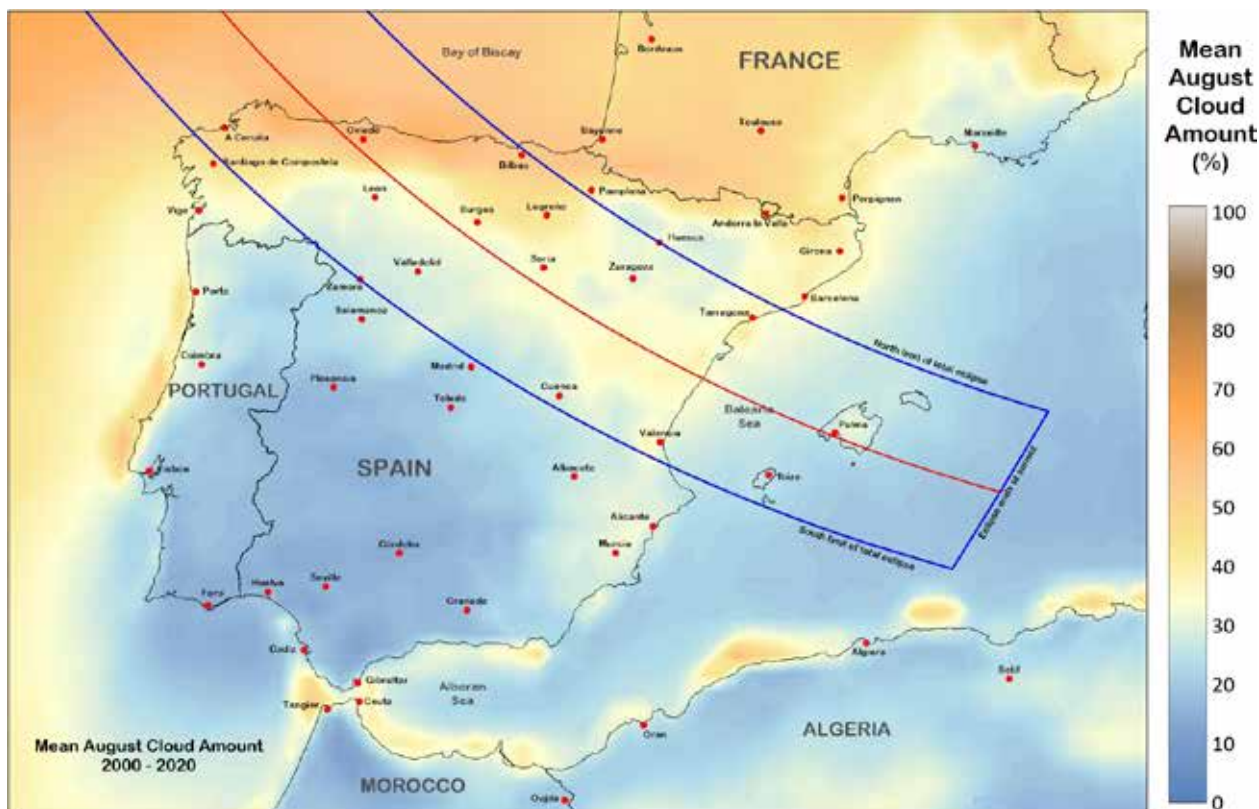


Figura 7. Cobertura mitjana de núvols durant el mes d'agost sobre la península Ibèrica mesurada entre el 2000 i el 2020. Font: Jay Anderson (Dades: CM SAF/EUMETSAT)

Podem veure com la probabilitat d'estar ennuvolat és del 60 % o superior en la costa cantàbrica i gallega, mentre que en la major part d'Aragó, Catalunya, el País Valencià i les illes Balears la probabilitat baixa a un 35 %. Sembla que la millor àrea per a observar l'eclipsi serà Castella i Lleó, amb una probabilitat inferior al 30 % de ser coberta pels núvols. Per aquesta raó, moltes de les estacions d'observació astronòmiques professionals i d'aficionats es desplaçaran allí. Però l'oratge és canviant i pervers i pot dur-nos una tempesta estival just en el millor indret, així que el seguiment de la previsió del temps uns dies abans de l'eclipsi és fonamental.

És evident que, per qüestions de facilitat d'accés i climatologia, el millor indret per a observar l'eclipsi amb bones condicions serà la península Ibèrica. Per això es preveu que milions de caçadors d'eclipsis, a més de turistes ocasionals, s'hi desplacen per veure el fenomen. Això provocarà, sens dubte, greus problemes de mobilitat i d'allotjament que les autoritats estatals i autonòmiques haurien de controlar. Si teniu intenció de situar-vos sota l'ombra de la Lluna, planifiqueu el desplaçament i l'estatge, si escau, amb la màxima antelació possible.

Per a fomentar, coordinar i controlar els nombrosos aspectes relacionats amb la terna d'eclipsis, com ara la divulgació científica, l'educació, el turisme científic i la protecció civil, l'any 2023 es crea a escala estatal la Comissió Científica i d'Assessorament del Trio d'Eclipsis. La Generalitat Valenciana ha creat una comissió d'experts per a la coordinació i gestió de l'eclipsi solar total de 2026 pels mateixos aspectes en l'àmbit valencià.

L'eclipsi de 1919 i la relativitat general

Manel Perucho

Universitat de València

El 1905 Albert Einstein publicava la teoria de la relativitat especial. Aquesta teoria donava una solució al problema que es derivava de la teoria electromagnètica de Maxwell i dels resultats experimentals de Michelson i Morley en la dècada del segle XIX. El problema? Que la velocitat de la llum és independent de l'observador, és a dir, que tots mesuren el mateix valor. Segons la física del moment, la velocitat mesurada de qualsevol objecte (o ona) havia de dependre de la velocitat de l'observador. L'impacte va ser greu i els debats sobre la interpretació van durar anys. La teoria de la relativitat es va imposar i la nostra percepció de l'univers va canviar per sempre: l'espai i el temps esdevenien flexibles – es podien dilatar o contraure –, es fusionaven en el concepte geomètric de l'espai-temps i, a més, la matèria i l'energia es convertien en una mateixa cosa.

Tanmateix, la teoria no incloïa la dinàmica de les partícules sotmeses a un camp gravitatori. Va ser l'any 1915 quan Einstein va publicar la teoria de la relativitat general, amb una interpretació geomètrica de la gravetat. La interpretació geomè-

trica consistia bàsicament en el següent: l'espai-temps és, en general, pla, però la massa/energia l'encorba. La teoria explicava un dels problemes sense resoldre en l'època: la precessió del periheli de Mercuri. Efectivament, la posició del punt de mínima distància entre Mercuri i el Sol canviava amb el temps, fet inexplicable amb la gravetat de Newton. A més, hi havia les prediccions que s'haurien de comprovar per tal de validar-la o refutar-la.

Aquest article se centrarà precisament en una de les prediccions de la teoria d'Albert Einstein: l'efecte de la gravetat (o la curvatura) sobre la llum. Que la gravetat podia actuar sobre la llum ja s'havia dit: Isaac Newton havia especulat amb aquesta possibilitat i Johann Georg von Soldner en va fer el càlcul el 1801 per a un raig de llum passant prop del Sol. Tanmateix, aquesta aproximació tenia un problema: la llum, fins i tot entesa des de la perspectiva corpuscular (com a fotons), no té massa. Com podia, aleshores, sentir la gravetat? La interpretació geomètrica resolva aquest problema, atès que en aquest cas la llum sentiria la curvatura produïda per un cos massiu.



Arthur S. Eddington. (Font Wiquipèdia)



Frank Watson Dyson. (Font: Wiquipèdia)

La llum, fins i tot entesa des de la perspectiva corpuscular (com a fotons), no té massa. Com pot, aleshores, sentir la gravetat?

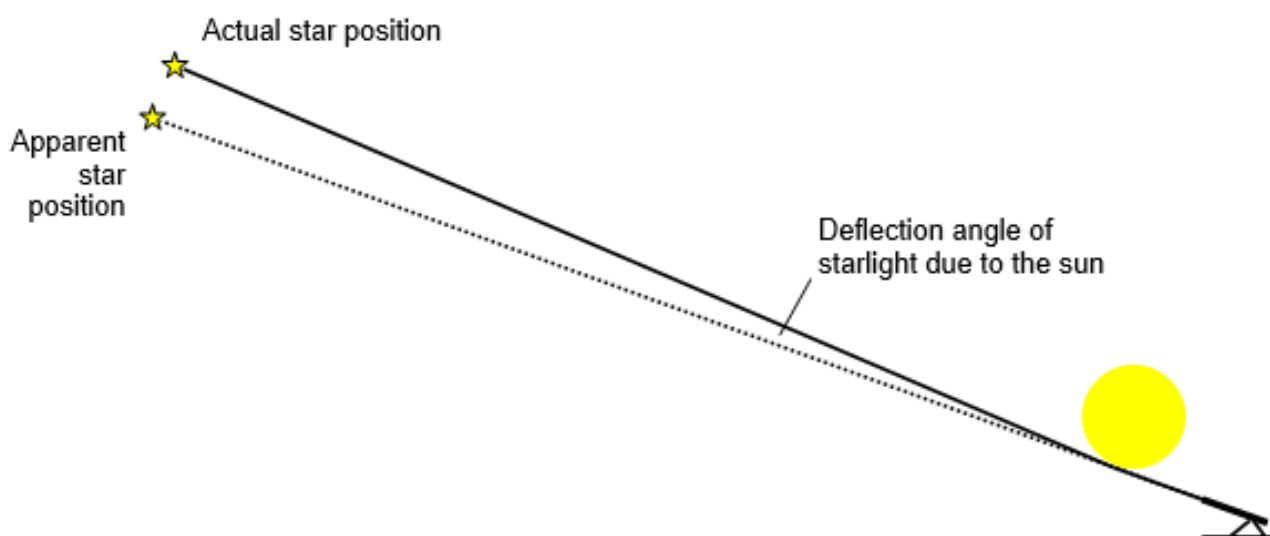
El fet que el càlcul incloga errors conceptuals no implica que no es pugui fer i, segons se'n podia deduir, la desviació havia de ser de 0,87 segons d'arc si el raig de llum passava per la superfície del Sol. Més tard, amb la relativitat general desenvolupada, Einstein en va refer el càlcul i va obtenir 1,74 segons d'arc, és a dir, el doble del que es podia predir amb la gravetat de Newton.

Que dues teories donen prediccions diferents per a un mateix fenomen és una gran notícia, atès que si se'n pot fer la mesura podem saber quina respon més correctament a aquest fenomen. Ara bé, com és senzill d'entendre, observar llum al voltant del Sol és impossible. Impossibile, tret que alguna cosa tape el Sol.

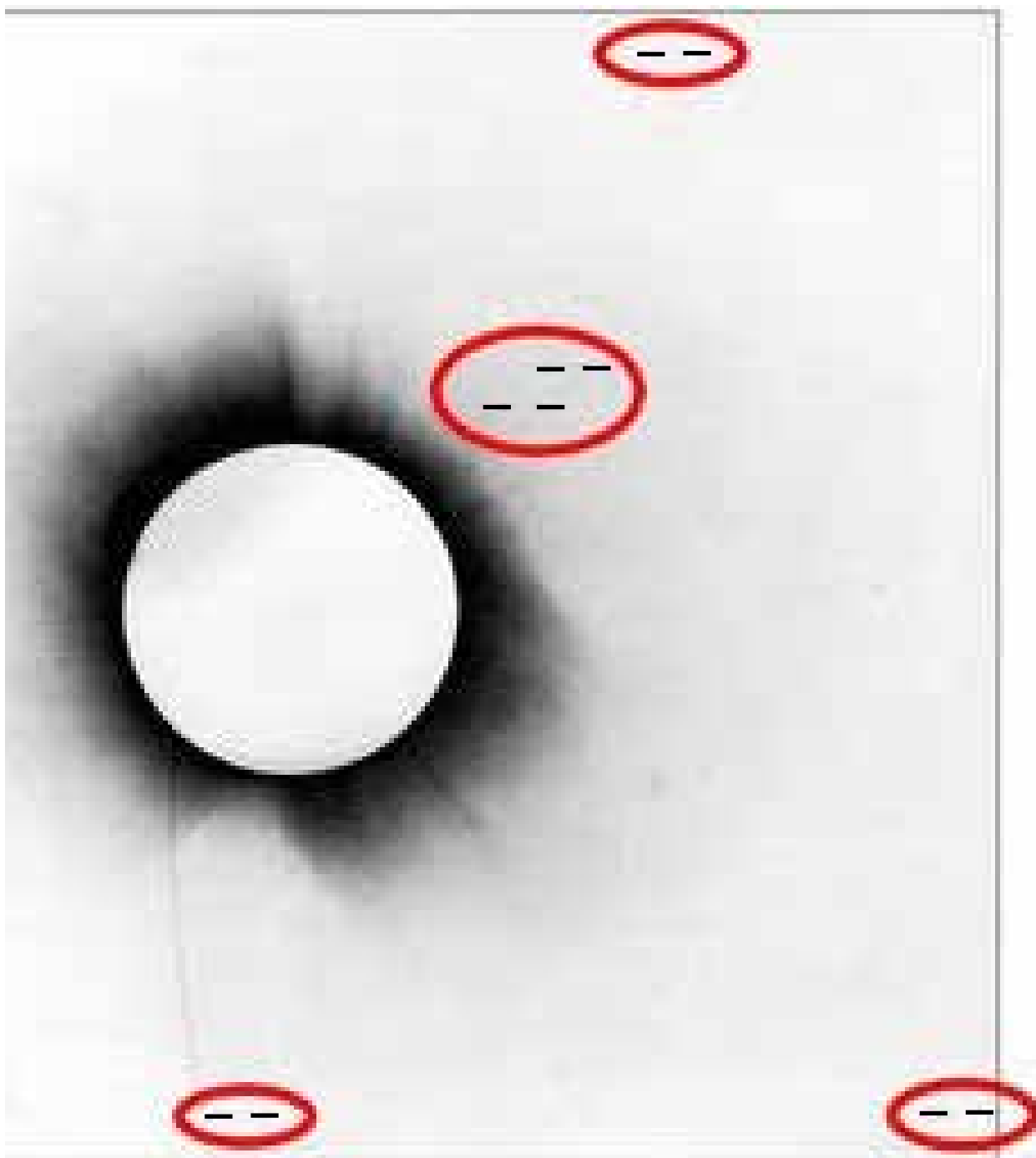
Enmig de tot això, la Primera Guerra Mundial impedia la comunicació entre els científics dels països en guerra. Per això, la notícia de la publicació de la teoria de la relativitat general va arribar als protagonistes d'aquesta història –britànics– a través d'un col·lega neerlandès, Willem De Sitter (els Països Baixos hi eren neutrals), en particular perquè va enviar l'article al seu amic Arthur S. Eddington, director dels observatoris de Cambridge. Eddington va fer d'altaveu del treball a la *Royal Astronomical Society* a principi de 1917. Poc temps després, Sir Frank W. Dyson, astrònom reial, el va informar que el 29 de maig de 1919 hi hauria un eclipsi total en una franja que creuava l'Atlàntic, des de Guinea Equatorial al Brasil.

Aquest eclipsi podia representar una gran ocasió per a fer l'experiment per dos motius principals: 1) l'eclipsi tindria una durada de sis minuts (molt més llarg, per exemple, que el que gaudiríem nosaltres aquest estiu), i 2) tot just darrere del Sol estaria el cúmul de les Híades. Efectivament, per tal d'estudiar la curvatura dels raigs de llum calia un focus ubicat darrere del Sol, de manera que els raigs passaren prop de la seua superfície per poder patir l'efecte que calia estudiar. Si els raigs es corben, la posició aparent del focus (l'estel corresponent) estaria desplaçada respecte de la real. Hi havia tres possibles resultats de l'experiment: que no hi haguera cap desplaçament aparent de la posició de l'estel, que n'hi haguera i que fora compatible amb la predicció newtoniana, o amb la relativista. La primera opció ens hauria dit que la llum no es veu afectada per la gravetat i hauria posat en seriosos problemes les dues teories. El projecte va rebre un finançament de mil lliures esterlines.

L'experiment implicava idealment dues imatges de la mateixa regió del cel, una durant l'eclipsi i altra quan les Híades foren visibles de nit per tenir les distàncies relatives amb la possible distorsió i sense aquesta. Les millors localitzacions que van trobar van ser l'illa de Príncipe, a la costa occidental africana, i Sobral, al nord del Brasil. Així, doncs, es van configurar dos equips. A Sobral hi van anar Charles Davidson i Andrew Crommelin, astrònoms de l'observatori reial de Greenwich. A Príncipe, l'esmentat Eddington, i Edwin T. Cottingham, un rellotger de Cambridge.



Experiment de l'eclipsi d'Eddington. (Font: Jeremy Britton)



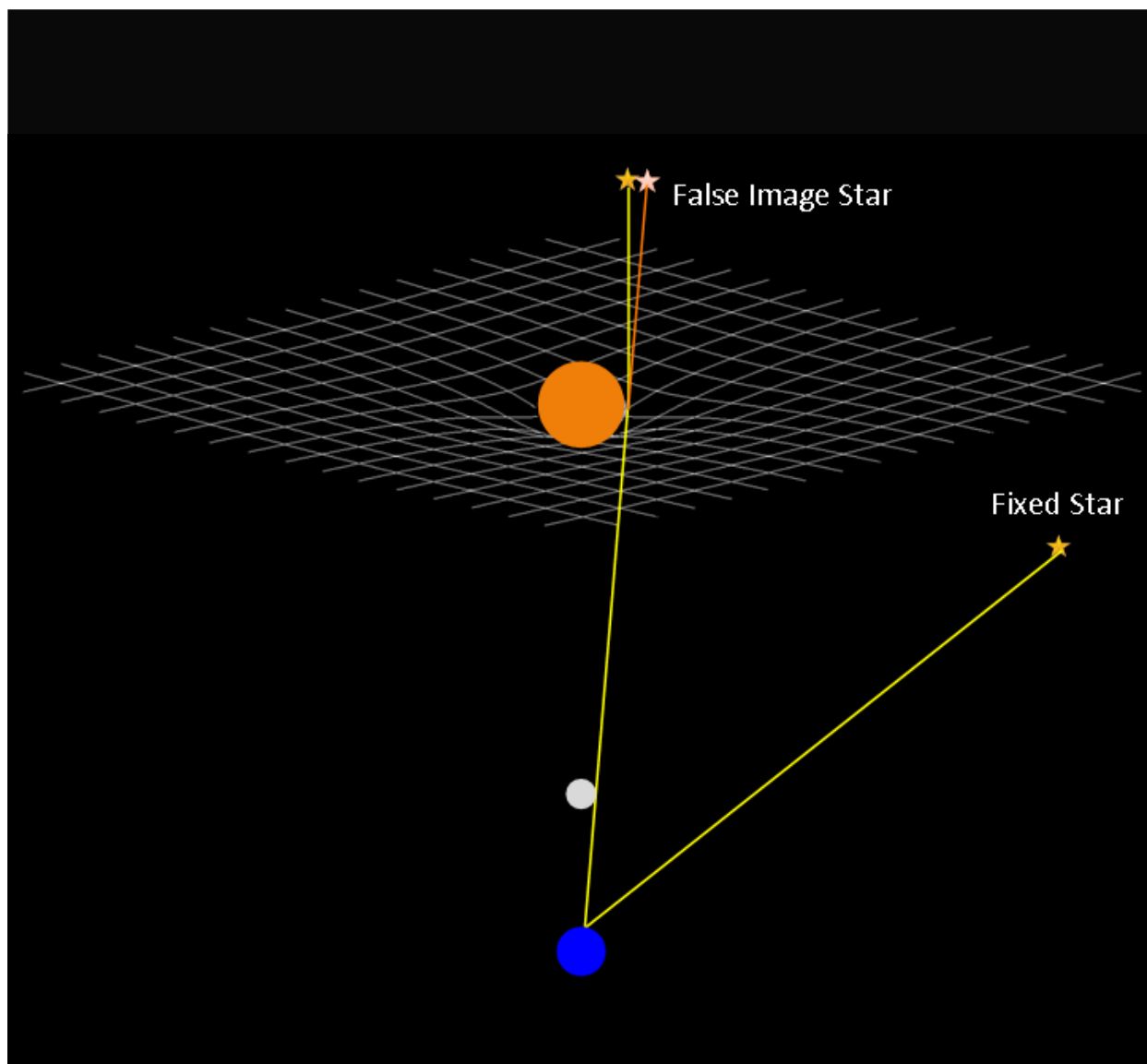
Eencerclats els estels observats. (Font: Dyson, Eddington and Davidson, Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical or Physical Character, Vol. 220 (1920))

Durant la fase de preparació va sorgir un petit problema amb la possible mobilització de l'astrònom de Cambridge per anar a les trinxeres de la guerra. Com a quàquer, s'hi havia de negar i acabar a la presó. La influència de Dyson va aconseguir una pròrroga d'un any per tal de preparar el viatge i fer l'observació. Per fortuna, la guerra va acabar abans del final de la pròrroga.

Les expedicions van salpar al febrer de 1919 amb el material que van poder arreplegar. D'una banda, molts dels qui podien fer telescopis estaven en el front i, de l'altra, l'observatori de Greenwich no havia recuperat els telescopis que van emprar en una expedició en un eclipsi a Rússia el 1914 i que els seus membres van haver de deixar abandonats per fugir esperitats en es-

clatar la guerra. Les lents, amb camps de visió amplis, tal com demanava l'observació, es van separar de les seues estructures habituals, més difícils de transportar, i es van ubicar en tubs que en facilitaren el transport. Per aquest motiu, s'hi van haver d'incorporar uns espills coneguts com a celòstats que es poden moure per corregir el moviment de rotació de la Terra i fixar el camp de visió en la imatge.

A Eddington i Cottingham els va eixir mal dia i només cap al final de l'eclipsi van poder prendre un parell d'imatges utilitzables. Per la seua banda, Davidson i Crommelin van tenir problemes amb els seus instruments, segurament per l'efecte de la calor en els tubs metàl·lics que van fer in situ per a la lent més gran (uns 25 cm de diàme-



Experiment d'Eddington: desviament dels raigs de llum per la curvatura de l'espai-temps generada pel Sol. (Font: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eddington_1919.png)

tre) i l'espill celòstat. Així, les imatges van resultar borroses. Sortosament, les que van prendre amb una lent més petita, d'uns 10 cm, tenien bona qualitat.

Pel que fa a les imatges de referència dels estels, s'havia de fer de nit, cosa que requeriria poc de temps a Sobral, on l'eclipsi havia ocorregut a primera hora del matí, però serien mesos a Príncipe. Això va impossibilitar a l'equip africà fer aquesta segona observació, fet que van compensar amb imatges preses a Oxford i corregides per la diferència en el punt d'observació.

Amb les dificultats que van implicar tots aquests problemes, les dades utilitzables van ser analitzades a Cambridge i Greenwich. Els resultats van ser d' $1,61 \pm 0,40$ segons d'arc per a l'observació de Príncipe, i $1,98 \pm 0,18$ per a la de Sobral. L'anàlisi estadística indicava clarament que l'opció més probable era que representaren la confirmació de la relativitat general, entre les tres esmentades abans (no curvatura, Newton o Einstein).

Certament, tots els problemes dels experiments

van introduir un cert grau d'error a les mesures, fet que alguns van aprofitar dècades després per a posar en dubte l'experiment, el resultat i, fins i tot, la manera de fer de la ciència. Fins i tot s'ha arribat a acusar Eddington i Dyson d'eliminar les imatges defectuoses sense un criteri objectiu, sinó amb la intenció d'afavorir la teoria d'Einstein. Tanmateix, diferents científics han revisat críticament el procediment, fent ús no solament d'eines de treball científic, sinó també de la documentació històrica que van deixar els protagonistes, i han confirmat que els resultats van ser tractats amb total honestat i que, efectivament, van arribar a la conclusió estadísticament correcta.

Finalment, les mesures posteriors han ratificat que la predicció de la relativitat era ajustada i que aquest experiment –impugnat per alguns– va ser essencialment correcte en els càlculs i del tot honest quant al tractament d'aquests. Però sobretot va resultar determinant en la història de la ciència i, en concret, a l'hora de confirmar experimentalment la validesa de la teoria d'Einstein que va revolucionar la física a principi del segle XX.

El rei en Jaume i l'eclipsi solar a Montpeller

Francisco Pavía Alemany

Enginyer Industrial

Marcelino Álvarez Villarroya

Agrupació Astronòmica de la Safor

Els eclipsis solars no solament són uns esdeveniments bells i fascinants, sinó que, a més, serveixen per a assenyalar i fixar fets històrics en dates que no sempre estan ben documentades o que estan en contradicció amb les cròniques oficials.

Per al coneixement històric, és d'una gran importància que el monarca Jaume I el Conqueridor deixara escrites les seues memòries en l'obra que va titular *Llibre dels fets del rei en Jaume*.

La Comunitat Valenciana té informació de molts detalls d'aquest període de la Reconquesta gràcies a aquesta voluntat del monarca de deixar per escrit perquè tots sàpien com van ocórrer els fets.

Llegint uns capítols del *Llibre dels fets del rei en Jaume*, van cridar especialment la nostra atenció uns passatges d'aquesta publicació.

El rei finalitza l'apartat 289: *E per tal que sàpia hom quan fo presa València, fo la vespra de sent Miquel, e l'any de MCCXXXIX.*

Més avant, en l'apartat 305, escriu:

E, en aquell temps que nós estavem a Montpestller venc-nos aquí lo comte de Tolosa, e el comte de Proença, e haguem grans corts d'hòmens honrars d'aquells terres que ens venien veer. E açò fo un any après la presó de València. E entram en Montpestller el dijous: e el divenres, entre mig jorn e hora nona, fo eclipsis major que anc hom vis de memòria d'aquells hòmens que ara són, car tot lo sol cobri la lluna, e podia hom veer bé set esteles en lo cel. E...

Per a intentar visualitzar i conèixer les característiques de l'esmentat eclipsi, recorrérem l'any 2006 a un programa informàtic especialitzat i vam poder verificar que aquest esdeveniment no havia ocorregut l'any 1240 com es desprén de la lectura dels apartats citats, sinó que aquest eclipsi en realitat va ocórrer el divendres 3 de juny de 1239.

D'això es dedueix que és incorrecte que un any abans, la vespra de Sant Miquel de l'any de 1239, es conquistara València. Aquest fet va tenir lloc el 1238.

En aquest passatge de Montpeller, el Conqueridor recorda el dia de la setmana, el divendres, la duració aproximada total del fenomen al vol-



Figura 1. Escultura del rei Jaume I.

tant de tres hores, i ens proporciona la data de l'eclipsi que soluciona l'error que havia comès en la data de la conquesta de València, ... *la vespra de sent Miquel, e l'any de MCCXXXIX*, atès que la data de l'eclipsi no es presta a equívocs i no és compatible amb les descripcions dels apartats reproduïts.

L'any 2025 hem refet l'estudi, ajustant les coordenades del lloc, i ens aporta petits canvis en els instants precisos en què van ocórrer cadascun dels quatre moments clau de l'eclipsi, però que no modifiquen en res les deduccions del nostre treball.

En els gràfics annexos es poden veure les zones i les característiques d'aquest eclipsi, que degué ser molt espectacular pel que es dedueix de les dades dels programes informàtics, com també de la descripció que va fer el mateix monarca i de les moltes referències històriques que el citen.

La figura núm. ens mostra l'eclipsi en la seua globalitat, la franja de totalitat de l'eclipsi i les zones on va ser parcial. S'hi observa tot el recorregut. S'inicia prop de Venècia, travessa l'Atlàntic, entra a Europa per Portugal, passa per Espanya, recorre el sud d'Europa i gran part d'Àsia, on finalitza.

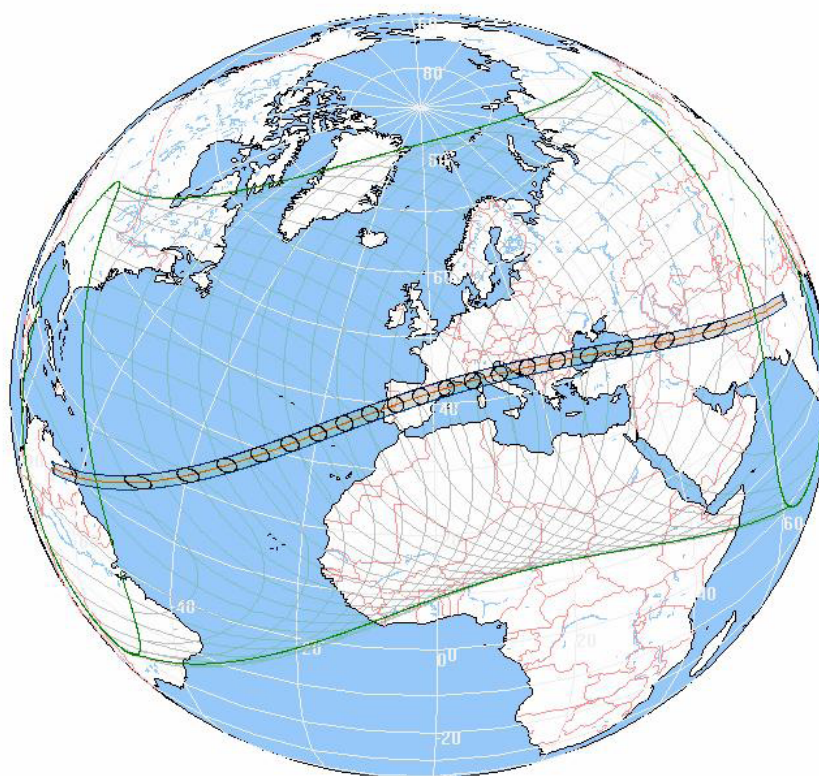


Fig. 2. L'eclipsi en la seua totalitat.

La figura núm. 3, al sud de Montpeller, en la centralitat de la línia de l'eclipsi, la duració total del fenomen va ser aproximadament de 2 hores i 39 minuts (des de les 10 h 43 min 37 s fins a les 13 h 22 min 44 s). El període de totalitat de l'eclipsi va ser 5 minuts i 56 segons (va començar a les 12 h 00 min 12 s i va acabar a les 12 h 06 min 09 s).

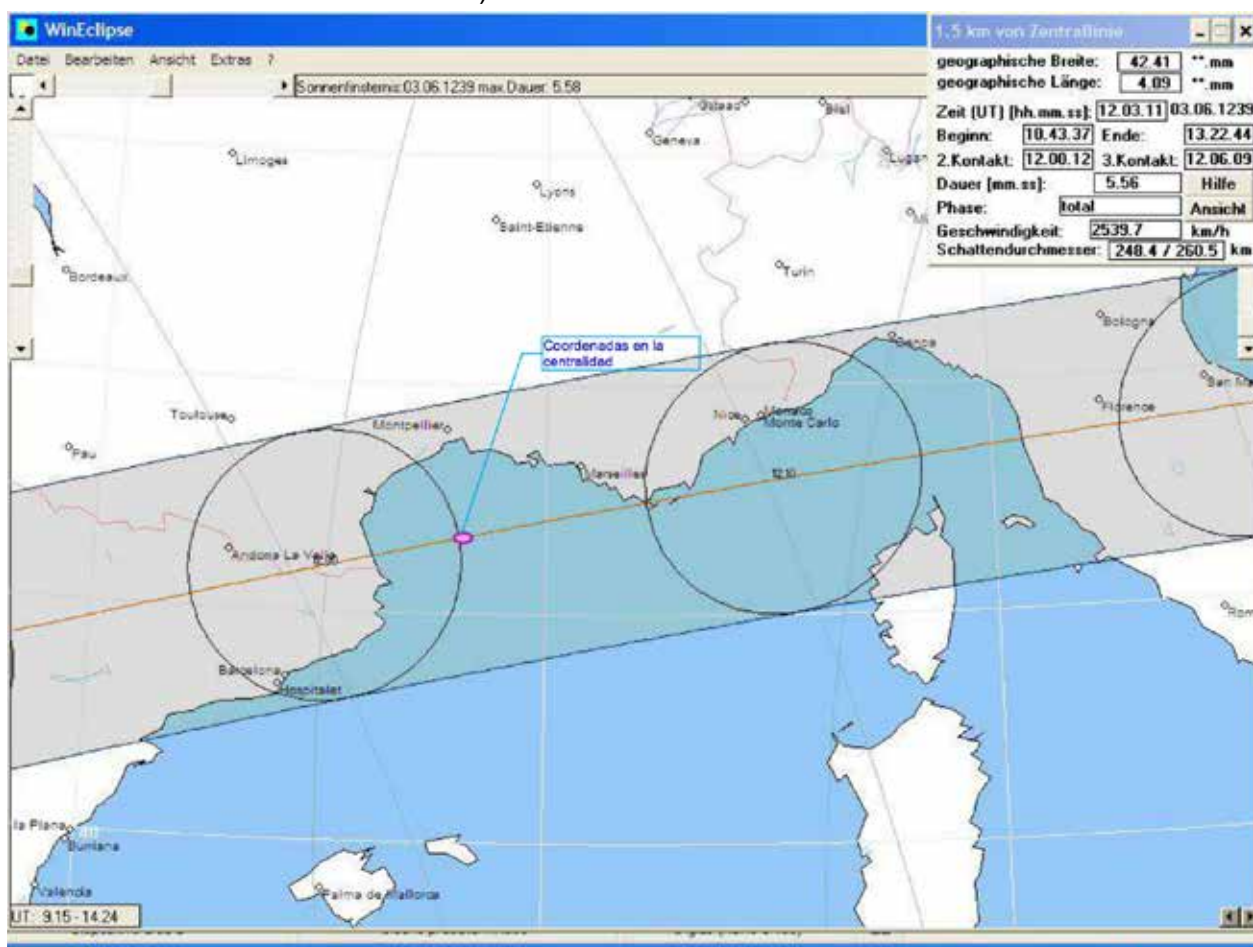


Fig. 3.

En la figura núm. 4 s'observa que la ciutat de Montpellier està dins la franja de la totalitat, però resta desplaçada al nord de la línia de centralitat. En conseqüència, la duració del període de totalitat de l'eclipsi resta reduït quasi a la meitat que en la centralitat, uns 3 minuts i 34 segons.

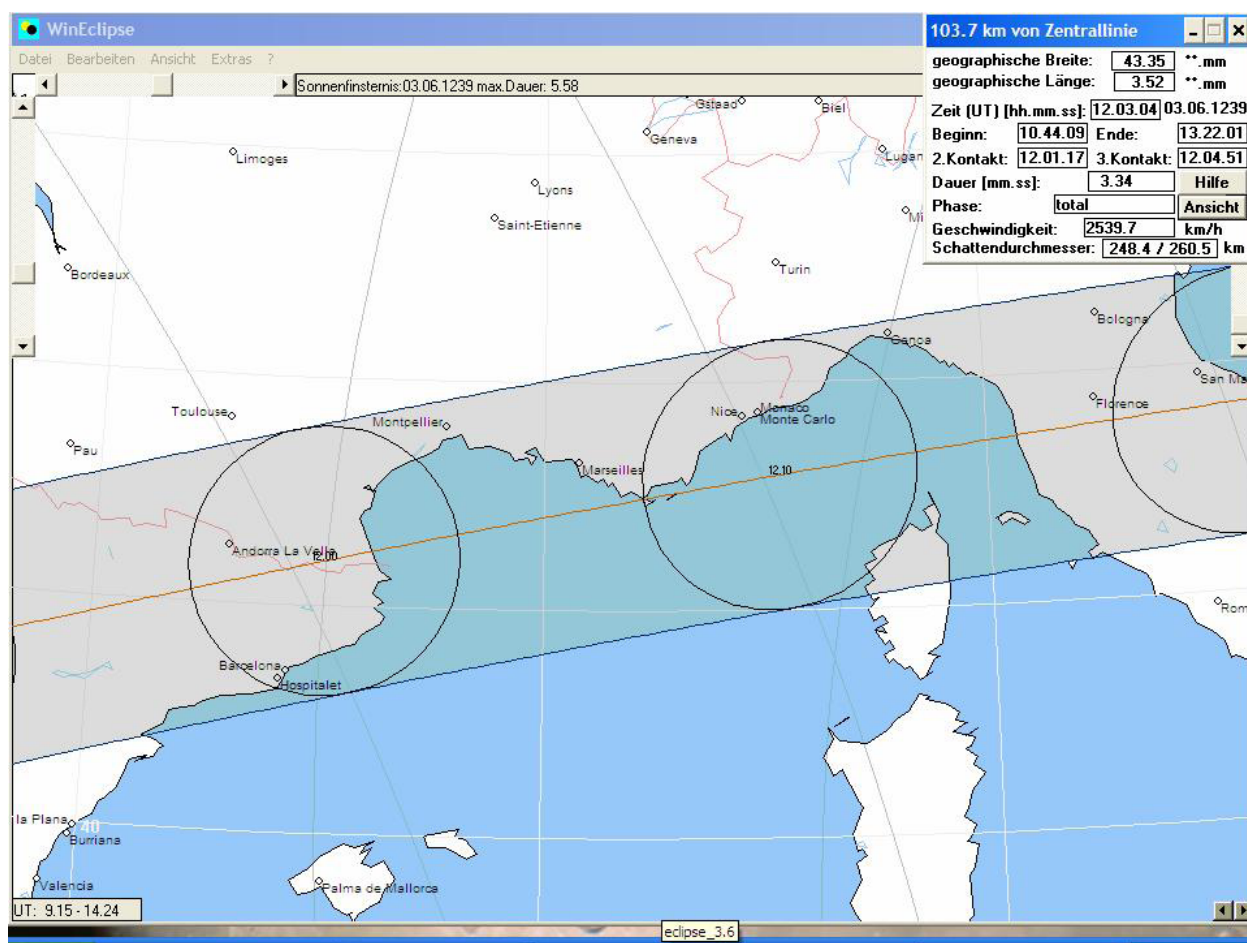


Fig. 4.

També es pot observar que l'ombra es va moure a la velocitat de 2 539,7 km/h i que les dimensions de l'ombra, amb forma d'el·lipse, eren 248,4 km x 260,5 km.

A més del Llibre dels fets, hi ha altres fonts en relació amb aquest eclipsi. Julia Butiñá Jiménez, en la traducció al castellà de l'esmentada obra en una nota a peu de pàgina, la 462, escriu: «Una crònica antiga de Montpellier arreplega aquest fet amb coincidència de dia i hora: ... lo primer divendres de jun, morí lo soleil entre miei dia et hora nona (pres de Soldevila, o. c., pàg. 322)».

Àngel Ferrer Rodríguez, en el número 56 de la revista Huygens, en l'article "Eclipses históricos en la península Ibérica" ens ho descriu així: «El eclipse en cuestión atravesó el centro y norte de la península Ibérica ... tuvo una duración de 6 minutos con el Sol a 70° de altura». Afegeix diverses referències històriques a aquest eclipsi, com són la del rei Jaume I a Montpellier, dues inscripcions medievals a la ciutat de Sòria i altres relacionades amb les cròniques de Coïmbra i els annals toledans, tal com transcrivim

Este eclipse también está descrito en dos inscripciones medievales en la ciudad de Soria. En la Concatedral de San Pedro se puede leer OBSCVRATVS E(st) SOL(s)T(i)CIO IV. A escasos metros de ahí, en la iglesia de San Nicolás de Soria (ahora en ruinas) queda un fragmento con la inscripción siguiente: CVRAT(us) EST SOL(sticio) ER(a) MCCLX.

Ampliar la información en <http://www.inicia.es/de/xgarcia/es/1239.html> y en la enciclopedia del Románico en Castilla y León (coordinador J. M. Rodríguez Montañez).

En las crónicas de Coïmbra la descripción es magnífica. ...nunca antes había sucedido desde la Pasión de Nuestro Señor hasta hoy. Era desde luego de noche entre la hora sexta y la novena y el Sol se volvió negro como la boca del lobo y muchas estrellas aparecieron en el cielo.

Los anales toledanos describen perfectamente el fenómeno en términos similares.

Els eclipsis solars no solament són uns esdeveniments bells i fascinants, sinó que, a més, serveixen per a assenyalar i fixar fets històrics en dates que no sempre estan ben documentades o que estan en contradicció amb les cròniques oficials.

Per al coneixement històric, és d'una gran importància que el monarca Jaume I el Conqueridor deixara escrites les seues memòries en l'obra que va titular *Llibre dels fets del rei en Jaume*.

Pel que fa als moments d'inici i final de l'eclipsi, el rei Jaume ens indica de mig jorn e hora nona i podem pensar que ací també es va equivocar, atès que va ocórrer aproximadament entre les 10 h 44 min 09 s i les 13 h 22 min 01 s.

Hem de tindre present que l'hora nona es refereix a l'hora novena del dia del res eclesiàstic, que cau al voltant de les 15 h. Correspon a l'oració intermèdia entre la sexta (migdia) i les vespres (a poqueta nit).

Mig jorn és l'hora en què el Sol està en el punt més alt, aproximadament les 12 hores.

Aparentment, en aquelles dates, quan indicaven una hora, més aviat es referien a una franja horària, un període de temps al voltant de l'hora exacta, i no cal entendre-ho com un moment determinat.

De fet, en aquest cas, la cita del rei coincideix amb les diferents referències miei dia et hora nona de Julia Butiñá Jiménez, o l'hora sexta i la nona de les cròniques de Coïmbra.

Quant a les set estrelles que el rei descriu, atesa la zona del firmament en què es va produir l'eclipsi (que aparentment es disputen Taurus i Orió) i per la magnitud en què es mostraven els astres en aquest moment, suposem que en realitat degueren ser dos planetes: Venus (-4) i Saturn (0,2). I cinc estrelles: Sírius (-1,47), Capella (0,06), Rigel (0,15), Proció (0,37) i Betelgeuse (0,4).



Fig. 5. El cel nocturn el dia de l'eclipsi de 1239.

Quant a la data de la conquesta de València, en aquest cas els historiadors han resolt l'error i no celebrem els centenaris del fet els anys acabats en 39 gràcies a altres llibres contemporanis, que citen dates connexes com són *El llibre del repartiment* i *Els furs de València*. En el cas que el *Llibre dels fets* fora la nostra única font d'informació, com és molt freqüent en els estudis històrics, l'error perduraria.

No obstant això, es posa de manifest, una vegada més, la gran importància que exerceix la informació sobre eclipsis i altres esdeveniments astronòmics per a datar, verificar o corregir la data de fets històrics amb una precisió inqüestionable.

També cal dir que aquest error del rei en Jaume sobre la data de la conquesta de València, que sapíem, no ha sigut advertit pels especialistes que treballen en aquestes èpoques.

Els plaguicides i els atacs a la ciència

José Ramón Bertomeu Sánchez

Institut Interuniversitari López Piñero · Universitat de València

Els atacs a la ciència han assolit uns nivells inimaginables durant els darrers anys. El cas més conegut és el Govern de Donald Trump, que ha qüestionat el paper de les universitats, l'admissió d'investigadors estrangers, les activitats de les agències consultives o, fins i tot, la producció de les acadèmies de ciències o de museus venerables. En el seu govern hi ha persones que manifesten sense rubor opinions contràries al consens generalitzat de la comunitat científica pel que fa a temes com ara les vacunes, el canvi climàtic o els usos terapèutics de determinats medicaments. El que és encara més greu és que el Govern nord-americà ha manifestat la intenció de retirar-se d'organismes internacionals relacionats amb la salut i l'alimentació. Aquesta nova forma de política, de vegades erràtica i contradictòria, fa servir una gran quantitat de faules sense trellat per donar suport a les seues accions. Un editorial de setembre del 2025 de la revista *Science* explica la situació de la *National Science Foundation*, una de les més prestigioses institucions de recerca creada l'any 1945, que ha fet possible el treball de dotzenes de premis Nobel. El Govern de Trump ha obligat a cancel·lar més de 2000 beques d'investigació i a eliminar el suport a qualsevol investigació que tinga perniciosos referències a temes crítics per a la nova Administració nord-americana, com ara la diversitat, la igualtat de drets, la inclusió social i no diguem ja el canvi climàtic.

Per tal de desenvolupar aquestes polítiques anticiència han estat emprades massivament noves pràctiques comunicatives relacionades amb la postveritat, les notícies falses, la desinformació i la desacreditació del món acadèmic. Disposem de molts estudis que revisen aquestes pràctiques de creació d'ignorància i les seues conseqüències per a les polítiques públiques. Una nova disciplina, l'agnotologia, ha estat creada per a analitzar aquestes qüestions. Un dels aspectes més estudiats amb aquesta nova perspectiva és la producció, distribució i consum de productes tòxics. De fet, un dels estudis més famosos al voltant d'aquesta qüestió ha estat dedicat a les pràctiques d'ocultació i de confusió de la indústria del tabac, de la qual procedeix l'expressió el dubte és el nostre negoci amb la qual Naomi Oreskes i Erik Conway creen el títol del seu llibre, *Merchants of doubt*. Els directius de la indústria del tabac coneixen bé els estudis epidemiològics i toxicològics que associaven el consum de cigarretes amb el càncer, així com els fabricants de materials d'amiant conegue-

ren ben aviat la relació entre aquest producte i el mesotelioma, un tumor molt virulent i amb poques possibilitats de curació. Com que aquests sabers eren un perill important per als seus negocis, intentaren limitar-ne la circulació, primer, amb l'ocultació, després amb la desacreditació del món científic i, finalment, amb la creació de dubtes respecte de la fiabilitat de les dades.

No hi ha ciència sense dubtes. Les persones que investiguen en ciència –o que fan de la ciència el seu objecte d'estudi– poden, fins i tot, dubtar d'aquesta afirmació. Tota conclusió científica és susceptible de ser revisada amb noves dades. Qualsevol experiment té un marge d'incertesa més o menys rellevant per a la fiabilitat dels resultats. Aquests dubtes es fan habitualment servir per a imaginar nous experiments, recollir observacions alternatives, minimitzar les errades o assolir més precisió amb més resultats semblants. Ara bé, també és possible exagerar la incertesa amb l'objectiu de menysprear el valor de la ciència per a gestionar aspectes relacionats amb la salut pública, l'alimentació o el medi ambient. Són funcions molt diferents de l'escepticisme propi de la ciència, però moltes vegades és difícil diferenciar-les i és encara més complicat fer-ho en els nostres temps de postveritat i desinformació.

Els plaguicides ofereixen bons exemples per a estudiar tots aquests reptes del present. La recent eliminació de l'objectiu de reducció de plaguicides dins el programa verd de la Unió Europea és altre exemple dels atacs a la ciència. Aquestes mesures de reducció van ser acordades durant els primers anys de la dècada del 2020 per part dels grups polítics majoritaris del Parlament Europeu, després de diferents informes d'experts que desenvolupaven la legislació 2009/128/EC respecte de l'ús sostenible dels plaguicides.

Les propostes de reducció de plaguicides van ser atacades des del primer moment. La campanya va començar amb una vella tàctica de pressió per a provocar retards: demanar més avaluacions de l'impacte d'aquesta reducció en nom de la seguretat alimentària. Es va aprofitar tant la crisi de la COVID com la invasió russa d'Ucraïna per amplificar els missatges alarmistes d'una crisi imminent d'abastiment d'aliments. Finalment, les empreses agroquímiques aprofitaren les mobilitzacions agràries dels inicis de l'any 2024, que no eren dirigides a aquesta qüestió, per tal d'aconseguir la retirada de l'obligació de reducció contra l'opinió dels experts que desenvoluparen aquest pla.

Per a donar resposta a aquestes pressions *lobbístiques*, la comissió va elaborar anàlisis dels potencials impactes econòmics de la reducció en la producció agrícola i els preus dels aliments. L'informe inclou també un estudi de la càrrega burocràtica prevista, un resum de les principals alternatives als plaguicides i la seua disponibilitat, i també un estudi detallat d'àrees potencialment afectades per la difusió d'organismes nocius. L'estudi mostrava que la proposta de reducció de plaguicides no posava en cap perill la seguretat alimentària i que hi havia "un ventall ampli d'estratègies agronòmiques i tecnològiques alternatives" que fan possible aquesta reducció tot preservant la quantitat de les collites i, fins i tot, millorant la qualitat dels aliments. Els experts afegien també que la mesura reduiria els riscos tòxics dels plaguicides per a poblacions rurals i consumidors d'aliments, al mateix temps que milloraria els ecosistemes agraris amb efectes beneficiosos per a les collites: control natural de plagues, més pol·linització, descontaminació de terrenys agraris, etc.

Resulta així sorprenent llegir, en el número de primavera del 2024 de DAUALDEU, divulgadors de la ciència tan reconeguts com José Miguel Mulet que celebren l'eliminació d'aquestes polítiques de reducció de productes tòxics dins de l'agricultura europea. Fa servir arguments com ara la roïna situació del món rural, la necessitat d'augmentar la producció agrícola o el fet que alguns productes (com el clorpirifòs) prohibits per la Unió Europea es fan servir a altres països, fet que crea una mena de competència deslleial que perjudica els llauradors del nostre entorn més immediat. Aquestes afirmacions són legítimes i respectables, però no tenen fonament científic. De fet, han estat qüestionades per moltes persones del món acadèmic. En mostraré alguns exemples, tant històrics com actuals.

La disminució de l'ús de plaguicides no resoldrà tots els problemes del món rural, és cert, però reduirà les malalties professionals que, segons els informes repetits de l'ONU, produeixen milers de morts cada any, i també moltes malalties com diabetis, pàrkinson, càncer, afeccions cardiovasculars o infertilitat. Són també ben coneguts els perills dels residus de plaguicides en els aliments amb molts casos d'enverinament agut o crònic. També n'han estat estudiats els efectes persistents en el medi ambient, cosa que afecta la qualitat de les aigües o els ecosistemes en general. En aquests temes disposem d'una gran quantitat d'estudis fets per especialistes del camp de l'agronomia, la salut pública i l'alimentació des de fa més d'un segle.

Prenem l'exemple de l'agrònom valencià, Miquel Benlloch Martínez (1893-1983), que esdevingué un dels màxims especialistes del tema com a director de l'Oficina Espanyola de Registre de Plaguicides durant moltes dècades del segle XX. A mitjan anys cinquanta, Benlloch no es deixava enlluernar amb la publicitat que presentava el DDT com la solució definitiva per a lluitar contra plagues agrícoles i malalties transmeses pels insectes. En els seus escrits, Benlloch recordava

que s'havien emprat plaguicides sempre, però mai amb la intensitat com després de la Segona Guerra Mundial, quan havia augmentat exponencialment la quantitat de productes al camp: "Aquest bombardeig de tòxics obliga la humanitat a fer de conill d'Índies davant la impossibilitat d'una investigació suficientment prolongada [de la seua toxicitat] i el desconeixement dels límits de la resistència individual". A hores d'ara hi ha persones que fan servir la incertesa pròpia de qualsevol investigació toxicològica per a justificar que no hi ha suficients raons per a prohibir substàncies com el clorpirifòs o el glifosat. L'any 1957 Miquel Benlloch pensava tot el contrari: la manca d'informació respecte de les conseqüències tòxiques dels nous plaguicides organoclorats era raó més que suficient per a demanar prudència i limitar-ne l'ús: "Creiem que cal aturar aquesta cursa de tòxics imposada als agrònoms", conclouia Benlloch en el seu treball presentat en una conferència internacional dedicada als problemes dels residus en els aliments.

Molts altres experts en agronomia, toxicologia, epidemiologia i salut pública han assenyalat els perills dels plaguicides i han advocat per la reducció del seu ús i la prohibició o limitació dels més perillosos. Cal afegir que també les diferents especialitats de les ciències socials han fet nombroses aportacions a l'estudi dels plaguicides amb conceptes com ara la violència lenta, la invisibilitat dels riscos, els sabers corporatius, l'agnotologia, el govern per la ignorància, la ciència sense fer, la justícia ambiental, etc. Una reunió que va tenir lloc a Zúric el mes de setembre del 2025, amb la participació de persones expertes en geografia, sociologia o història, hi va presentar dades addicionals. Es van estudiar les dificultats per tal d'obtenir càlculs de la producció, consum i efectes tòxics dels diferents tipus de plaguicides (herbicides, fungicides, insecticides). Hi ha incertesa, sí, perquè són investigacions científiques i també perquè hi ha ocultació deliberada d'algunes dades rellevants per part de governs i multinacionals.

Les persones participants en el congrés intentaren fugir de la mirada eurocèntrica i bona part de les intervencions tractaren la situació a diferents països d'Amèrica Llatina, l'Àfrica i l'Àsia. Malgrat les incerteses, tothom estava d'acord amb els perills potencials de la intensificació de l'ús de plaguicides de les últimes dècades, particularment amb l'arribada de productes genèrics més barats, molts fabricats per les indústries xineses que han esdevingut les primeres productores, fins i tot per davant de les tradicionals del segle XX, com ara Monsanto-Bayer. També s'hi va discutir les dificultats per a controlar la circulació dels productes prohibits dins d'un comerç global cada vegada més desregulat amb la destrucció o la marginació d'agències estatals internacionals creades després de la Segona Guerra Mundial.

Un altre argument defensat per Mulet dins aquesta revista fa referència a l'equiparació de la reducció de plaguicides amb un detriment de la producció agrícola. Cal dir, en primer lloc, que ja experts com Miquel Benlloch coneixien bé l'exis-



Els arsenats van ser emprats durant gran part del segle XX. Esbo-rrany de fullet publicitari d'un arsenat de calci per part de l'empresa Explotaciones Mineras de Arsénico. Any 1949. Procedent dels expedients estudiats per Miquel Benlloch i conservats ara a l'Arxiu General de l'Administració (AGA 61/6425).



Pòster publicitari de l'insecticida Medesal amb DDT. Any 1945. Procedent d'AGA/61/6420



Publicitat de l'insecticida Gesarol amb DDT fabricat per l'empresa Geigy de Suïssa. Anys 1948-1949. Està indicat que és inofensiu para las personas y los animales de sangre caliente. Procedent dels expedients de Miquel Benlloch conservats a l'Arxiu General de l'Administració (AGA 61/6425)



Cartell anunciador de la prohibició del clorpirifòs al Perú per a l'estiu del 2024 després de la prohibició a Xile i Argentina. Procedent de la Direcció General d'Agricultura d'Ayacucho: [https://www.agroayacucho.gob.pe/General d'Agricultura d'Ayacucho](https://www.agroayacucho.gob.pe/General%20d'Agricultura%20d'Ayacucho): <https://www.agroayacucho.gob.pe/>

tència d'alternatives als plaguicides perquè va iniciar durant els anys vint la seua carrera a l'Estació de Patologia Vegetal de Burjassot, un espai on es va experimentar amb depredadors d'insectes i altres mètodes de lluita biològica. Tot i això, la identificació dels plaguicides com a forma única de lluita contra plagues ha estat emprada com a recurs retòric contra qualsevol forma de limitació o substitució. És una faula que podem trobar en els anys setanta del segle XX, quan es va produir la prohibició del DDT. També és un argument repetit en les campanyes contra Rachel Carson, l'autora del llibre *Silent Spring* (Primavera silenciosa, 1962), que denunciava també l'ús exagerat dels plaguicides. Carson ha estat acusada fins i tot de genocida per promoure la fam dels pobles de l'Àfrica suposadament causades per la prohibició d'aquest i altres plaguicides.

Aquestes acusacions eren falses: la fam als països del Sud Global no procedeix de la manca de producció d'aliments. És resultat de la desigual distribució de la sobreproducció agrària. És un problema de justícia alimentària. Així ho confirma una vegada més el recent informe redactat per més de setanta experts de tot el món encapçalats per Johan Rockström i publicat en la revista *Lancet* a començament d'octubre del 2025. Les persones que el signen pensen que és possible un sistema de producció d'aliments més just i saludable dins els límits ecològics del planeta. Proposen un conjunt de huit mesures que inclouen

dietes sanes més accessibles i assequibles, una agricultura més sostenible i respectuosa amb el medi ambient, la reducció dels residus tòxics, la minimització del malbaratament d'aliments, la millora de les condicions del treball agrari, etc. Algunes d'aquestes mesures comporten una reducció significativa de la quantitat d'agroquímics emprats als camps. De fet, aquest grup afirma que és necessària una reducció del 70 % de l'ús de plaguicides a escala global, amb la idea de poder arribar a un futur pròxim amb una reducció superior al 90 %. Són valors distants del 50 % que hem vist que havia estat proposat per la Comissió Europea per a l'Horitzó 2030.

Ara bé, totes les persones expertes estan d'acord que la reducció de l'ús dels plaguicides és un assumpte complicat perquè intervien factors de diferent caire: econòmics, tecnològics, socials, ecològics, culturals, polítics, etc. Alguns autors han parlat del cercle viciós dels plaguicides (*pesticide treadmill*) per tal d'assenyalar la imbricació de tots aquests factors que fan augmentar l'ús d'aquests productes malgrat els seus problemes reconeguts. De fet, les prohibicions de productes com el DDT han tingut un efecte limitat, perquè ha estat permès la continuïtat de la producció, l'ús indiscriminat en alguns països amb diferents justificacions i també n'ha prosperat el comerç il·legal que ha fet que aquests productes continuen contaminant rius, terrenys agraris i aliments.

De fet, com mostra el cas del clorpirifòs esmentat per Mulet, els procediments legislatius que porten a la limitació de productes perillosos són llargs i complicats. El clorpirifòs és un plaguicida organofosforat introduït en es anys seixanta i molt popular en la lluita contra les plagues dels cítrics, ja que va reemplaçar els mètodes de fumigació cianhídrica, molt més perillosos. A final del segle XX, diversos estudis mostraren els seus efectes neurotòxics que poden afectar el desenvolupament cognitiu dels infants. Altres estudis posteriors aportaren indicis dels seus potencials efectes genotòxics, és a dir, la capacitat de produir alteracions del sistema genètic. L'informe del grup d'experts europeu del 2019 resumia aquests treballs per a recomanar la suspensió de l'ús d'aquest producte. Les empreses productores desenvoluparen diverses estratègies comunicatives que combinaren amb pressions als grups polítics i als sindicats agraris. Aquestes pràctiques han estat estudiades per un consorci de periodistes els darrers anys: <<https://www.ir-d.dk/chlorpyrifos/>>. Finalment, la Comissió Europea no va renovar l'autorització d'ús d'aquest plaguicida a partir de l'any 2020, tot i que ha estat permès en situacions particulars, per exemple, amb la plaga del cotonet de les Valls a València. Després d'informes de les agències nord-americanes de qualitat alimentària i de medi ambient, també va ser prohibit als Estats Units l'any 2021, malgrat els esforços de la primera Administració Trump per tal d'aturar-ne la regulació. Alguns comentaristes celebraren la prohibició del clorpirifòs com "un triomf de la ciència".

Recordem també el cas del DDT. Els primers estudis experimentals respecte de la seua perillositat per als mamífers daten dels anys quaranta, és a dir, durant els moments de popularització del DDT gràcies a les campanyes per a l'erradicació del tifus i la malària durant la Segona Guerra Mundial. Per això, Miquel Benlloch demanava, ja a l'octubre de 1945, la rectificació de la publicitat que presentava aquests plaguicides com a innocuos o no verinosos. Passaren tres dècades més i van ser necessàries mobilitzacions socials i accions judicials fins a arribar a la prohibició o la limitació de l'ús del DDT a molts països, una mesura que, ja ho hem dit, fou parcial.

Es fàcil trobar situacions de productes semblants, amb forts indicis de perillositat, que romanen molts anys als camps. Més recentment, alguns països han limitat l'ús dels nous plaguicides neonicotinoïdes introduïts a principi del segle XXI i considerats com a causa d'una significativa reducció de les colònies d'abelles. No sabem encara quan arribarà el moment de restringir l'ús de molts altres plaguicides persistents, els anomenats contaminants eterns, com les substàncies perfluoroalquiliques (PFAS). Amb la seua llarga persistència dins dels ecosistemes, poden produir problemes de salut i ambientals que estan encara per determinar amb detall. També hauríem de fer un seguiment al llarg dels anys vinents del cas dels herbicides amb glifosat, després de la polèmica decisió al desembre de 2022 respecte de la renovació de l'autorització a Europa

(EU2023/2660). Així, ha continuat l'ús de productes potencialment perillosos a molts països, fins i tot després de prohibicions, de vegades amb autoritzacions parcials, en altres casos de forma il·legal. Les anàlisis d'aigua dels rius, o les mostres d'orina o sang de la població, han confirmat una vegada rere l'altra la presència d'aquests productes tòxics (o els seus derivats) en els ecosistemes i als nostres cossos humans, amb conseqüències molt perilloses estudiades per la medicina i la ciència.

Afirmar, doncs, que Europa "té una política mediambiental molt garantista" que "limita l'ús de fertilitzants i fitosanitaris en detriment de la producció", tal com argumenta Mulet, podria ser una postura política legítima. També pot ser-ho defensar la desaparició del principi de precaució o l'eliminació de l'agència (ECHA) que regula els productes químics a Europa, tot seguint el camí del Govern de Trump. Cal insistir, però, que aquestes propostes no estan fonamentades amb investigació científica, per molt que siguin defensades per populars divulgadors de la ciència. Les persones contràries a aquestes polítiques de desregulació no són, per regla general, cànids magufos, terraplanistes fonamentalistes i quimifòbics recalitrants. De fet, és molt més habitual trobar postures anticiència dins els grups que donen suport als governs de Trump i altres polítics semblants que defensen la desregulació i l'eliminació dels entrebancs a la lliure circulació de productes tòxics. Per contra, hem vist que el principi de precaució és defensat per moltes persones procedents del camp de la ciència, des de l'agrònom valencià Miquel Benlloch fins a les persones que han signat recentment les investigacions esmentades anteriorment, tant des del terreny de les ciències naturals com des de les humanitats. I hem vist també que algunes d'aquestes persones han vist el seu treball amenaçat per les noves polítiques contra les agències governamentals i la llibertat acadèmica que hem comentat breument a l'inici del text. Sembla, per tant, que és un bon moment per a fer costat a la ciència, al mateix temps que explorem altres formes possibles de divulgació científica.

Per a saber-ne més:

Bertomeu Sánchez, José Ramón. «Pesticides, Past and Present. A review of current literature». *HoST - Journal of History of Science and Technology* 13, núm. 1 (2019): 1-27.

Bertomeu Sánchez, José Ramón, Clara Florensa i Agustí Nieto Galan (eds.), *Agnotologías: Saberes e ignorancias en la España del siglo XX*. Tirant Lo Blanch, 2024.

Commission Response to Council Decision (EU) 2022/2572 of 19 December 2022. https://food.ec.europa.eu/document/download/f9c54e6c-023c-4399-8c24-6c1920efeeba_en?filename=pesticides_sup_comm-response_2022-2572_en.pdf

Mansfield, Becky, Marion Werner, Christian Berndt et al., «A New Critical Social Science Research Agenda on Pesticides». *Agriculture and Human Values* 41, núm. 2 (2024): 395-412. <https://doi.org/10.1007/s10460-023-10492-w>.

Rockström, Johan, Shakuntala Haraksingh Thilsted, Walter C. Willett et al., «The EAT–Lancet Commission on Healthy, Sustainable, and Just Food Systems». *The Lancet* (2025). [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(25\)01201-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(25)01201-2).

La pesta porcina africana

Júlia González Monfort

Veterinària especialitzada en seguretat alimentària

La pregunta que totes i tots ens féiem no era si la pesta porcina africana (PPA) entraria o no al nostre país, sinó quan ho faria.

El personal expert ja observava l'avanç d'aquesta malaltia del porcí des dels països de l'est d'Europa cap a l'oest, així com la pèrdua de l'estatus sanitari lliure de malaltia a les zones on apareixia la PPA. Des del 2007, la malaltia va aparèixer a la regió del Caucas i a Rússia, i el 2014 va arribar a la UE entrant per Lituània i després per Polònia. En aquestes zones de l'est d'Europa ja és una malaltia endèmica, i ha anat avançant i fent-se endèmica en llocs com Itàlia, per una mala gestió i no haver controlat la malaltia.

A països com Bèlgica i la República Txeca han aparegut focus locals que s'han aconseguit erradicar després de 12-24 mesos de lluita. Ara, però, ha arribat al nostre país com a focus local, ens ha llevat l'estatus de lliures de PPA i ha provocat conseqüències nefastes per al sector porcí.

Què és?

La PPA és una malaltia vírica que afecta només el porcí —porcs domèstics i senglars— i no afecta els humans, per la qual cosa no es tracta d'una zoonosi; podem respirar amb tranquil·litat. Aquesta malaltia presenta una simptomatologia de febre en l'animal que, en 24-48 h, cursa amb una mortalitat que ronda quasi el 100 % dels animals. Els que aconsegueixen sobreviure fins a un màxim de 15 dies són els encarregats de disseminar la malaltia, juntament amb la presència de cadàvers, pel canibalisme típic d'aquesta espècie. La PPA es transmet entre el porcí per contacte amb secrecions d'animals malalts, i per això la seua dispersió és lenta: entre 10 i 15 km a l'any.

Quan apareix un brot local en una zona allunyada d'altres focus, com és el cas de Catalunya, és perquè hi ha un factor humà que n'ha afavorit la dispersió. Inicialment, es va considerar que, en trobar-se el focus en una zona amb moltes àrees de descans de transport internacional, un producte de porcí infectat portat d'un altre país havia sigut el motiu principal. No obstant això, gràcies a la seqüenciació del virus, s'ha comprovat que la variant detectada és Geòrgia 2007, una soca diferent de les que circulen actualment per Europa, i que correspon al virus de referència utilitzat en instal·lacions d'investigació. L'Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA) estava estudiant aquest virus per al desenvolupament d'una possible vacuna contra la PPA, de manera que tot apunta a un possible escapament del virus des de les instal·lacions, però res està demostrat



Sus Scrofa. A. SAVIN

La PPA és una malaltia vírica que afecta només el porcí —porcs domèstics i senglars— i no afecta els humans.

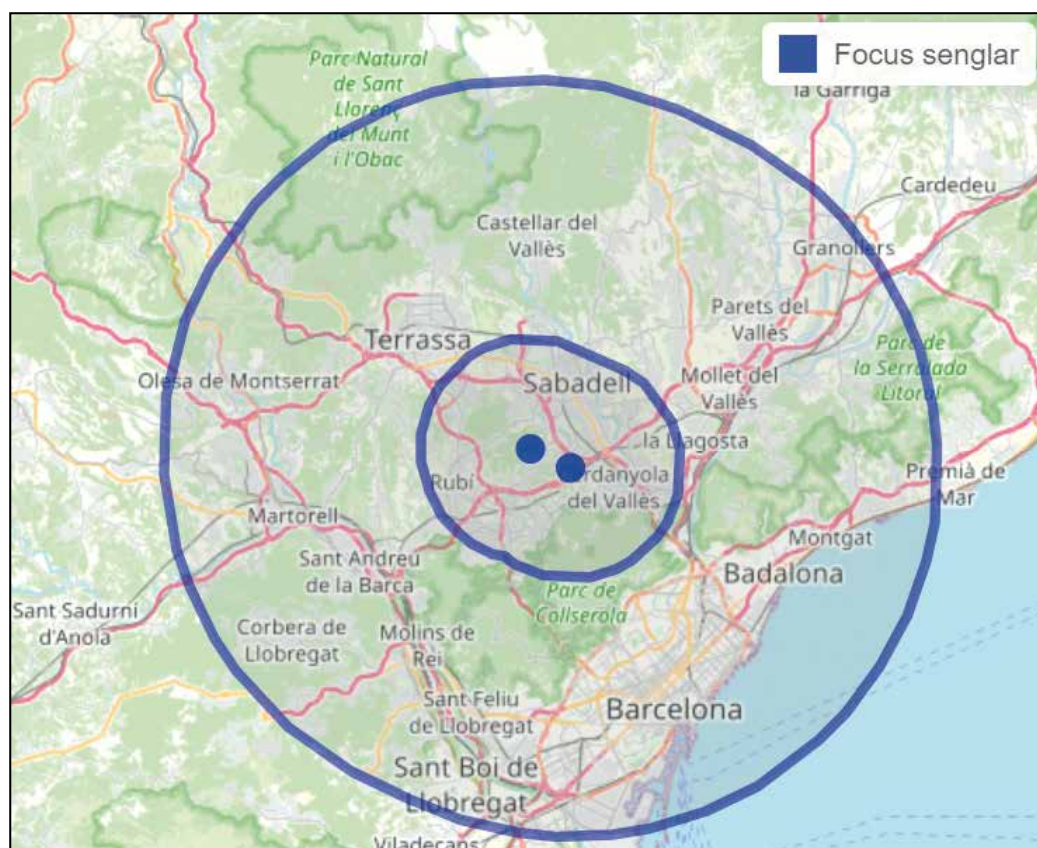
La PPA es transmet entre el porcí per contacte amb secrecions d'animals malalts, i per això la seua dispersió és lenta.

i encara estan investigant-ho. La bona notícia és que, per ara, la malaltia només afecta porcs senglars i encara no ha entrat a les granges de porcí domèstic, on les mesures de bioseguretat estan sent efectives.

Mercat porcí a Espanya

Les dades actualitzades de fonts oficials indiquen que l'any 2024 Espanya va produir 4,9 milions de tones de carn de porc; va ser el primer productor de la UE i el tercer del món. Entre un 55 i un 58 % de la producció anual es destina a l'exportació. El sector porcí és un dels pilars fonamentals del país, i equival aproximadament a entre l'1,3 i l'1,6 % del PIB nacional.

Des de final de novembre de 2025, el tancament de fronteres ha sigut la conseqüència de la pèrdua de l'estatus de país lliure de PPA en detectar-se el brot de Catalunya. Per sort, tres setmanes abans del brot, Espanya havia signat amb la Xina un tractat sobre regionalització: si apareixia un brot en una zona, només es tancaria l'exportació d'eixa regió i no de tot el país. Si no s'haguera signat aquest tractat, ara no podríem exportar carn de porcí de cap lloc del país.



Localització dels focus de porcs senglars detectats a Catalunya. (Font: MAPA)

Mesures davant un brot local vs. brot endèmic

L'Organització Mundial de Sanitat Animal (OMSA) és l'encarregada d'establir directrius internacionals per a la sanitat animal, coordina la lluita contra les malalties i garanteix la seguretat del comerç mundial. Davant un brot localitzat, s'indica establir un perímetre de 3 km i un altre de 10 km de seguretat. En el cas del brot de Catalunya, aquests perímetres s'han ampliat a 6 km i 20 km a causa del tractat de regionalització amb la Xina que implicava duplicar aquests perímetres per tal d'assegurar la continuïtat de les exportacions de la resta del país.

En els brots locals, la vigilància d'animals morts, la retirada per a evitar el canibalisme i la seqüenciació del virus són claus com a primeres accions. Igualment, s'ha d'evitar la disseminació del virus fora de la zona acotada, per la qual cosa es prohibeix la caça per a evitar la fugida d'animals malalts cap a zones lliures.

El control de les granges de porcí domèstic dins el perímetre de 20 km també és fonamental per tal de comprovar una possible transmissió dels senglars als animals domèstics. Fins ara no s'ha detectat cap granja positiva dins la zona afectada.

Quan un brot de PPA es descontrola i es declara zona endèmica, les mesures canvien lleugerament: per exemple, a Romania, on la malaltia és endèmica, s'ha demostrat que la caça és efectiva per reduir exemplars malalts i contribuir a controlar-ne la població. Igualment, la instal·lació de tancaments perimetrals també ha sigut efectiva per a contindre els animals infectats.

Mesures de bioseguretat en explotacions porcínes

Espanya va erradicar la PPA el 1994 i va obtenir l'estatus de país lliure el 1995 fins a novembre de 2025. Al territori espanyol trobem granges extensives i intensives, i macrogranges. En totes és fonamental controlar l'ambient i evitar l'entrada de patògens. Les mesures implantades es coneixen com a bioseguretat i tenen com a objectiu previndre l'entrada de malalties.

Inclouen: control d'accés de personal amb períodes de quarantena per a visitants, vestuaris amb zones de desinfecció o dutxa, roba i calçat exclusius, ús de guants i monos, neteja obligatòria de vehicles de transport d'animals i pinsos, tancament perimetral per a evitar l'entrada de fauna silvestre i gossos, mesures contra rosegadors i aus, vigilància de senglars, comunicació amb autoritats, quarantena i proves per a animals nous, control estricte de moviments interns i traçabilitat documental, programes de vigilància sanitària, formació del personal i plans de contingència davant la sospita de malaltia.

La detecció d'un focus de PPA al nostre territori confirma una amenaça que els experts feien anys que advertíem. Tot i l'impacte inicial sobre el comerç exterior i la pèrdua temporal d'estatus sanitari, la resposta ràpida, les mesures de bioseguretat i el protocol de regionalització permeten afrontar la situació amb garanties. Mantindre una vigilància estricta és essencial per a minimitzar conseqüències i recuperar la normalitat. Esperem que el brot es controle prompte i que, dotze mesos després de l'últim positiu, tornem a tindre l'estatus de país lliure de PPA.

Efemèrides astronòmiques per a l'estiu i la tardor de 2026

Juan José Ortuño

President de l'Associació Astronòmica Marina Alta

La informació següent està referida al temps universal (TU), o siga, l'hora oficial del meridià zero de la Terra sense les correccions d'hora legal que pot tindre cada país. A la península Ibèrica, per a conèixer l'hora oficial de cada fenomen, sumeu (als horaris indicats més avall), una hora a la tardor i l'hivern i dues hores a la primavera i l'estiu.

Els planetes Mercuri, Venus, Mart, Júpiter i Saturn són visibles en el cel nocturn o en el crepuscle, i es distingeixen de les estrelles en el fet que no parpellegen ni canvien de color. S'indiquen les millors dates per a observar-los per la seua situació en el cel nocturn.

El **Sol** estarà en el punt més allunyat de la Terra (afeli) el 6 de juliol (18 h).

La nostra estrella entrarà en les següents constel·lacions en les dates indicades a continuació:

Càncer: 21 de juny (8:24 h), solstici d'estiu.

Lleó: 22 de juliol (19:13 h).

Verge: 23 d'agost (2:19 h).

Lliura: 23 de setembre (0:05 h), equinocci de la tardor.

Escorpi: 23 d'octubre (9:38 h).

Sagitari: 22 de novembre (7:24 h).

En aquesta segona meitat de l'any, tindrem un eclipsi total de Sol. Serà el dia 12 d'agost, i és el primer d'una seqüència de tres eclipsis seguits, un per any, visibles des del nostre país.

La **Lluna** tindrà un eclipsi parcial el 28 d'agost.

MERCURI. És un planeta visible al crepuscle matutí al juliol, agost, novembre i desembre, i al vespertí en els mesos de setembre i octubre.

Des de la Terra, la seua major separació del Sol (elongació màxima) serà visible cap a l'oest el 20 de novembre (24 h). I la màxima lluentor de Mercuri serà el 26 d'agost (23 h).

Aquest planeta estarà pròxim a la Lluna els dies 12 de setembre (7 h) i 12 d'octubre (20 h).

VENUS. Visible fins a primera hora de la nit al juliol, i a l'agost i setembre durant el crepuscle vespertí. A l'octubre i durant la resta de l'any passa al crepuscle matutí.

La seua màxima elongació est serà el 15 d'agost (6 h). La màxima lluentor d'aquest planeta serà el 27 de novembre (19 h).

Venus estarà pròxim a la Lluna el 12 d'octubre (3 h).

MART. Aquest planeta serà visible durant l'estiu a la segona meitat de la nit. I a la tardor des d'unes hores abans de la mitjanit.

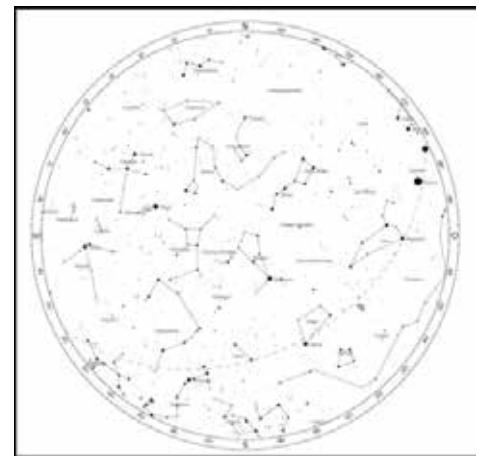
Aquest planeta se situarà pròxim a la Lluna els dies 9 d'agost (6 h), 6 de setembre (18 h) i 30 de novembre (20 h), i més a prop encara el 5 d'octubre (6 h).

JÚPITER. Serà visible al juliol només en el crepuscle vespertí. Els mesos d'agost, setembre i octubre es veurà en la segona meitat de la nit, i la resta de l'any des d'unes hores abans de la mitjanit.

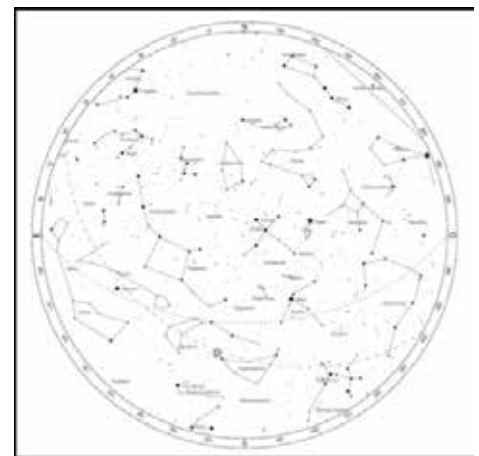
Júpiter estarà pròxim a la Lluna el 15 de juliol (3 h), i més a prop els dies 11 d'agost (23 h) i 27 de desembre (18 h). Se situarà en conjunció amb aquesta els dies 8 de setembre (18 h) i 2 de novembre (23 h) amb ocultació.

SATURN. Serà visible al juliol i a l'agost des de les primeres hores de la nit, els mesos de setembre i octubre durant tota la nit, i la resta de l'any es veurà fins a les hores posteriors a la mitjanit.

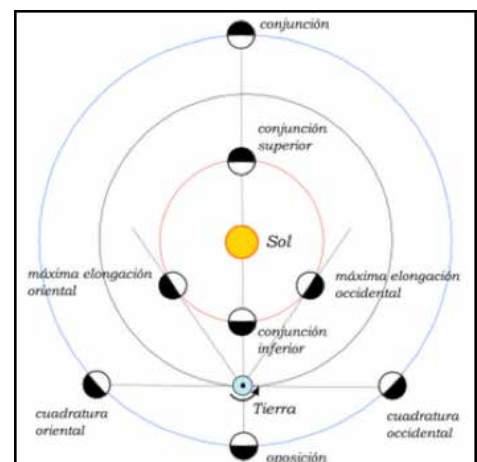
La millor visibilitat del planeta dels anells serà a l'oposició del 4 d'octubre.



El cel el 21 de juny de 2026 (23 h)



El cel el 23 de setembre de 2026 (23 h)



Efemèrides del Real Institut i Observatori de l'Armada. Mapes creats amb Heavens-Above.

Més informació en la web de l'Associació Astronòmica Marina Alta, www.astromarinaalta.org



John Banville
Tetralogía científica. Copèrnico-Kepler

Catalina Luque

Catedràtica de Llengua i Literatura
IES Lluís Vives · València

Mañana, en traje de campaña, el Sol eclipsará al señor coronel en el gimnasio. Lástima que esto no ocurra todos los días. Recordeu l'acudit de l'eclipsi d'Eugenio? És un dels meus acudits preferits. Presenta un text súper elaborat i no sé com l'immortal humorista era capaç de memoritzar-lo i recitar-lo amb eixa barra tan característica. Per si no voleu anar a eclipsar-vos al gimnàs, us propose ací dues novel·les que graviten al voltant de les dues figures més importants de l'astronomia moderna: Copèrnic i Kepler.

Aquestes extraordinàries novel·les han nascut de la ploma d'un dels escriptors contemporanis més particulars i guardonats, John Banville. I dic que és molt particular perquè John Banville és bicefal i aquesta bicefàlia li serveix per a fer dos tipus de novel·les amb estils ben diferents. És John Banville quan presenta novel·les extremadament elaborades des d'un punt de vista estilístic. Aquestes obres sempre les escriu amb estilogràfica. Però també és Benjamin Black quan escriu novel·la negra, l'altra part de la seua producció, i aquestes novel·les les escriu amb l'ordinador. Banville és brillant, ric, irònic, complex. La crítica l'ha comparat amb Proust i Nabokov. L'acta del jurat que li va concedir el Premi Princesa d'Astúries de les Lletres el 2014 destacava que "la prosa de John Banville se abre a deslumbrantes espacios líricos a través de referencias culturales donde se revitalizan los mitos clásicos y la belleza va de la mano de la ironía. Al mismo tiempo, muestra un análisis intenso de complejos seres humanos que nos atrapan en su descenso a la oscuridad de la vileza o en su fraternidad existencial. Cada creación suya atrae y deleita por la maestría en el desarrollo de la trama y en el dominio de los registros y matices expresivos, y por su reflexión sobre los secretos del corazón humano". No crec que puga afegir-hi res més.

Tant Copèrnic com Kepler són molt més que biografies novel·lades. Són dues obres mestres on allò més important és el retrat complex, tortuós i brillant de dos científics excepcionals sotme-

[Tots dos van ser] sotmesos a pressions polítiques, intrigues cortesanes, l'enveja dels col·legues, lluites de religió i dimonis personals.

sos a pressions polítiques, intrigues cortesanes, l'enveja dels col·legues, lluites de religió i dimonis personals.

La vida de Copèrnic va ser una lluita marcada pel fet de ser catòlic i viure en un petit comtat envoltat de territoris prussians que s'han afegit a la reforma luterana; la de Kepler va ser la vida d'un luterà convençut que va defensar la seua fe en terres catòliques. Copèrnic no volia de cap manera publicar les seues teories; Kepler va haver de lluitar per publicar les seues buscant la protecció de l'emperador o de nobles mecenes. Els dos, però, van ser absolutament conscients que les seues investigacions eren excepcionals i que canviarien els paradigmes científics per sempre.

Copèrnic va viure des de molt menut el desenvolupament afectiu a causa de la mort dels pares. Com que era sacerdot mai no es va casar, però va mantenir una amant de la qual no va poder (o no va voler) desfer-se; Kepler va viure un matrimoni sense amor i solament el segon casament li va aportar felicitat. Durant tota la vida la mare, amb fama de bruixa, va amenaçar la imatge pública del fill. Els dos van tenir un antagonista: en el cas de Copèrnic, el seu germà, un ésser obscur, turmentat, la figura del qual va gravitar sobre el científic com l'espasa de Dàmocles. En el cas de Kepler, l'antagonista va ser Tycho Brahe, l'astrònom danès que va acollir Kepler a Praga. Brahe va convertir Kepler en un simple ajudant, no el va valorar, malgrat que el treball de Brahe va ser la base dels descobriments posteriors de Kepler.

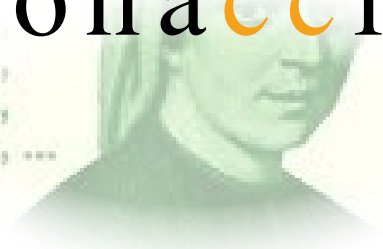
Les dues novel·les tenen una estructura molt semblant. Copèrnico està dividida en quatre parts i Kepler en cinc. Els títols, en llatí, fan referència als títols de les seues obres o a aspectes biogràfics. Les dues presenten un narrador en tercera persona, però una de les parts canvia a un narrador en primera persona. En Copèrnico eixe narrador en primera persona és Georg Joachim von Lauchen, Rheticus, el qual va ser una espècie de secretari del polonès. Von Lauchen relata les dificultats per a convèncer el mestre de publicar la seua obra. Copèrnico tenia por, estava indecís i Von Lauchen volia la glòria que li reportaria compartir les troballes de Copèrnico. En Kepler, la quarta part està integrada per una sèrie de cartes que va intercanviar amb persones del seu entorn i se centra tant en aspectes personals com professionals (s'hi queixa diverses vegades de Galileu, per exemple).

Comptat i debatut, us recomane vivament aquestes novel·les plenes d'ironia, d'amargura i de subtils descripcions d'ambients i personatges. I si voleu endinsar-vos més dins l'univers de Banville, us propose també que llegiu les altres dues novel·les que completen aquesta Tetralogía científica: La carta de Newton i Mefisto. Ja m'ho contareu.

El racó de Fibonacci

Teresa Arabí

5,
8,
13, ...



L'ULL D'HORUS

Quan les matemàtiques eren sagrades

Un poc d'història

Fa més de 3700 anys, a l'Egipte faraònic, les matemàtiques no eren una ciència abstracta, sinó una eina de la vida i la religió. Els escribes —una elit instruïda en temples i palaus— utilitzava els nombres per a mesurar camps, repartir els grans o calcular els impostos del Nil. Però també creien que l'ordre matemàtic reflectia l'ordre de l'univers, la Maat: l'harmonia còsmica.

Un dels símbols més poderosos de l'Egipte antic era l'ull d'Horus (Wedjat). Segons la mitologia, el deu Horus va perdre el seu ull en combat contra Seth, i el deu Thot el va recompondre peça a peça. Cada part representava una fracció del total:

Pupil·la → $\frac{1}{4}$

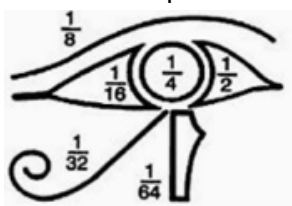
Cel·la → $\frac{1}{8}$

Iris → $\frac{1}{16}$

Cua de l'ull → $\frac{1}{32}$

Llàgrima → $\frac{1}{64}$

Quan se sumen totes les parts, el resultat és $\frac{63}{64}$, no 1. Els egipcis deien que eixe $\frac{1}{64}$ que falta simbolitzava la imperfecció humana —el que sols els deus podien completar.



El problema del pa (del Papir Rhind, ~1650 a.C.)

L'escriba Ahmes va deixar escrit un repte pràctic: "Divideix 9 pans entre 10 homes, de forma justa i sense desperdici."

A veure si eres capaç de resoldre tu aquest repte segons el sistema egipci (les fraccions sempre han de ser unitàries -numerador 1).

Solució al problema de DAUALDEU 29

Per esbrinar quants bolets tenia Azul al principi, plantejarem una equació on x serà aquest nombre. Traduirem l'enunciat del problema al llenguatge algebraic:

$$x + x + \frac{x}{2} + \frac{x}{4} + 1 = 100$$

Multipliquem els dos membres de l'equació per 4 per eliminar els denominadors:

$$4\left(x + x + \frac{x}{2} + \frac{x}{4} + 1\right) = 100$$

Si restem 4 als dos membres de l'equació:

$$11x + 4 = 400$$

Si dividim els dos membres de l'equació per 11:

$$11x = 396$$

És així que, al principi, Azul tenia 36 bolets.

$$x = \frac{396}{11} = 36$$

DAU ALDEU

Edició digital

<http://associaciomeridiazero.com>



XÀBIA

A J U N T A M E N T



Ajuntament
de Beniarbeig



Ajuntament
de Dénia



Ajuntament
de Gata de Gorgos



Ajuntament
d'Ondara



Ajuntament
de Pedreguer



Ajuntament
de Pego



Ajuntament
dels Poblets



Ajuntament
del Verger



Universitat d'Alacant

Vicerektorat de Formació Permanent i Llengües
Servei de Llengües



ACADÈMIA
VALENCIANA
DE LA LLENGUA