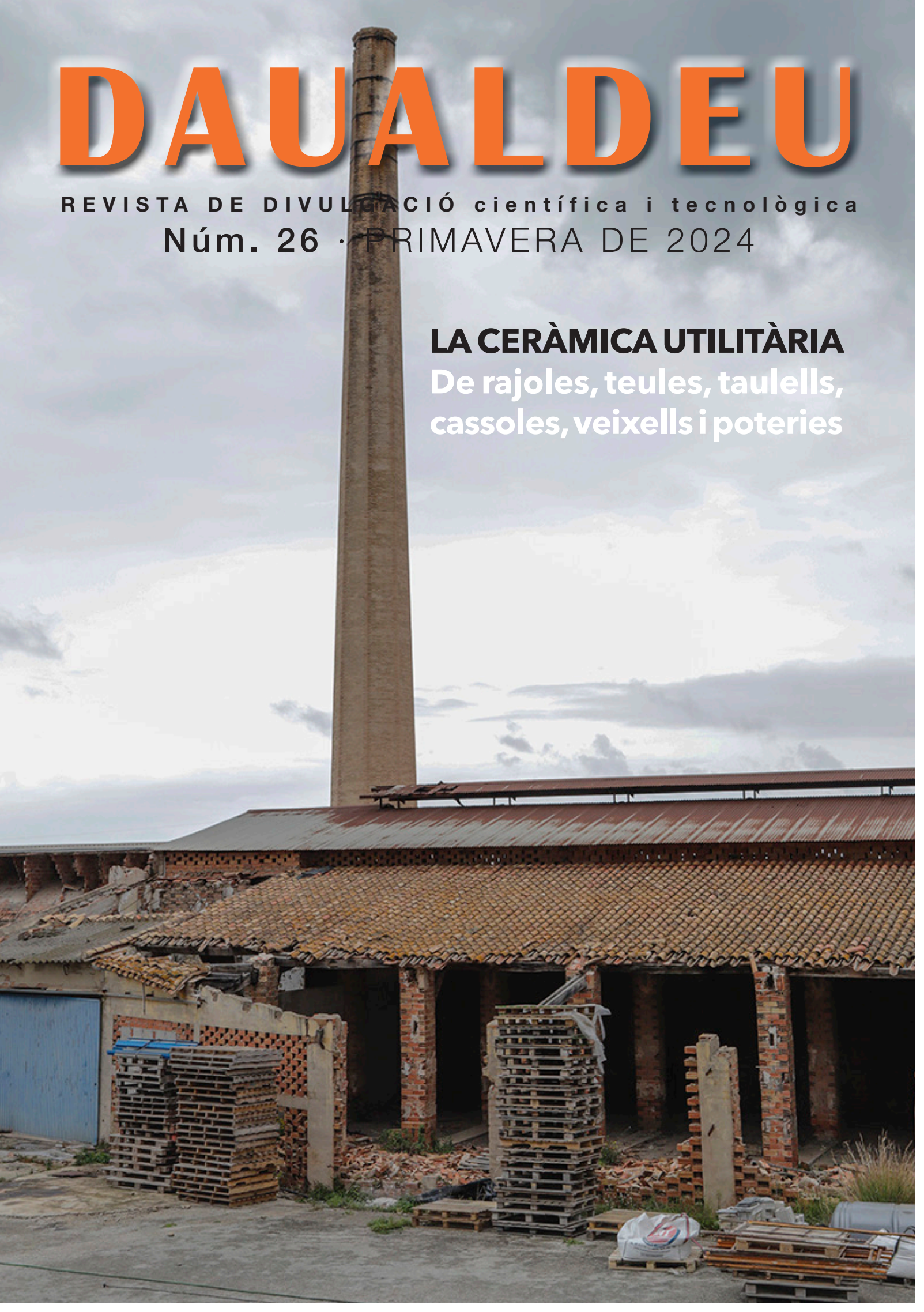


DAU ALDEU

REVISTA DE DIVULGACIÓ científica i tecnològica
Núm. 26 · PRIMAVERA DE 2024

LA CERÀMICA UTILITÀRIA
De rajoles, teules, taulells,
cassoles, veixells i poteries





SUMARI

Editorial	3
Animal artificial	4
Sinestèsies	5
A carcasselles	8
Física, per favor!	10
Desmuntant l'enginyeria	15
ObertaMent	17
Retalls de Física	19
La mirada ambiental	22
Orba, el poble del fang	24
Terrisseria a Xàbia	27
De la terra	32
Els rajolars d'Oliva	35
Clúster ceràmic de Castelló	37
Indústria ceràmica i medi ambient	39
He descobert una supernova?	41
La cura trobada al Montgó	43
Efemèrides	45
Llibres	46
Racó de Fibonacci	47



MERIDIÀ ZERO

CC creative commons



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

REVISTA DE DIVULGACIÓ CIENTÍFICA
 Primera època. **Número 26.**

Primavera de 2024. Marina Alta
 Edita: **MERIDIÀ ZERO**

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

Disseny i maquetació: **Pep Marro.**

Imatge de la portada: **Teulera d'Ondara. Vicente Mas.**

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

Contacte: daualdeu@gmail.com

Patrocina: AMPA dels IES Chabàs de Dénia, Maria Ibars de Dénia, Sorts de la Mar de Dénia, Matemàtic V. Caselles Costa de Gata de Gorgos, Pedreguer, Antoni Llidó i La Mar de Xàbia. Ajuntaments: Beniarbeig, Gata de Gorgos, Ondara, Pedreguer, els Poblets, el Verger i Xàbia. Acadèmia Valenciana de la Llengua, Institut Alacantí de Cultura Juan Gil Albert.

Imprimeix: **Imprenta Botella, SL.**

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

EL HOFFMAN, el forn de la Teulera d'Ondara

Josep Lluís Doménech

Doctor en Química

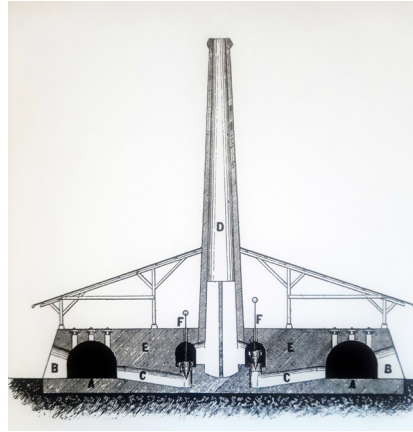
La fabricació de rajoles ha sigut una activitat que ha acompanyat els humans des de ben prompte. Ara bé, si durant mil·lennis el ritme de fabricació de rajoles no varià massa, amb la Revolució Industrial de finals del s. XVIII, la producció s'accelerà inusitadament. L'augment de la natalitat, l'elevació del nivell econòmic d'una part de la societat i la millora en les condicions higièniques i sanitàries de la població que acompanyaren el desenvolupament industrial portaren a un creixement de la demanda d'habitatges. En la solució a aquesta demanda jugaren un paper decisiu les rajoles.

La demanda de rajoles només pogué ser satisfeta per la posada a punt d'una tecnologia que permeté la mecanització del procés de fabricació del material ceràmic. Hi ha constància que, ja l'any 1807, funcionava a sant Petersburg una màquina de modelar. Tot i això, no seria sinó a partir de mitjan segle XIX quan les innovacions tecnològiques començaren a proliferar en alguns llocs. A Espanya, les innovacions s'endarreriren uns anys. Així, les rajoles continuaren fabricant-se de la manera tradicional fins a les acaballes del s. XIX. No seria fins el primer terç del s. XX quan la fabricació de materials per a la construcció es modernitzà.

Amb l'aparició de maquinària auxiliar (tritadores, modeladores, etc.) la fabricació de rajoles augmentà espectacularment. S'estima que mentre que a finals del s. XVIII una terrisseria en què es treballava a mà produïa unes 1000 rajoles per treballador i dia, a finals de la dècada de 1920, amb la incorporació de les noves tecnologies, la fabricació augmentà fins les 25000 rajoles.

Ara bé, el salt des d'una fabricació artesanal de rajoles a una d'industrial, només fou possible gràcies a l'aparició d'un nou tipus de forn, un forn que dissenyà el berlinès **Friedrich E. Hoffman** i pel qual rebé el Gran Premi de l'Exposició Universal de 1867, realitzada a París. Hoffman havia patentat el forn uns anys abans, el 1858, però tot i que la patent li fou prorrogada durant alguns anys, finalment se li retirà per tal com un mestre d'obres, **Arnold de Fürstenwalde**, havia inventat aquest forn el 1839, encara que no havia sol·licitat la patent. Tot i això, el forn ha passat a la posteritat amb el nom de *Hoffman*. El Hoffman responia a una nova tecnologia, tot i que lluny de l'associació que solem fer entre tecnologia i maquinària, en aquest cas, la novetat tecnològica rau en el disseny del forn, un forn on no hi ha maquinària.

El forn Hoffman revolucionà la indústria de fabricació de rajoles i això perquè millorà la qualitat del producte, disminuï el consum de com-



Planta i secció del forn Hoffman. Les rajoles es couen en els compartiments (A) i es descarreguen per la porta (B). Els gasos d'escapament ixen pels conductes (C), controlats per vàlvules (F) cap a la ximenera (D). (Campbell. Ladrillo. Historia universal, Blume)

bustible, augmentà la producció i disminuï els costos laborals. Tanta fou la millora que durant un segle fou el forn de referència de les rajoleries. En els forns ordinaris, la cocció s'interrompia mentre les rajoles cuites es refredaven, es retiraven i eren substituïdes per altres, però en el Hoffman aquestes tasques, i la cocció, s'efectuaven simultàniament, cosa que permetia un funcionament ininterromput les 24 hores del dia, els 365 dies de l'any i això durant anys.

El Hoffman era un forn enorme, amb la ximenera fora d'un recinte ovalat. Consistia en dos galeries paral·leles, construïdes una al costat de l'altra, unides pels extrems per túnels corbats (en conjunt era un túnel el·líptic). El túnel estava dividit en una sèrie de compartiments (entre 12 i 24, era allò més habitual) connectats entre sí i amb un conducte que anava a parar a una gran ximenera. El foc anava traslladant-se de compartiment en compartiment. El tir de la ximenera feia que l'aire circulara per l'interior del túnel de manera que refredava el material cuit per a, després de passar per la càmera de combustió, escalfar el material cru. Com a combustible s'hi utilitzava, sobretot, carbó.

Hoffman és el forn que manà construir l'alcoià **Jorge Silvestre Andrés** a finals de la dècada de 1940 quan posà en funcionament la rajolera que acabaria sent coneguda com *la Teulera d'Ondara*; una fàbrica que disposava de la millor tecnologia de l'època i que proporcionà a la comarca les rajoles amb què s'hi construïren els habitatges en la segona meitat del s. XX.

La ximenera és l'element constructiu més cridaner que sobreviu de la Teulera, però allò tecnològicament més avançat era el forn. Un forn que roman inalterat i que fins els últims anys ha sigut usat com a magatzem de les deixalles. No podem permetre que el pas del temps i el deteriorament destruisquen aquest exemple de tecnologia sense maquinària.

S'aprovarà el CRISPR a la UE?

J. M. Mulet

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

Tots hem vist en els darrers mesos com les protestes dels agricultors han arribat al carrer amb nombroses manifestacions i talls de carretera. La situació al camp es molt preocupant i gairebé insostenible. La mitjana d'edat dels llauradors supera els 65 anys, els costos de producció s'han disparat i els preus que es paguen al camp porten 20 anys estancats, per no parlar de molts supermercats que venen la fruita i la verdura a pèrdues per una estratègia d'utilitzar *preus ganxo* en articles de primera necessitat, per carregar més en productes que tots comprem en un supermercat, tot i no ser de primera necessitat. A aquesta situació cal sumar-li que Europa té una política mediambiental molt garantista, i des de les darreres dècades està limitant l'ús de fertilitzants i fitosanitaris, en detriment de la producció.

Una estratègia semblant l'hem vista en el cas dels transgènics, on sols hi ha una varietat autoritzada per a sembra en la UE. El problema de fer una política que penalitza la producció és que la gent ha de seguir menjant, i si tu no tens prou producció, doncs compres fora. I ací rau un dels altres problemes que ofega el camp. Fora de la UE es poden utilitzar productes que tenim prohibits, l'única restricció és que no es superen els límits permesos. Per tant, la taronja de Sudàfrica pot fer servir cloroprifòs per controlar el cotonet i nosaltres no podem. De manera semblant es poden importar més de 100 varietats, de vegetals transgènics que a la Unió Europea no es poden sembrar. Una disbauxa.

Ara estem en un moment clau per a no tornar a repetir errors del passat. En aquests moments el parlament europeu està decidint sobre la regulació del CRISPR. Recordem que aquesta tècnica, englobada dins de les noves tècniques genòmiques (NGT), és un sistema que ens permet introduir mutacions dirigides a llocs concrets del genoma. Ara com ara, la majoria de països productors de productes agrícoles ja tenen una regulació i Japó, un país que en el seu moment es va oposar a l'ús de transgènics, ja ha comercialitzat una varietat de tomaques i dos de peix, un pagre i una de peix globus, el que s'usa per fer el famós *fugu* editades per CRISPR. El problema és que Europa no tenia regulació i transitòriament es regulaven con si foren transgènics, quelcom que des del punt de vista científic es una aberració. En els dos darrers anys diversos grups de treball i comissions han estat tractant de fer una normativa per a regular el CRISPR que per una banda garantisca la seguretat dels consumidors i del medi ambient, però, per l'altra banda, siga prou àgil i que permeta que les varietats noves

Europa té una política mediambiental molt garantista, i des de les dècades darreres està limitant l'ús de fertilitzants i fitosanitaris, en detriment de la producció.

arriben al camp de manera ràpida i barata.

Puc aportar que jo he participat en diverses d'aquestes comissions tant a Brussel·les com a Madrid i a València, convidat pel grup socialdemòcrata europeu, parlant amb polítics de tots els colors per tal d'explicar-los la magnitud del que ens hi estem jugant i la necessitat de la regulació. El grup popular europeu també ha organitzat grups de treball similars, però més enfocats en la perspectiva empresarial, i, dissortadament, el grup verd ha organitzat mobilitzacions i ha convidat a activistes que han dit autèntiques bajanades. Al capdavant, la qüestió es convèncer els europarlamentaris que són els que voten i decideixen el futur.

La primera votació es va perdre al Parlament Europeu i el projecte de llei va haver de ser retocat. La proposta següent, molt més limitada, va superar la comissió de medi ambient i la d'agricultura i el 7 de febrer passat va superar la votació del plenari, tot i que amb un marge molt ajustat i molt retallada. *Menys dona una pedra*. Recordem que hui és el dia que encara no tenim cap tecnologia que ens permeta saber si una varietat nova ha estat creada per una de les tècniques clàssiques de mutagènesi aleatòria i posteriorment seleccionada, o s'ha fet de manera molt més ràpida i efectiva per mutagènesi dirigida. Per tant, si no establim una legislació, els competidors ho faran sense avisar. Els nostres llauradors han de poder seguir alimentant-nos a tots. De la mateixa manera que seria una aberració que a un periodista no li deixaren usar el millor ordinador o a un metge el millor TAC per a diagnòstic, no podem seguir limitant les tecnologies que arriben al camp. És clau permetre que el camp pugui fer servir la millor tecnologia a l'abast. Ens hi juguem la sobirania alimentària.

L'any bixest, una invenció cultural per a facilitar-nos la vida

Daniel Climent

Professor de Ciències

La Terra orbita al voltant del Sol en un viatge que anomenem *any*. Si comencem a comptar des del punt de partida d'aquest viatge, 365 dies més tard, haurem arribat no al mateix punt exactament, sinó ben a prop; en faltarien quasi sis hores; exactament 5 hores, 48 minuts i 45 segons.

Sis hores, en comparació amb les 8760 que en té tot un any pot semblar insignificant. Però, si aquestes diferències no són corregides i s'acumulen any rere any, el calendari perd una de les propietats més interessants, la d'indicar amb la data les característiques pròpies de cada època. I això és una qüestió de vital importància. Perquè si la data va acoblada a l'estació climàtica podem aventurar prediccions relativament fiables en temes agrícoles, ramaders, nàutics, de magatzematge i un llarg etcètera tan important per a organitzar la societat com per a adaptar-la als canvis estacionals.

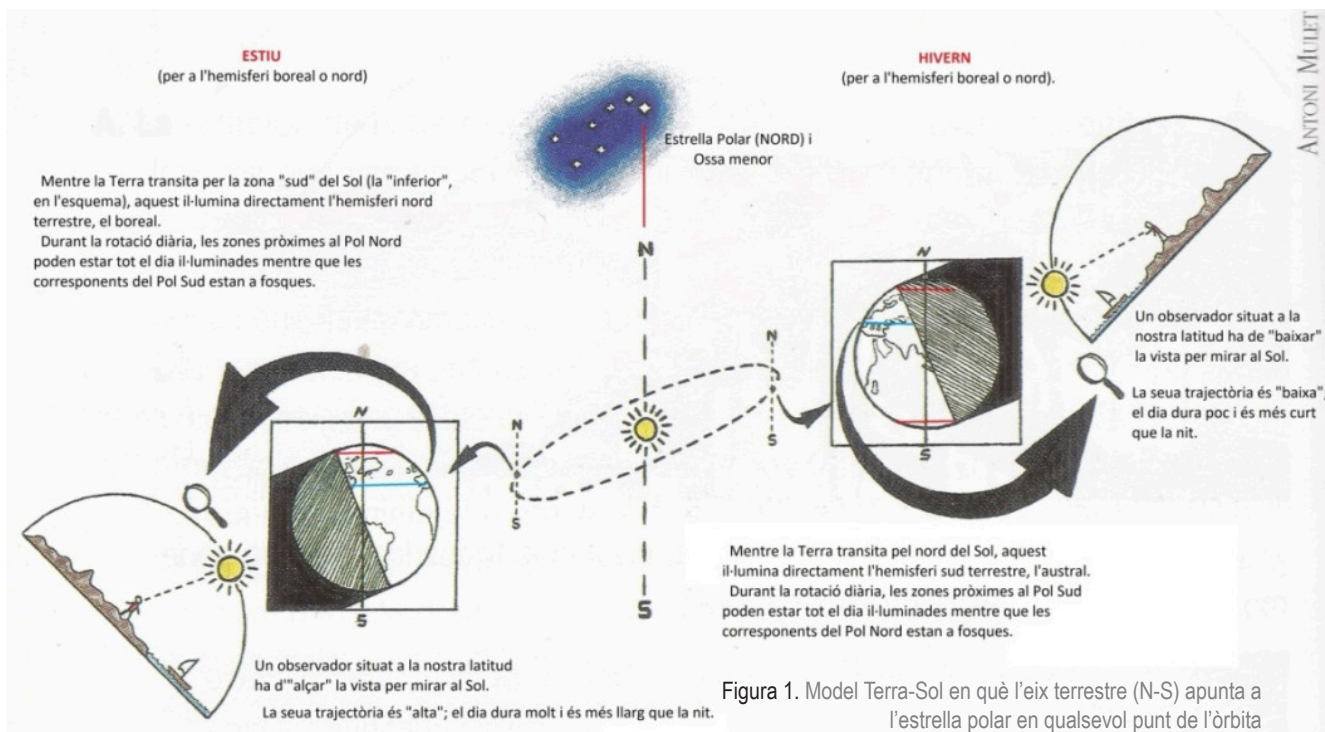
1. Modelitzar la trajectòria de la Terra al voltant del Sol

La proporció dia/nit depèn de la posició en l'òrbita al voltant del Sol. I podem fer servir com a exemple el cas de Xàbia, situat en el paral·lel indicat per la línia blava en la figura 1.

En el model, a l'esquerra es mostra la situació de la Terra durant el solstici d'estiu, quan passa per l'extrem *inferior* de l'òrbita; des de Xàbia, eixe dia hem d'alçar molt la vista per a mirar el Sol.

La part dreta del model representa el solstici d'hivern, quan el Sol il·lumina més l'hemisferi sud i els habitants de l'hemisferi nord no hem d'alçar tant la mirada per a seguir la trajectòria del Sol.

Ambdues posicions extremes, les solsticials, i també la intermèdia equinoccial, estarien representades en la figura 2.



En l'antiguitat, cultures com l'egípcia o la mesopotàmica van resoldre el problema dels desfasaments ajustant els seus calendaris. I el mateix van fer els romans en introduir millores com el concepte d'*any bixest*; una invenció que va permetre elaborar un calendari ben precís, el nostre, ara expandit per tot el món en àmbits com el comercial, el dels viatges, etc. Però per valorar l'èxit d'aquest artifici cultural, de l'any bixest, convé fer un poc d'història.

2. La relació amb el punt de partida

Tot i que antigament no es tenia la concepció actual del Sistema solar ni la del gir de la Terra al voltant del Sol, les farem servir per entendre com els romans van resoldre el desfasament entre la realitat i el còmput dels 365 dies gràcies a la reforma del calendari impulsada per **Juli Cèsar**.

Considerem la seqüència d'imatges que afegim tot seguit (figures 3, 4 i 5). Hi farem servir com a data d'inici l'1 de gener, quan els cònsols preni-

La invenció [del concepte d'any bixest] va permetre elaborar un calendari ben precís, el nostre.

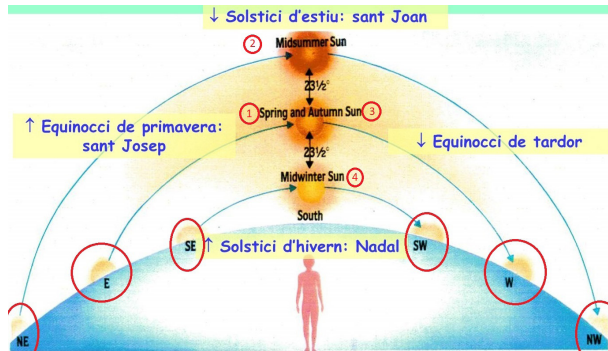


Figura 2. Trajectòria aparent del Sol sobre l'horitzó.

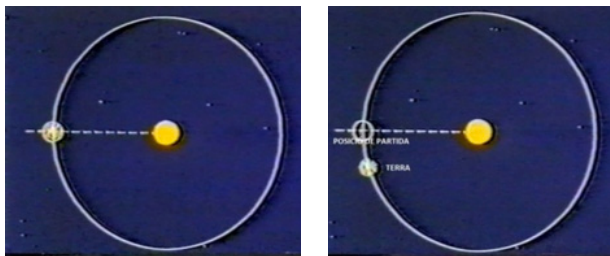


Figura 3. Esquerra: posició de la Terra el dia 1 de gener de 2020. Dreta: la Terra uns dies més tard.

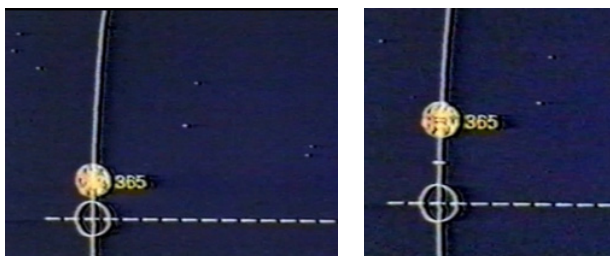


Figura 4. Posició de la Terra l'1 de gener de 2021. Falten quasi 6 hores (una ratlleta horitzontal) per arribar al punt de partida. Un any més tard, 2022, el desfasament acumulat seria de quasi dotze hores.

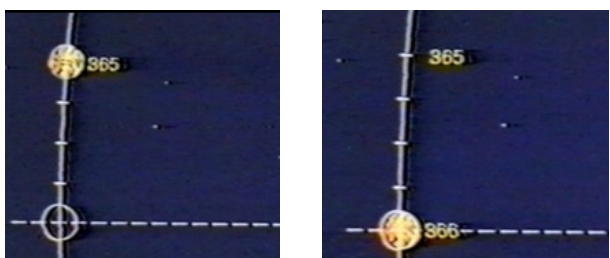


Figura 5. Posició de la Terra l'any 2024. Els retards acumulats dels quatre anys anteriors ha fet que la posició de la Terra el dia 365 estiga a 24 hores del punt marcat com a inicial (el del 2020). Esperar un dia a què Terra arribi a la posició inicial suposa afegir un dia al calendari.

en possessió de les seues responsabilitats. Una data adoptada l'any 153 aC i que substituïa l'anterior cap d'any, el definit pels *idus* (o lluna plena) de març, el 15 d'aquest mes (l'antic febrer era l'últim mes de l'any). Apliquem el model del gir de la Terra al voltant del Sol en els quatre darrers anys, del 2020 al 2024.

365 dies més tard, la Terra no ha arribat exactament al punt de partida de 2021, sinó un poc abans.

Un any més i el desacoblament ja sumaria 18 hores. I en el quart, 2024, serien 24 les hores que faltarien perquè la Terra arribara al punt de partida del 2020; a tot un dia de distància. Si tan sols considerem uns pocs anys, això sembla irrellevant. Però la suma continuada té més importància que no sembla. I això ja ho havien detectat en època romana.

3. L'excel·lent reforma de Juli Cèsar

Com que el calendari romà considerava un any invariable de 365 dies, a mesura que passaven els anys creixia la discrepància entre la data i allò que inicialment aspirava a representar.

Vegem-ho amb un exemple. El 21 de juny era el dia que corresponia al solstici estival o dia de màxima il·luminació. Però amb el pas del temps la mateixa data ja no servia per a indicar el "dia més llarg", sinó que cada any s'allunyava més. De fet, l'any 45 aC la data oficial del solstici estival, el 21 de juny, ja estava desfasada en 80 dies i se celebrava en una data que ara es correspondria amb el 3 d'abril. Fent servir el cas de Xàbia, és com si la nit de la cremà s'estiguera celebrant en la primera setmana d'abril; això sí, amb el nom de *Fogueres de Sant Joan* tot i que ja no corresponien amb la nit més curta de l'any.

El desfasament havia arribat a ser tan notable que calia una revisió en profunditat que corregira el desfasament i n'evitara de nous. Això significava reformar el calendari.

Per a qualsevol societat un calendari té tanta importància que sovint se li han atorgat connotacions sagrades; fins el punt que només la màxima autoritat religiosa pot fer-ne modificacions. Doncs bé, després d'haver guanyat la guerra civil, Juli Cèsar reunia els requisits per modificar-lo ja que era Cònsol, *Imperator* i *Pontifex Maximum*, els càrrecs més elevats civil, militar i religiós.

Uns pocs anys abans, durant la seua estada en l'Alexandria de Cleòpatra, Cèsar havia conegut l'astrònom grec **Sosígenes** que ja havia trobat la solució al problema del desacoblament entre natura i calendari. Inspirat en ell va abordar la reforma, i ho va fer en dues etapes.

1) En una primera fase va "recuperar" els 80 dies "perduts" des de la fundació de Roma; i va ordenar que l'any 708 *ab Urbe condita* (el 46 aC) tinguera 445 dies.

Amb això es tornaven a ajustar les dates dels solsticis i equinoccis.

Cèsar, però, en va fer una excepció: va mantindre la vigència del 25 de desembre per a celebrar el solstici hivernal, tot i saber que corresponia al 22 de desembre (21, 22 o 23, segons els anys).

Conscient de la importància per als romans d'aquesta data, Cèsar no la va modificar. Era el *Dies Natalis Solis Invicti*. Un càntic cívic al “naixement” d'un Sol que no havia sigut vençut per la foscor, sinó que amb la seua ‘remuntada’ sobre l'horitzó, anunciava el progressiu triomf de la llum i la vida.

Segles més tard (s. III), quan els cristians van adoptar com a propi el calendari julià, van acceptar la data, tan sols que associant-la al naixement de **Jesús**. Així, el nom del dia va quedar reduït a *Dies Natalis* i ara continuem commemorant un naixement, no tant el del Sol sinó el de Jesús, la Nativitat o Nadal.

2) Una volta recuperada la data correcta va abordar el següent canvi, destinat a aconseguir que el calendari fora autoajustable i així evitar posteriors acumulacions dels retards anuals.

l va decretar que a partir de l'any següent (el 45 aC) cada quatre anys s'afegira un dia més al calendari. El nou calendari, va ser adjectivat amb justícia com a *julià*.

Aquest calendari julià mantenia la major part de les característiques anteriors:

a) Era de caràcter solar, amb dates fixes per als solsticis i els equinoccis;

b) de 365 dies compartimentats en dotze mesos;

c) amb un inici de l'any civil unificat amb al calendari consular, que començarien l'1 de gener;

d) i en què l'alternança 30/31 dies per als mesos es mantindria, tan sols alterada pels 28 dies de febrer (l'últim mes en el calendari antic).

Cèsar hi introduïa, però, una modificació aparentment menor però fonamental: cada quatre anys, el calendari tindria un dia més, 366, i així s'evitarien que els petits desfasaments de cada any s'anaren acumulant indefinidament.

El calendari julià encarava, però, un altre problema d'indole diferent: A quin mes se li afegiria, cada quatre anys, el “dia d'espera”? Doncs a l'últim mes del calendari antic, febrer, que també era el més curt.

Ser el darrer mes havia tingut la seua raó de ser perquè el primer mes corresponia a març, l'inici de la primavera i de les campanyes militars.

Però, per què tan curt? Una possible resposta es fonamentaria en el fet que, al març, eren freqüents les malalties i les febres “purificadores”, i per això havia sigut dedicat a la divinitat purificadora *Februus* (> febrer). I, qui sap si per una reminiscència del pensament màgic, per pura superstició, “escurçant” el mes “escurçarien” el període de febres pròpies del període. *Chi lo sa?*

4. Què significa el nom de bixest?

Recapitem. Els anys múltiples de quatre, a febrer se li assignen 29 dies en lloc dels 28 habituals. Es va fer l'any 2020, ho ha sigut en l'actual 2024, i ho serà en el futur 2028. D'aquests anys, en diem *de traspàs* o *bixests*.

Però per què els anomenem així? Diem ‘de traspàs’ perquè se li han “traspasat” o transferit les sis hores no computades dels anys anteriors que, sumades, representen el dia que s'ha afegit al final de l'any antic.



El nom de ‘bixest’, demana una explicació més alambinada. Captiu de la mentalitat pròpia de l'època, Juli Cèsar no volia allargar un mes tan infaust com febrer i va optar per “amagar-hi” el nou dia; “dissimular-lo” i mantindre oficialment els 28 dies.

I com ho va fer? Doncs mitjançant un artifici comptable-nominal: duplicaria el nom d'un dels dies, de tal manera que un dia determinat, el 23 de febrer, aniria seguit d'un “bis”, el 23 “bis”. I això, com es deia, en llatí?

Els romans no comptaven els dies com nosaltres, no. Per a ells, cada dia tenia un nom relacionat amb les *calendes* (inici del mes, lluna nova) o amb els *idus* (a mitjan mes, lluna plena). Així, el 23 de febrer no es deia així, sinó que era el “sisé dia abans de les calendes de març”; en llatí, *sextus dies ante calendas Martii*. I per això, al dia duplicat (el 23-bis) se li va dir *bis-sextus dies ante calendas Martii*.

Massa llarg el nom, no? Doncs en va romandre només la primera part: *bis-sextus*; un nom del qual han derivat el castellà *bisiesto*, l'italià *bisestile*, el francès *bisextile* o el nostre *bixest* (substantiu o adjectiu que es pronuncia com ‘caixa’ o ‘guix’).

Segles més tard vacaure en desús aquesta mena de trampa posicional i simplement se li va afegir un dia més a febrer. Com encara fem. Ara bé, com un record d'aquella època continuem dient ‘bixestos’ o ‘de traspàs’ els anys en què el calendari assigna 29 dies a febrer. Com el 2024.

PS

Considerar 6 hores exactes com desfasament anual no és matemàticament correcte: supera en 11 minuts i 15 segons el còmput real. Per això, en aplicar la correcció de les sis hores estrictes introdueix un nou desfasament. I un nou repte, que no va ser solucionat fins l'any 1582 sota els auspicis d'un altre pontífex, el papa **Gregori XIII**. La nova reforma va donar lloc al calendari “gregorià”, el que fem servir actualment. El millor. Però, com diria **Rudyard Kipling**, “això ja és una altra història”.

NOTES

1. <https://www.ccma.cat/3cat/el-calendari-de-la-fi-del-mon/video/4288510/>

2 https://youtu.be/qly1aMN_Peo

La tesi de **MARINA BORJA**

Joan Borja

Director de la Càtedra Enric Valor · Universitat d'Alacant

Ja ho sé, ja ho sé, ja ho sé. Sé perfectament que la notícia no obrirà telediaris ni apareixerà en la portada del diaris. Però ningú no es pot imaginar quanta felicitat —ni quant d'orgull (que segons com, no deixa de ser una forma de la felicitat)— m'ha arribat a procurar el fet que la meua neboda Marina Borja Lloret ha defensat, per fi, la seua tesi doctoral en el Departament de Física Atòmica, Molecular i Nuclear i l'Institut de Física Corpuscular de la Universitat de València, amb un títol d'aquells que convé amarrar-se bé les espatlles abans de llegir-lo d'una sola tacada: *Studies of performance and background in a Compton camera for proton therapy treatment monitoring*.

L'ocasió ho mereixia. I, per això, un bon contingent de la família Borja ens vam desplaçar fins a l'IFIC de Paterna per fer costat a **Marina** en un moment tan important. Perfectament habituat a les tesis doctorals en l'àmbit de les humanitats, la de Marina, en el camp de la física corpuscular, va ser per a mi tota una nova experiència. I la veritat: no vaig deixar de flipar gambes durant tot el matí. En primer lloc, perquè mai no havia sentit parlar la meua neboda Marina en anglés, i em va sorprendre prodigiosament la fluïdesa, la correcció i la seguretat amb què sap expressar-se en la llengua de **Newton**; en segon lloc, perquè el format de la litúrgia de la defensa de la tesi va ser molt diferent al que em resulta familiar en l'àmbit de la filologia, amb un veritable bombardeig de preguntes indiscriminades per part dels membres del tribunal que Marina havia d'anar contestant, una rere l'altra, a la manera d'un autèntic examen oral; en tercer lloc, per la quantitat i la qualitat del públic assistent; en quart i últim lloc —*last but not least*, em fa ganes d'escriure, contagiada encara per l'aire anglofon de la memorada sessió acadèmica— per la mateixa essència del camp de coneixement objecte de la tesi doctoral de Marina: una contribució, des de l'àmbit de la física nuclear, a l'augment de la precisió i l'eficàcia de les teràpies amb feixos de protons per a aconseguir tractaments òptims en la irradiació de tumors situats prop de teixits especialment sensibles, com ara l'ull o determinades zones del cervell.

Va ser una sort que l'acte acadèmic es desenvolupa íntegrament en anglés. I també que el refredat que em porta màrtir des de fa un parell de setmanes m'haja deixat mig sord perquè les mucositats m'han embossat les oïdes. D'aquesta manera, com que els membres del tribunal, de més a més, s'expressaven tots amb un to veu extremadament baix i civilitzat —literalment: com si parlaren al coll de la camisa— vaig disposar de

l'excusa perfecta per a admetre, al final de l'acte, sense un excés de rubor, que a penes no havia pogut entendre un borrall de tots els complexos temes que s'hi havien desenvolupat i debatut a propòsit d'uns determinants experiments duts a terme en una càmera Compton —per favor: no em demaneu que explique què és una càmera Compton, més enllà de la idea vaga i aproximada que m'hi vaig fer, que es tracta d'un detector per a localitzar l'origen dels raigs gamma— i que podien resultar estratègics per a planificar un monitoratge a temps real dels efectes de la radiació en un pacient. I és que, segons vaig creure comprendre, aquest és clínicament un assumpte crucial: perquè en les teràpies amb protons sembla que un dels problemes més rellevants rau en la dificultat d'obtenir informació certa i fiable sobre l'estat i l'eficàcia del tractament radioteràpic per tal com, una volta dins del cos humà, els protons que impacten contra la diana tumoral perden l'energia i resulten indetectables. I per això aquesta via d'investigació suggerida: una via d'investigació necessària —quines coses s'aprenen!— que consisteix, precisament, en la detecció de fragments secundaris i radiacions emeses des dels teixits del cos del pacient a causa de la interacció del feix de protons amb els seus àtoms.

—Com, per exemple, positrons, protons secundaris, senyals termoacústics —anava explicant Marina.

I entre els especialistes es devien entendre.

Concretament, la proposta que s'atenia en la tesi de Marina per al monitoratge dels efectes de la radiació era la detecció dels «raigs gamma immediats» o «*prompt gamma*». A partir d'ací, ningú no avesat a la física nuclear crec que sabia seguir amb facilitat el conjunt de dades, fórmules, deduccions, càlculs, inferències i conclusions que Marina ha sabut gestionar sobre la base d'un prototip de càmera Compton anomenat MACACO —sempre demostren tenir sentit de l'humor, els científics, en aquestes coses— i fent servir, igualment, unes determinades simulacions informàtiques. M'estalviaré ara i ací, per descomptat, la temptació d'intentar resumir o reformular l'intrincat món dels experiments estudiats per Marina, amb feixos de protons, simulacions Montecarlo, detectors de silici, plans escintil·ladors, fotons monocromàtics i no sé quantes virgueries tecnològiques més. Entre altres coses, perquè de seguida em perdria en un laberint de xifres, mesures i sigles: PG, MeV, keV, TWC, PMMA, CNR... Però de cap de les maneres no voldria

El format de la litúrgia de la defensa de la tesi va ser molt diferent al que em resulta familiar en l'àmbit de la filologia, amb un veritable bombardeig de preguntes indiscriminades per part dels membres del tribunal.

que la meua ignorància —trista, total i absoluta en aquest complex camp d'investigació— fora un obstacle per a reivindicar i posar en valor allò realment essencial d'una tesi com la de Marina: la conquesta de nous coneixements que poden servir —poca broma— per a millorar la precisió de les teràpies radiològiques contra el càncer. I això, des d'un camp, el de la física nuclear, que a priori semblava situat en una parcel·la del coneixement molt allunyada a la de la medicina.

—Estic ací per convicció... —em va voler explicar al final de l'acte de defensa, mentre esperàvem la resolució del tribunal, el senyor **José Bernabeu Alberola**, de Mutxamel, catedràtic especialitzat en física de partícules que va seguir atentament tot l'acte de defensa i que, per això mateix, vaig tenir l'oportunitat de conèixer i saludar en persona—. Perquè tesis com la de Marina demostren això que jo sempre he volgut creure: que les investigacions que fem en física teòrica —el doctor Bernabeu, com se sap, va treballar durant anys en la Divisió de Física Teòrica del CERN, a Ginebra— prompte o tard acaben tenint una aplicabilitat directa per a la millora de la qualitat de vida de les persones.

No puc estar més d'acord amb el professor Alberola. El coneixement sempre ha estat, sens dubte, una clau mestra que obri diferents portes d'accés al progrés i a la civilitat. I tinc per a mi que tesis com la de la meua neboda Marina —que no deixa de ser, si es vol, «una entre tantes», que diria **Estellés**—, a pesar de no obrir telenotícies i de no aparèixer mai en les portades dels diaris, són les que en realitat propicien els més importants salts de qualitat per al progrés i la civilitat humanes. No les guerres, no els crits, no els discursos abrandats; no els conflictes, no les repressions, no les armes, no les banderes, no: són, per contra, els investigadors, els científics —els mestres, els metges, els músics, els artistes, els poetes— els qui fan millor, més rica, més digna i més bella la vida humana. Hamàs, **Netanyahu**, **Putin** i **Zelensky** podran centrar vergonyantment, tant com voldrem, l'atenció mediàtica de més de mig món. D'acord. Però no ens equivoquem: la veritable revolució, la més espectacular de les conquestes, la més gloriosa victòria que podem imaginar per a la condició humana no es produeix mai de la mà de les bombes, els tancs, els avions, els míssils i les metralladores als camps de batalla, sinó gràcies al treball pacient, perseverant i silent que les investigadores i els investigadors duen a terme als laboratoris i els seminaris dels centres d'investigació. «En un to veu extremadament baix», com qui diu: sovint amb paraules mussita-

des com qui parla al coll de la camisa. De manera que, si bé es mira, la més gran *revolució* de la humanitat no és, en realitat, una revolució sinó una simple *evolució*: l'evolució del coneixement, de la ciència i de la tecnologia. «Corregir i augmentar: això és la cultura», en diria **Joan Fuster**...

Per això no puc sinó afermar-me, afirmar-me i reafirmar-me ara mateix en l'orgull. I compartir-lo públicament: «No puc estar més orgullós, de la meua neboda Marina.» De la meua neboda Marina i —clar!— de totes les Marines que, a poc a poc, conquereixen noves quotes de coneixement per al saber humà: un coneixement que, de més a més, es pot transferir a l'optimització de teràpies mèdiques —com ara la irradiació de tumors amb protons— o a mil i una formes d'ampliació de les possibilitats, els plaers, les expectatives i les esperances de la vida humana. Orgull, dic. Fins a l'extrem impagable de l'emoció més pura i sincera. Perquè —açò volia compartir— mentre Marina explicava al tribunal en el seu anglés desimbolt els resultats de les seues investigacions sobre feixos de protons, rajos gamma, càmeres Compton, detectors de silici, mètodes de reducció de fons i no sé quines complexitats més, vaig sentir que dins de mi alguna cosa molt feble i sensible s'estremia, i que una rara felicitat em recorria l'esquena de dalt a baix, talment com un camí de formigues. Admirava al meu costat mon pare, **Nicolau Borja**, «el iaio Colau», perfectament bocabadat com jo; el meu germà **Nicolau Borja** i la meua cunyada **Isa Lloret**, una mica més avant, igualment fascinats amb les explicacions de Marina... I em va arribar a vindre al pensament, fins i tot, la memòria del meu iaio Colau, Nicolau Borja, *Colau el Pouero*, que a penes no vaig arribar a conèixer perquè va morir quan jo tenia només cinc anys, però que perfectament recorde com un home bo, honest, humil, generós i esforçat. Va ser emigrant. I llaurador. I es va haver de sacrificar heroicament —la història forma part de l'imaginari familiar íntim— perquè mon pare poguera estudiar una primera carrera universitària en la nostra família: de la mateixa manera que els meus pares s'hi van esforçar per garantir-nos l'opció d'una formació superior als tres germans que som; i els tres germans farem el que podrem per l'educació dels nostres propis fills; i etc.

I ho vaig veure clar: el simple fet que Marina, la nostra Marina, haja aconseguit escrutar aquest o aquell altre secret de la física corpuscular; que hi haja fet una nova conquesta de coneixement i en pugua compartir els resultats amb altres especialistes internacionals que se situen a l'avantguarda de la física nuclear... Aquest simple fet, dic, situa una família com la nostra al bell mig de l'aventura més extraordinària que mai no ha protagonitzat l'espècie humana al llarg de la seua llarguíssima història. Que és, sens dubte: la de la conquesta i la democratització del coneixement.

Gràcies i enhorabona, Marina: a tu i a les teues directores de tesi, **Gabriela Llosá** i **Ana Ros**. Per més que no obrirà telediaris ni apareixerà en la portada del diaris, la vostra heroïtat ens redimeix i ens permet de recuperar, a pesar de tot, una plena confiança en la condició humana.

La importància actual de l'espín de l'electró

Miguel Angel Sanchis Lozano

Departament de Física Teòrica i Institut de Física Corpuscular CSIC-UV

Roger Sanchis Gual

Institute for Robotics and Intelligent Systems, ETH-Zurich (Suïssa)

Introducció històrica

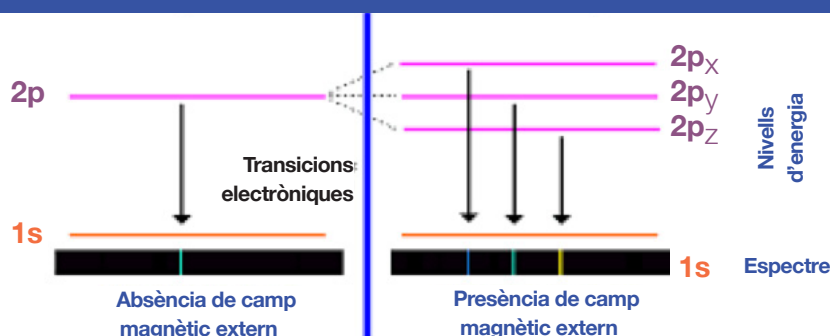
Com ensenya la història de la ciència, una troballa experimental no sempre coincideix amb allò que teòricament s'esperava dins d'un cert paradigma científic, sovint obrint una perspectiva nova d'on emergeix una teoria més general, que no anul·la totalment l'anterior, sinó que l'amplia. Això va ocórrer amb l'experiment de **Stern i Gerlach** (ESG d'ara endavant) el 1922, amb el descobriment *a posteriori* de l'espín de l'electró. De fet, el resultat experimental va ser interpretat incorrectament al principi, com veurem més avall, però, no obstant això, va donar suport a la teoria quàntica primitiva que encara es trobava a les beceroles. El 1900, **Max Planck** (en un "acte de desesperació", segons afirmà ell mateix) havia iniciat una revolució en la física explicant l'espectre d'emissió del cos negre, en postular que l'energia no es podia intercanviar entre els cossos de manera continua, sinó en unitats discretes, els quants. **Niels Bohr**, aplicant aquesta línia als espectres atòmics, va proposar el 1913 un model on només certes òrbites circulars eren permeses d'acord amb unes regles de quantització del moment angular orbital. Poc després, **Arnold Sommerfeld** va ampliar les òrbites possibles passant a ser el·líptiques en general, per tractar d'entendre el desdoblament de nivells energètics en subcapes evidenciat per l'espectroscòpia atòmica d'alta resolució. Cal destacar la important aportació experimental de **Miguel Catalán** per haver estudiat l'espectre del manganés, reconeguda internacionalment. El terme "multiplets" per referir-se a esta estructura de nivells es deu a ell.

Ara bé, l'anomenat a vegades *model de Bohr-Sommerfeld-Catalán*, incloent-hi al savi aragonès, mancava d'una base teòrica sòlida i va caldre esperar una formulació més rigorosa de la Mecànica Quàntica deguda a **Werner Heisenberg** i **Erwin Schrödinger**, entre altres. Llavors, cap als anys 1920, la comunitat científica encara era reticent a acceptar la teoria quàntica amb tants conceptes contraintuïtius, però una prova definitiva de la seua validesa estava en camí. Es tractava del ja citat ESG on es proposava detectar l'anomenada quantització espacial dels orbitals atòmics en interacció amb un camp magnètic estàtic extern, com detallarem en la secció següent.

Però abans d'això, tornem per una estona als espectres atòmics, una peça fonamental per a la constatació de l'existència de nivells energètics discrets, inherent a la teoria quàntica.

L'efecte Zeeman (descobert per **Pieter Zeeman** el 1896) consisteix en el desdoblament de les línies espectrals en més components (i els corresponents nivells energètics) quan els àtoms es situen dins d'un camp magnètic feble. Es distingeix entre l'efecte Zeeman normal i l'anòmal, l'últim observat per **Thomas Preston**, que presentava unes característiques distintes (una multiplicitat diferent) inexplicables segons el model quàntic primitiu. Per aquesta raó, es va anomenar *anòmal*: encara no hi havia cap explicació satisfactòria (a falta de l'espín) per a aquests casos, malgrat que son més freqüents del normal en espectroscòpia.

EFECTE ZEEMAN



Efecte Zeeman normal: desdoblament de nivells d'energia d'un àtom en presència d'un camp magnètic feble, donant lloc a tres ratlles on abans no n'hi havia més que una.

En efecte, per una banda, la física clàssica podia proporcionar una explicació raonable, tant quantitativa com qualitativa, de l'efecte Zeeman normal invocant la força de Lorentz d'un camp magnètic extern exercida sobre els electrons en òrbites permeses segons el model de Bohr-Sommerfeld. Per contra, era totalment incapaç d'explicar l'efecte Zeeman anòmal, com el desdoblament en multiplets de la sèrie de línies del sodi, en lloc de tres línies com és el cas normal.

A més a més, quan examinem amb alta resolució les línies de l'espectre d'àtoms com l'hidrogen (alcalins), sense cap camp magnètic extern, trobem que són doblets però poc espaiats entre ells, allò que es coneix com a *estructura fina*. És el cas de la línia groga del sodi, que en realitat es resol en dos línies molt pròximes. El seu origen radica en les correccions relativistes del moviment de l'electró al voltant del nucli, incloent la interacció espín-òrbita, essent la constant d'estructura fina $\alpha \approx 1/137$ (introduïda per Sommerfeld), el paràmetre fonamental que regeix l'ordre de magnitud de l'estructura fina dels nivells atòmics ($\approx \alpha^2$).

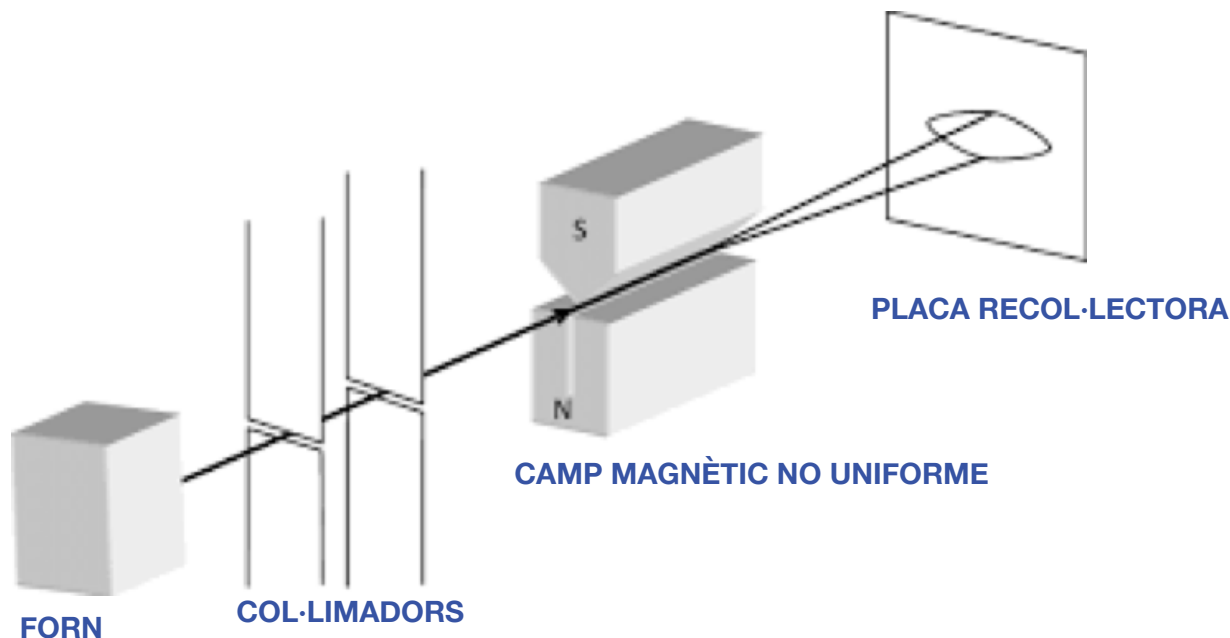
L'efecte Zeeman anòmal havia captivat l'interès d'**Alfred Landé** que estava treballant en un model semi-empíric de l'àtom, a Tübingen, Alemanya. L'any 1925, un jove físic anomenat **Ralph Kronig**, original de la universitat de Colúmbia (EUA) i en viatge d'estudis per Europa, arribà a Tübingen per col·laborar amb Landé, Gerlach i **Pauli**. El dia següent d'arribar va explicar a Pauli la idea d'un electró girant al seu voltant: l'espín (*spin* en anglès significa girar al voltant d'ell mateix) com a solució de l'ESG. Pauli, que ja estava barrejant un possible quart nombre quàntic pels electrons lligats a l'àtom, a banda dels tres ja co-

neguts (principal, orbital i magnètic), va rebutjar no obstant això l'idea de Kronig perquè una visió clàssica d'un electró, girant com si fora una boleta, condueix a dificultats insuperables com, per exemple, superar la velocitat de llum en la seua perifèria.

L'experiment de Stern-Gerlach i el descobriment a posteriori de l'espín

Otto Stern va nàixer el 1888 a la ciutat de Zory dins de l'antic regne de Prússia, mentre que Walther Gerlach, nascut el 1889, era natural de Briebich aleshores també pertanyent a Prússia. Després d'haver recorregut diverses universitats com a investigadors, van coincidir en Frankfurt el 1920. Stern, que havia sigut el primer estudiant d'Albert Einstein a Praga i poc després a Zurich, estudiava els feixos moleculars a l'Institut de Física Teòrica sota la direcció de Max Born. Per la seua banda, Gerlach treballava al veí Institut de Física Experimental mesurant la desviació d'àtoms de bismut per un camp magnètic no homogeni. Una fructífera casualitat.

El 1922, Stern i Gerlach van realitzar en una Alemanya en recessió un experiment històric que va contribuir fonamentalment a acceptar i desenvolupar la teoria quàntica recentment formulada per Bohr i Sommerfeld. La idea era enviar un feix d'àtoms neutres de plata, ben col·limats, a través d'un camp magnètic no uniforme, perpendicular a la direcció de moviment del feix. Cada àtom es comportaria com un imant xicotet sota l'acció del camp magnètic del dispositiu, ja que hom pensava que l'últim electró desparellat de l'àtom de plata tenia un nombre quàntic azimutal igual a 1, és a dir, un moment angular orbital i llavors un moment dipolar magnètic diferent de zero.



Esquema de l'experiment de Stern i Gerlach, el 1922. Un feix ben col·limat d'àtoms de plata neutres escalfats en un forn travessa una regió amb un camp magnètic no homogeni i un altre d'uniforme, i que es desvia en dos trajectòries que originen, sobre una placa recol·lectora, dos taques simètriques amb un espai buit en mig. La física clàssica, en canvi, predeia una taca continua. L'explicació final de la quantització espacial observada suposà el descobriment experimental directe de l'espín de l'últim electró (desparellat) de la plata, i les seues dos possibles orientacions respecte al camp magnètic aplicat. Aquest experiment ha estat repetit amb diferents elements químics, com ara l'hidrogen o el sodi, amb el mateix resultat.

La física clàssica predeia que, segons l'orientació (a l'atzar) del moment dipolar magnètic de l'àtom de plata, la força actuant sobre els diferents àtoms seria distinta, desviant la trajectòria en diferent grau. Doncs, s'esperava una taca continua d'àtoms de plata a la placa recollidora situada a l'eixida de l'imant.

En canvi, d'acord amb la teoria quàntica, cada àtom hauria d'orientar-se cap amunt o cap avall (respecte al camp magnètic extern) amb una probabilitat del 50% cadascuna, sense possibilitats intermèdies, un fenomen típicament quàntic! Aleshores, la meitat dels àtoms de plata estarien sotmesos a una força en direcció contrària a l'altra meitat, en desplaçar-se per la regió de l'imant, de manera que la taca final estaria formada només pel contorn de la clàssicament predita taca continua. Quan Born mateix dubtà de la viabilitat d'aquest tipus d'experiments, Gerlach va contestar: "cap experiment és tan simple que no merezca la pena d'intentar-ho".

Després de resoldre nombrosos problemes tècnics, Stern i Gerlach van trobar, com esperaven, que els àtoms desviats es concentraven a la pel·lícula de detecció en dos úniques taques allargades, en lloc d'omplir totalment la zona entre elles. En un principi, Stern i Gerlach suposaren que aquesta quantització espacial era deguda al moment magnètic orbital no nul de l'àtom de plata, com hem dit més amunt.

Però la història no acaba aquí. El 1927, un dels estudiants de Stern, **Ronald Fraser**, revisant els càlculs del moment magnètic orbital de l'àtom de plata va trobar que era... zero! En un llenguatge actual podem dir que la plata té 47 electrons: 46 omplint els primers orbitals, mentre que l'últim es troba a l'orbital esfèric 5s. Això significava que el feix de plata no hauria d'haver-se dividit en dos i, aleshores, el fonament teòric del resultat de l'ESG era incorrecte.

Hi ha una relació general, ja provenint de la física clàssica, entre el moment magnètic μ i el moment angular L d'una partícula. En el cas de l'electró:

$$\vec{\mu}_L = -g \frac{e\hbar}{2m} \vec{L}$$

on \hbar és la constant de Planck reduïda ($\hbar/2\pi$), m i e són la massa i la càrrega de l'electró, respectivament. El moment angular orbital L està expressat en unitats de \hbar .

L'anomenat factor g_L de Landé representa la raó giromagnètica entre el moment dipolar magnètic (expressat en unitats del magnetó de Bohr $\mu_B = e\hbar/2m$) i el moment angular corresponent. Notem que g_L val 1 en el cas orbital coincidint amb el cas clàssic, però mantenim el símbol per raons de simetria amb l'espín com veurem a continuació. Observem que si el moment angular orbital L és nul, el moment dipolar magnètic μ associat també ho serà i, per tant, la interpretació de l'ESG inicial era clarament incorrecta.

Ara bé, per aquell temps ja s'havia proposat un nou nombre quàntic que podria explicar l'efecte Zeeman anòmal, assolint una de les proves experimentals més firmes de l'existència de l'espín

i el recolzament de la teoria quàntica en darrera instància.

D'acord amb aquesta hipòtesi, un electró posseeix un moment magnètic com a conseqüència d'un moment angular intrínsec d'espín S , introduït per **George Uhlenbeck** i **Samuel Goudsmit** de manera totalment independent pocs mesos després de la proposta fallida de Kronig a Pauli. Llavors

$$\vec{\mu}_S = -g_s \frac{e\hbar}{2m} \vec{S}$$

on S està també expressat en unitats de \hbar .

Amb el fi de reproduir adequadament els desdoblaments de les ratlles espectrals dels àtoms alcalins (més enllà de l'hidrogen) calia ficar a mà $g_S=2$, és a dir, el doble del factor orbital $g_L=1$. En canvi, el desdoblament en doblets de nivells de l'hidrogen només requeria $g_S=1$, ja que les correccions relativistes de Sommerfeld eren suficients per a reproduir l'espaiat del doblet. Un mal de cap! Aquesta fou una de les raons per les quals Pauli va rebre amb desconfiança la introducció de l'espín de l'electró suggerida per Kronig, i poc després per Uhlenbeck i Goudsmit.

Però el 1925 **Llewellyn Thomas** va aconseguir demostrar que en el cas del hidrogen el g_S efectiu és 1 (en lloc de 2) mentre que en altres àtoms polieletrònics l'espín de l'electró és necessari per a explicar correctament el desdoblament de nivells, i les correccions relativistes no són suficients. Per fi, Pauli va quedar convençut sobre la realitat de l'espín com a propietat quàntica fonamental de l'electró associat a un moment magnètic intrínsec, no provenint d'una interpretació clàssica d'un electró-boleta en rotació.

Doncs, l'espín de l'electró postulat *ad hoc* per explicar l'estructura fina dels espectres atòmics (o interacció espín-òrbita), i el resultat de l'ESG *a posteriori*, esdevingué acceptat per la majoria de la comunitat científica d'aleshores. No obstant això, encara faltava trobar un fonament teòric dins de la mecànica quàntica, perquè era clar que el seu origen estava fora de l'esfera de la física clàssica. Buscant un formalisme adequat, el 1927 Pauli va reescriure l'equació de Schrödinger introduint un nou terme d'interacció entre l'espín de l'electró i un camp magnètic. Malauradament, aquest intent patia *ab initio* d'un abast limitat perquè l'espín s'havia introduït a mà i l'equació era no relativista, restant-li un caràcter fonamental dins de la física.

Va ser el 1928, quan **Paul Dirac** va formular l'equació relativista correcta de l'electró, que descriu adequadament la interacció d'un electró amb un camp electromagnètic. En efecte, l'anomenada equació de Dirac parteix directament de la física relativista d'Einstein, descrivint una partícula puntual (sense extensió) de moment angular intrínsec d'espín $1/2$ (en unitats de \hbar). En el límit no relativista i en interacció amb un camp magnètic, reproduceix de manera natural l'equació de Schrödinger-Pauli, amb el factor $g_S=2$ (tot un èxit gens trivial!) a més a més de l'efecte Thomas de

l'estructura hiperfina. Assenyalem que, numèricament, el moment dipolar magnètic de l'electró està donat pel magnetó de Bohr.

D'altra banda, la introducció de l'espín de l'electró quedava fonamentada sobre principis físics molt fermes, i va ser íntimament lligat a la relativitat einsteiniana. Destaquem igualment que l'espín és un concepte típicament quàntic, no essent possible arribar a un límit clàssic perquè és proporcional a \hbar . Llavors, l'electró no és una “boleta” que gira al seu voltant, i l'espín és una propietat intrínseca de les partícules com són la carrega elèctrica o la massa.

A més a més, la mateixa equació de Dirac implica l'existència de l'anomenada “mar de Dirac”: un nombre infinit de solucions d'energia negativa (no observables), origen del concepte de antipartícula en aquell moment. En altres paraules, Dirac va mostrar que el problema relativista i quàntic d'una única partícula perd sentit, suggerint fortament la necessitat de una teoria quàntica de camps. Però això es una altra història a desenvolupar en un altre article.

No obstant això, l'elegant simplicitat de l'equació de Dirac, i el seu poder de predicció (com l'existència de la antimatèria, en particular dels positrons), va donar l'espenta definitiva per a l'acceptació de l'espín dins de la comunitat científica. Vertaderament, a banda d'explicar correctament els espectres atòmics, l'espín juga un paper fonamental en moltes de les propietats físicoquímiques de la matèria, a diversos nivells o escales. Per exemple, duplica el nombre d'electrons al poblar els estats quàntics dels àtoms polieletrònics, respectant el principi d'exclusió de Pauli. Sense l'espín com a nombre quàntic, la taula dels elements químics seria molt diferent de la que coneixem. I el món que coneixem també.

Assenyalem finalment que l'espín no es exclou de les partícules elementals (puntuals) com els electrons, sinó que partícules compostes, com protons i neutrons, gaudixen d'eixa propietat quàntica. També el nucli atòmic pot tindre un espín resultant de la superposició dels espins dels nucleons atòmics. De fet, la interacció entre l'espín nuclear i l'escorça electrònica de l'àtom dona lloc a l'estructura hiperfina dels espectres atòmics que no tractarem ací.

Cercant Nova Física amb l'espín

L'equació de Dirac prediu directament, sense més “additius” teòrics, el valor $g_e=2$ que com hem dit es correspon prou bé amb el valor necessari per explicar l'estructura fina i l'ESG. En realitat aquest valor s'aplica no sols a l'electró sinó a qualsevol partícula d'espín $\frac{1}{2}$, anomenades genèricament *fermions* (en honor a **Enrico Fermi**). Per exemple, el muó, una altra partícula elemental de la família de l'electró però cent vegades més massiva i inestable, també és un fermió. Els muons es produeixen en les interaccions dels raigs còsmics a l'alta atmosfera, o en acceleradors de partícules. Per distingir el factor d'espín g_S de l'electró i del muó, a partir d'ara escrivirem g_e i g_μ , respectivament. En primera aproximació es verifica que

$$g_e = g_\mu = 2$$

No obstant això, les partícules fins i tot elementals poden (i ho fan) interaccionar amb elles mateixes i el buit (quàntic) al seu voltant, canviant les seues característiques pròpies com ara l'espín.

La desviació respecte al valor 2 d'una partícula pura de Dirac, com l'electró, s'escriu introduint el factor a_e tal que:

$$g_e = 2(1 + a_e)$$

La primera correcció al valor esperat de g_e per a l'electró vas ser calculada la primera vegada per **Julian Schwinger** obtenint

$$a_e = (g_e - 2)/2 = \alpha/2\pi$$

Però aquesta correcció només és en primera aproximació. Moltes més correccions addicionals s'han aplicat al càlcul teòric assolint una extrema precisió i un excel·lent acord amb la determinació experimental: 0,21 parts per milió! Un dels millors resultats de tota la física i un èxit rotund de la teoria quàntica aplicada a l'electromagnetisme (electrodinàmica quàntica).

Amb eixe extraordinari acord, ara analitzarem el moment magnètic del muó mitjançant el corresponent factor:

$$a_\mu = (g_\mu - 2)/2$$

que podria obrir una porta a l'anomenada Nova Física. El muó ofereix una millor oportunitat que l'electró degut a la seua major massa, suposant que els nous efectes son proporcionals a les masses.

Recentment s'ha mesurat al laboratori Fermilab (EUA) l'anomalia per al cas del muó, $a_\mu = 0,00116592059(22)$, on entre parèntesi s'indica l'error. D'altra banda, el resultat teòric obtingut en càlculs molt detallats és: $a_\mu = 0,00116591810(43)$, la qual cosa representa una discrepància lleugerament superior a cinc desviacions típiques. Representa aquesta troballa una evidència de Nova Física? És possible, però encara el càlcul teòric es troba sota intensa discussió en torn a la contribució del buit a l'espín del muó.

Aplicacions tecnològiques de l'espín

Com la història, un descobriment, esperat o no, de ciència “pura” sovint dona lloc a aplicacions pràctiques insospitades en el moment de la troballa. El cas de l'espín és paradigmàtic i la llista d'aplicacions hereves de l'ESG i de l'espectroscòpia atòmica seria llarguíssima de descriure en un article com aquest. Només ressaltarem algunes branques de la ciència i la tecnologia on l'espín juga un paper fonamental, sense un caràcter exhaustiu.

Magnetisme molecular i de materials

A partir de l'ESG hem comprovat com l'àtom neutre de plata és comporta com un xicotet imant. Això és un exemple particular del comportament magnètic de la matèria (paramagne-

Una troballa experimental no sempre coincideix amb allò que teòricament s'esperava dins d'un cert paradigma científic, sovint obrint una perspectiva nova d'on emergeix una teoria més general, que no anul·la totalment l'anterior, sinó que l'amplia.

tisme), on un electró desacoblat proporciona un moment dipolar magnètic permanent a nivell atòmic o molecular. Com a conseqüència, un material paramagnètic és atret feblement pels camps magnètics. Ara bé, la majoria de la matèria és diamagnètica, la qual cosa ocorre quan no hi ha moment magnètic net causat pel espín dels electrons. Aleshores, quan s'apropa un camp magnètic a una substància diamagnètica, aquesta és repel·lida degut a la llei de Lenz aplicada a les òrbites atòmiques, com si foren xicotetes espirals.

Anant a una escala superior, les propietats magnètiques de les molècules depenen de la disposició i orientació dels moments dipolars magnètics dels àtoms constituents (actuant com menuts imants) determinats en gran mesura pels espíns dels electrons, com ja hem comentat. És interessant anomenar aquí els anomenats nano- o micro-robots (amb grandàries del nano al micròmetre) que en un futur proper es podran guiar magnèticament dins del cos humà amb finalitat biomèdica, tant en la diagnòsi com en el tractament de malalties.

A escales encara superiors, com és el cas dels materials ferromagnètics (ferro, níquel, cobalt...), els moments magnètics atòmics determinats per l'espín s'alini dins d'una xarxa cristal·lina en la mateixa direcció, constituint regions de grandària macroscòpica, anomenades dominis. Així es poden formar els imants permanents. Pel contrari, en el cas de l'antiferromagnetisme, els moments magnètics dels àtoms o molècules s'orienten en direccions oposades, de manera que s'anul·len mútuament. Si l'anul·lació no és completa, els materials s'anomenen ferrimagnètics, com és el cas de la magnetita (òxid de ferro), coneguda des de l'antiguitat i que va donar el nom al fenomen (de la regió Magnèsia, a Grècia).

El camp de la ciència de la matèria condensada és d'interès tant en recerca fonamental com en aplicacions pràctiques: nous materials i dispositius electrònics i magnètics. Per exemple, l'espintrònica bàsicament consisteix en utilitzar les propietats de l'espín (i la seua polarització)

en corrents, per construir dispositius com discos d'emmagatzematge massiu d'informació. A més a més, el futur dels ordinadors quàntics radica en l'ús de qubits basats en l'espín de l'electró i les seues característiques típicament quàntiques, tal com l'enllaçament.

En el següent apartat desenvolupem una altra important i coneguda aplicació de l'espín per al diagnòstic mèdic.

Ressonància Magnètica Nuclear

La Ressonància Magnètica Nuclear (RMN) és una aplicació mèdica derivada directament del moment magnètic del nucli atòmic, i la seua interacció amb un camp magnètic extern. Aquest mètode de diagnòstic proporciona una imatge detallada de les toves del cos humà, especialment gràcies als protons (hidrogen) que constitueixen la molècula d'aigua, un component majoritari dels teixits orgànics. Recordem que el protó posseïx un espín $\frac{1}{2}$ (com l'electró) amb un moment magnètic propi.

El funcionament de la RMN està essencialment basat en l'aplicació d'un camp magnètic uniform intens als teixits a estudiar, que orientarà els protons (de l'hidrogen) segons la seua direcció. Aleshores, podem distingir dos estats possibles definits per la projecció de l'espín al llarg del camp magnètic (com el cas de l'ESG), amb una diferència d'energia entre ells ben definida (com l'efecte Zeeman).

Si ara s'aplica un pols de radiofreqüència amb la freqüència coincidint amb aquesta diferència d'energia, es produirà un màxim d'absorció (ressonància!) pels protons, passant del nivell energètic més baix al superior, que es pot detectar electrònicament. Allò permet, mitjançant un tractament de dades utilitzant un ordinador i un software sofisticat, reconstruir per "illesques" una imatge 3D molt detallada de la regió del cos estudiada.

Assenyalem que recentment hom ha llevat el terme "nuclear" de la RMN en els informes mèdics habituals, deixant tot curt Ressonància Magnètica (RM). Possiblement el motiu és evitar una connotació negativa en la prova de cara als pacients. En realitat, la RMN no representa cap perill per a la salut perquè no hi ha cap radiació ionitzant.

Resum

L'espín, descobert per una combinació de factors casuals i serendipitat, ha jugat un paper fonamental en la física moderna en l'acceptació i posterior desenvolupament de la mecànica quàntica al llarg del segle XX. Amb seguretat, sense l'ESG dels anys 20, l'espín s'haguera descobert d'una manera o una altra, però la història de com s'aconseguí posar-ho en evidència és una mostra de com avança la ciència, no sempre en línia recta, amb errors i rectificacions sobre la marxa, i contribucions acumulatives de molts científics.

Essent un efecte quàntic i relativista alhora, les seues implicacions cobreixen moltíssims camps teòrics i tecnològics, com hem assenyalat.

BERTA BENZ

Pionera de l'automòbil

Belén Ferrer

Departament d'Enginyeria Civil · Universitat d'Alacant

De sobres és conegut que a les dones no se'ls va permetre accedir a estudis superiors fins fa relativament poc temps. Tanmateix, això no ha evitat que algunes d'elles hagen arribat a ser grans enginyeres o inventores, encara que sense titulació acadèmica. Un dels casos més coneguts, per la seua recent adaptació al cinema, és la història de **Berta Benz**.

Berta va viure en un temps en el qual, no sols no va poder estudiar, sinó que ni tan sols podia disposar de diners propis, o de les inversions que havia realitzat, una vegada que s'havia casat. I això era important, si és el cas, perquè procedia d'una família acabalada i això li donava una suficiència econòmica important. Tant és així que, en 1870 va usar part del seu patrimoni per a invertir en l'empresa del seu futur marit i convertir-se en la seua sòcia. Gràcies a aquesta inversió, **Carl Benz** va poder registrar la primera patent de l'automòbil, un tricicle motoritzat la velocitat punta del qual era d'uns 16 km/h. Però, una vegada casada, ella va perdre els seus drets sobre les inversions que havia fet i va deixar de ser sòcia de l'empresa.

Malgrat això, quan es van adonar que l'invent no es venia perquè es considerava poc menys que una curiositat, va ser ella la que va aconseguir demostrar la utilitat de l'invent fent una demostració experimental. I ací és on la senyora Berta esdevé enginyera *de facto*, tot i no tindre'n estudis acadèmics. En termes generals, en l'àrea de l'enginyeria l'objectiu fonamental és resoldre problemes; en funció del tipus de problemes que es plantegen es pot dividir l'àrea en enginyeria aeronàutica (problemes relacionats amb navegació marítima i aèria), enginyeria civil (problemes relacionats amb la implantació i comoditat de les persones en el seu entorn), enginyeria agrònoma (problemes relacionats amb el millor aprofitament agropecuari) o enginyeria d'automoció (problemes relacionats amb la millora dels vehicles de tracció motora), per exemple, entre moltes altres existents en l'actualitat. De fet, en una època en què l'enginyeria d'automoció no existia perquè encara s'estaven inventant els vehicles de tracció motora, podríem dir que Berta Benz va ser la primera persona que va exercir d'enginyera d'automoció, no ja la primera dona, sinó la primera persona.

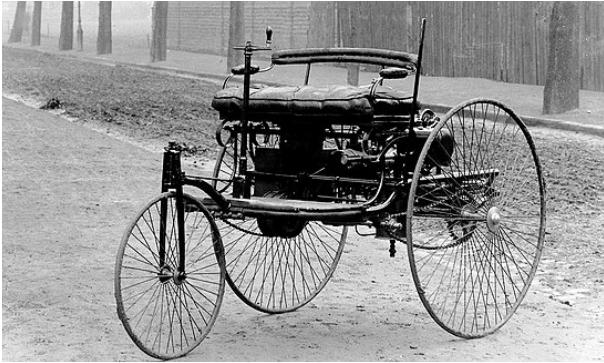
Els mèrits que la van portar al fet que puguem considerar-la de tal manera es poden consultar en diferents llocs, i per això ací en farem només un resum. Per demostrar la utilitat del vehicle de motor de combustió, Berta va decidir que la millor manera era fer una demostració expe-



Berta Ringer (cognom de fadrina) el 1871. Imatge de https://es.wikipedia.org/wiki/Bertha_Benz

rimental i que aquesta havia de ser d'una certa envergadura perquè no hi haguera dubtes sobre la seua utilitat. Atés que sa mare vivia a uns 100 km, li va semblar que visitar-la utilitzant aquest mitjà de locomoció seria determinant per a demostrar la seua utilitat. Certament, era una decisió arriscada, amb la velocitat mitjana del vehicle s'aventurava a unes 10 hores de viatge, a més, per uns camins pedregosos i amb un vehicle que únicament havia sigut provat en trajectes curts. Per descomptat, se'n va anar de matinada i sense el vistiplau del seu marit que, molt probablement, s'haguera negat amb fermesa. Això sí, per no fer sola el trajecte se'n va emportar els seus fills adolescents, de 15 i 13 anys. També hem de dir que Bertha havia après mecànica de xicoteta amb son pare i estava ben segura de les seues capacitats.

El primer problema que va encarar fou la manca de combustible, que se'ls va acabar més o menys a mitjan trajecte i van haver d'improvisar per poder continuar el viatge. Afortunadament, el combustible que utilitzava aquest primitiu vehicle era un derivat del petroli que s'usava com a producte de neteja i que es venia en farmàcies. Així que



Vehícle patentat per Carl Benz amb el finançament aportat per Berta Ringer abans de convertir-se en la seua esposa. Imatge de https://es.wikipedia.org/wiki/Benz_Patent-Motorwagen#cite_note-3

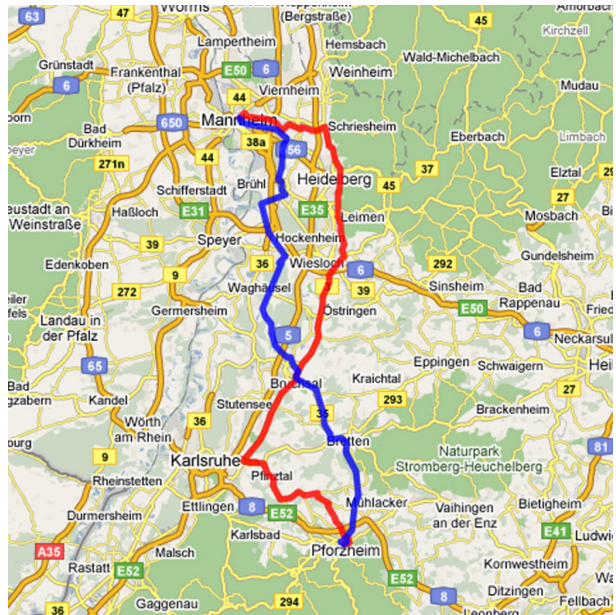


Farmàcia en la qual Berta Benz va comprar combustible per al seu vehicle. Imatge presa de <https://fronterasblog.com/2014/07/14/el-accidentado-viaje-de-la-senora-benz/>

Berta va poder comprar més combustible en una farmàcia d'un dels pobles pels quals van passar. En qualsevol cas, això va ser una nimietat per al que havia de vindre: un poc més enllà els frens es van calfar tant que corria perill la integritat del vehicle i la seguretat dels ocupants. Per tal de resoldre aquest problema, Berta va col·locar unes cobertes de cuir als frens, inventant d'aquesta manera les sabates de fre. Un altre problema que va haver de solucionar va ser una avaria en la cadena de transmissió. Una visita a un ferrer d'una de les localitats per les quals van passar va solucionar el problema, amb les indicacions precises de Berta. També va fer servir les lligacames per protegir un cable i va netejar el carburador amb la pinça del seu barret. Finalment, alguns conductes que portaven el combustible al motor es van embossar, probablement a causa de la pols del camí i de les impureses del combustible. Berta va desembossar aquests conductes fent servir una forqueta llarga que portava en els cabells.

Ja de tornada, després de ni més ni menys que 194 km en condicions semblants, i una vegada superades totes aquestes peripècies, Berta va fer nombroses recomanacions per a la millora de l'automòbil, en funció de l'experiència viscuda. Aquestes millores es van incorporar al disseny i són part dels automòbils que conduïm hui en dia, com les marxades curtes per a pujar pendents o les pastilles de fre. Per descomptat, els diaris de l'època van recollir la notícia d'aquell carruatge sense cavalls, la qual cosa va resultar una publicitat immillorable i les vendes del vehicle van enlairar.

Actualment s'ha reconegut aquest viatge amb una ruta commemorativa que recrea el viatge que



Ruta seguida en el trajecte i "Berta Benz memorial route". En blau l'anada i en vermell la tornada. Imatge presa de <https://www.autoevolution.com/news/the-f-cell-roadster-on-the-bertha-benz-memorial-route-6172.html>

va fer Berta. Aquest recorregut es coneix com el *Berta Benz Memorial Route*. A més, la farmàcia en la qual Berta va comprar la lligoïna quan es va quedar sense combustible, és considerada la primera estació de servei del món i estan tan orgullosos que hi han col·locat una escultura homenatge i una placa commemorativa.

A més d'aquest reconeixement, a Berta se li va concedir el doctorat *Honoris causa* a la Universitat Tècnica de Karlsruhe. Això sí, va haver d'esperar a fer els 95 anys per a això. A títol pòstum, i en reconeixement al seu paper fonamental en la creació de l'automòbil i la promoció del seu ús, Bertha va ser inclosa en el Saló de la Fama de la Enginyeria d'Alemanya en 2011. El seu marit també la va reconèixer en les seues memòries, pel paper d'ella en aquesta aventura: «Només una persona va romandre amb mi en el petit vaixell de la vida quan semblava destinat a enfonsar-se. Aquesta era la meua dona. Valentament i decididament va posar les noves veles d'esperança.»

No ha estat l'única dona que ha contribuït al desenvolupament dels automòbils; algunes amb titulació acadèmica i la majoria sense. Per exemple, es pot citar **Margaret A. Wilcox**, que va inventar la calefacció en els vehicles l'any 1893 i es una de les primeres enginyeres mecàniques; **Mary Anderson**, que va inventar els eixugaparrabrises en 1903 sense tenir estudis; **Dorothy Levitt**, que va inventar el retrovisor i que a més era pilot d'automobilisme, o **Florence Lawrence**, que va inventar ni més ni menys que els intermitents i els llums de fre en 1914, i que va ser, també, una estrella de cinema.

Amb aquest article, a més de lloar els mèrits que s'han esmentat, esperem haver contribuït a l'interès per totes les pioneres de l'enginyeria i la ciència i que puguem, a poc a poc conèixer i recordar tots els noms de les persones que han donat forma al nostre món actual.

Emocions i alimentació

La dimensió psicològica dels hàbits alimentaris

Ana Noguera
Psiquiatra

Alguna vegada has notat que la tristesa t'ha demanat menjar xocolata? T'has parat a pensar com les emocions poden afectar la teua alimentació?

Les emocions tenen un paper fonamental en la nostra relació amb el menjar, i influeixen tant en l'elecció com en la quantitat d'aliments que consumim. S'ha observat que les emocions poden tenir una relació bidireccional amb la nostra conducta alimentària, on certes emocions poden impulsar el consum d'aliments específics i, alhora, certs aliments poden generar respostes emocionals particulars.

L'emoció, definida com un fenomen conductual complex, afecta la resposta alimentària en totes les fases del procés d'ingesta. Des de la motivació per menjar fins a l'elecció dels aliments, la masticació i la velocitat amb què els ingerim. S'ha observat que emocions negatives, com ara, ira, apatia, frustració, estrès, por, tristesa, ansietat, solitud i avorriment poden augmentar la ingesta d'aliments. Les persones amb excés de pes tendeixen a recórrer més al menjar davant d'emocions negatives, mentre que les persones amb un estat nutricional normal prefereixen augmentar la seua ingesta davant d'emocions positives.

Encarar les emocions negatives a través del menjar es realitza amb aliments que actuen sobre el sistema de recompensa neurobiològic, ge-

nerant plaer davant l'emoció negativa i afectant la síntesi de neurotransmissors, com ara la serotonina. Aquests anomenats *aliments reconfortants* solen ser alts en greixos, sucres i calories, cosa que porta a un cicle de sobrealimentació.

Alimentació, fam o gana emocional constitueixen una estratègia de regulació emocional no adaptativa que implica menjar en absència de gana com a resposta a estats emocionals negatius. Aquest comportament es considera un símptoma de trastorns de la conducta alimentària com són la bulímia nerviosa i el trastorn per afartament, encara que es pot manifestar en una varietat de situacions que no són exclusives d'aquests trastorns. La alimentació emocional no és un trastorn psicològic en si mateix, sinó un patró de conducta per a autorregular-se emocionalment mitjançant el menjar. Tot i que pot proporcionar un consol temporal, la sensació de satisfacció és efímera i sol anar seguida de sentiments negatius. En altres moments el menjar actua com a distractor momentani, desviant l'atenció de les emocions negatives, però no sent una solució a llarg termini, atès que no aborda les causes subjacents d'aquest malestar.

La fam emocional i la fam física o real es confonen fàcilment perquè es perceben d'igual manera, però tenen motivacions diferents. Aquestes són algunes de les principals diferències:

FAM FÍSICA	FAM EMOCIONAL
Apareix de mica en mica i les ganes de menjar augmenten a mesura que passen les hores.	La sensació de gana arriba de sobte i és molt intensa.
Podem esperar a menjar uns minuts o, fins i tot, unes hores.	Hem de saciar la gana en aquest mateix moment.
Som capaços de fer una altra activitat mentre esperem per dinar	Ens resulta complicat centrar-nos en una altra activitat.
Ens ve de gust qualsevol aliment i fins i tot podem menjar el que tinguem al nostre abast.	Desitgem certs tipus de menjar que, en general, solen ser més calòrics.
A mesura que ingerim aliments ens sentim satisfets i podem parar quan ens sentim saciats.	Mengem en excés, però no arribem a sentir-nos del tot saciats.
No ens sentim malament o culpables després de menjar.	Ens sentim avergonyits o culpables després d'acabar de menjar.



Nutrieat.es

L'alimentació emocional pot tenir diversos orígens. Aquestes solen ser-ne les causes principals:

1. Avorriment: El menjar actua com una distracció, omplint el buit emocional percebut.

2. Estrès o ansietat: Nivells elevats de cortisol, una hormona associada amb l'estrès, poden generar desitjos d'aliments salats, dolços o fregits que proporcionen plaer. L'estrès pot convertir el menjar en una opció de fugida o un mitjà d'alleujament emocional.

3. Depressió: L'alimentació pot servir com una manera de silenciar emocions incòmodes, i ofereix un recurs per a evitar enfrontar-s'hi.

4. Hàbits desenvolupats des de la infància: Moltes persones estableixen un vincle emocional amb el menjar, atès que durant la seua criança els pares la utilitzaven com a recompensa o càstig, i van aprendre així, erròniament, a gestionar les emocions mitjançant l'alimentació.

Quan la fam emocional es presenta de manera esporàdica a causa de situacions aïllades, no sol tenir impactes significatius a la salut. No obstant això, quan es converteix en una rutina i els afartaments són recurrents, les conseqüències poden ser tant físiques com psicològiques: augment de pes amb possible afectació a la salut general (diabetis, hipertensió) que, juntament amb la sensació de culpa posterior a la ingesta, pot tindre efectes negatius en l'autoestima i l'aparició de depressió i ansietat.

Quines solucions podem donar per identificar i abordar l'alimentació emocional? Activitats com l'exercici físic (caminar, córrer, practicar ioga, etc.) poden contribuir a mitigar els estats emocionals

que desencadenen la fam emocional. A nivell alimentari, portar una planificació correcta dels menjars, així com evitar tenir aliments inadequats a casa, permet evitar la improvisació a l'hora de la ingesta i evitar la temptació de consumir entre hores aliments poc saludables.

Sovint controlar l'alimentació emocional no és gens fàcil, de manera que l'ajuda de professionals de psicologia i de nutrició pot ser beneficiosa. Puntualment, l'ús de tractament farmacològic podria ajudar a regular els estats d'ansietat més greus, però aquesta opció hauria de ser valorada per part de psiquiatria. La funció d'aquests professionals serà ajudar a restablir l'equilibri i a comprendre en cada cas la relació entre les emocions i l'alimentació:

A nivell nutricional: Realitzar una alimentació conscient, adoptant la pràctica de menjar lentament permet identificar fàcilment la sacietat, promovent la capacitat d'aturar-se en assolir-la.

A nivell psicològic: Identificar les emocions que ens poden estar afectant ens permetrà gestionar les sensacions d'estrès i ansietat sense que impacten negativament en l'alimentació i la salut.

Reconèixer en nosaltres si estem davant d'una fam física o emocional ens donarà informació de quina relació tenim amb el menjar, quins són els nostres sentiments i quines les nostres necessitats emocionals. Comprendre la relació entre les emocions i l'alimentació és essencial per a abordar problemes relacionats amb el pes i promoure una relació saludable amb el menjar. Reconèixer i gestionar la fam emocional pot ser un pas important cap a estratègies més saludables i un benestar emocional mantingut.

Física escolar

Magnituds físiques

Albert Gras Martí

Físic · Membre de l'IEC

La Física treballa amb unes magnituds que anomenem, una mica redundàntment, magnituds físiques. També hom diu que la Física és la ciència de la mesura. La “por”, per exemple, no és una magnitud física, perquè no sabem com mesurar-la.

Tanmateix, com explica **Arons**, quan introduïm un nou concepte als alumnes, no solem insistir prou que, per cada magnitud corresponent a un concepte ‘inventat’, s’han d’abastar sis aspectes:

1) Definició (fórmula matemàtica). 2) Nom. 3) Símbol. 4) Unitats. 5) Definició operativa (el procediment pel qual es pot assignar un valor numèric a la magnitud física). 6) Significat (expressable verbalment i sense fórmules).

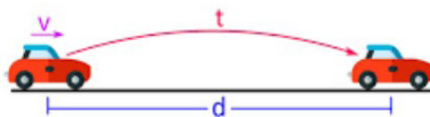
Per exemple, quan introduïm la velocitat mitjana:

1) $\Delta x/\Delta t$ (desplaçament per unitat de temps). 2) Velocitat mitjana. 3) $\langle v \rangle$. 4) m/s. 5) Cal fer lectures de posició i de temps per a dues situacions, obtenir-ne els canvis i calcular-ne el quocient. 6) És la velocitat, constant, a la qual caldria anar, per fer el mateix desplaçament total en el mateix temps.

del sistema perfum-aire. Per tant, seria perfectament possible que, en algun moment, totes les molècules de perfum tornaren a ajuntar-se en el mateix racó on eren inicialment. Tanmateix, diem que això és ‘altament improbable’.

La qualificació d’altament improbable s’utilitza, simplement, perquè l’idioma no conté prou superlatius per a subratllar com de ridículament improbable seria una violació de la Segona Llei com la descrita adés, en la qual un sistema desordenat tornés, fins i tot momentàniament, a un estat ordenat. El nombre tan absurdament enorme d’estats que són possibles en un sistema macroscòpic (i l’estat d’ordre inicial és, només, un dels moltíssims possibles) significa que les violacions de la Segona Llei només es produïrien en escales temporals inimaginables: una vegada d’entre el nombre immens que resulta de calcular exponencials d’exponencials del temps.

Per tant, la irreversibilitat impera en el nostre món i mai no observem que l’estat del sistema s’acoste a l’estat inicial. Aquesta és una bona definició operativa de la paraula “mai”.



$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

Exemples de valors mitjans i fórmula per obtenir-los. Quantitat de pizza (1/8 per persona). Nombre de fills (1,3 per família). Velocitat d’un vehicle (15 m/s). Resulta interessant demanar que els nostres alumnes (siguen de batxillerat o universitaris) expressen verbalment el significat dels valors numèrics mitjans. Allò que solen fer és repetir el ‘procediment’ (dividir el total de pizza pel total de persones, per exemple) però no el significat d’allò que n’ha resultat. Aquesta explicació hauria de ser semblant a l’expressada en el punt 6) anterior.

Operativització del concepte ‘altament improbable’

David Tong ens dona una definició operativa de l’adverbi “mai” en les seues lliçons sobre la Segona Llei de la Termodinàmica, quan descriu la irreversibilitat que veiem en el món que ens envolta: per exemple, quan aboquem una gota de perfum en un cantó d’una cambra i s’hi escampa, l’entropia del sistema augmenta. Estadísticament, diem que quan les molècules de perfum i les de l’aire es mesclen, el nombre d’estats possibles del sistema perfum-aire és molt major que quan estaven separades.

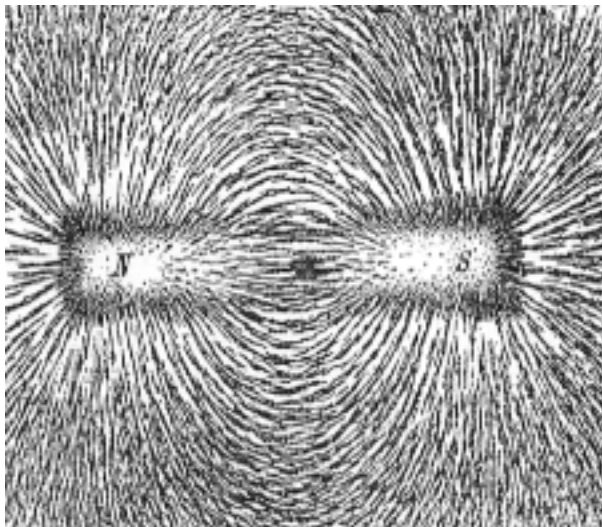
La Segona Llei té caràcter probabilístic. D’altra banda, les lleis de la Física permeten que l’evolució temporal del sistema pugui recuperar la configuració inicial, que seria un dels possibles estats

Els camps en Física

Personalment, quan comence a parlar dels camps a estudiants primerencs de Física, els compare (per deformació personal) amb els camps d’arròs del nostre país: en un camp d’arròs, hi ha arròs pertot arreu. De la mateixa manera es parla en Càlcul de camps de pendents o de derivades, o s’introdueixen els camps electromagnètics en Física Clàssica, o aprenem sobre camps materials en Mecànica Quàntica (MQ).

En la física clàssica, la raó principal per a introduir el concepte de camp és la de construir lleis de la Naturalesa que siguin locals. En efecte, la llei de **Coulomb** per a les forces elèctriques i la llei de **Newton** per a les forces gravitatòries impliquen ‘accions a distància’. Això vol dir que la força que sent un electró davant d’un protó, o la

força que experimenta un planeta davant d'un estel, canvien immediatament si l'electró o el planeta es mouen en relació al protó o a l'estel amb els quals interaccionen. Aquesta situació és filosòficament insatisfactòria, especialment si els dos objectes estan ben allunyats. I encara pitjor, aquesta predicció de les lleis de Coulomb i de Newton és experimentalment incorrecta.

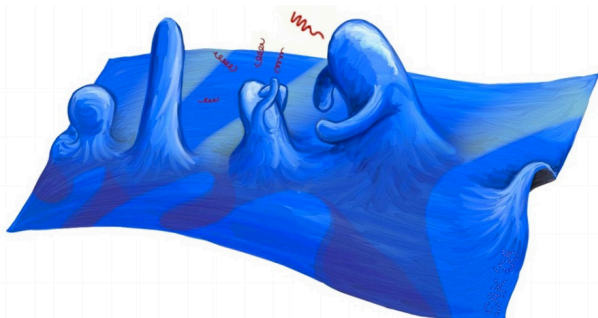


Visualització del camp magnètic creat per un imant

Les teories de camp de **Maxwell** i d'**Einstein** resolen el problema de l'acció a distància fent que les interaccions actuen de manera local, mitjançant el valor local del camp elèctric o del camp gravitatori corresponent. El concepte de camp va tindre l'entrada en física amb **Faraday**.

És curiosa la història de l'evolució dels conceptes de partícula (com ara l'electró) i de camp (com ara l'elèctric). Newton pensava en la llum com una partícula, i **Young** la imaginava com una ona. Modernament, la MQ descriu la llum en termes de dualitat ona-partícula: es manifesta d'una manera o d'una altra segons quin tipus d'experiment fem, és a dir, segons quin tipus de pregunta fem a la Naturalesa.

La física actual pren els camps com les entitats fonamentals, i les partícules com a 'excitacions' d'aquests camps. De la mateixa manera que el camp electromagnètic (la llum visible, per exemple) pot omplir un espai, i els fotons són partícules quàntiques o 'excitacions' que 'componen' la llum, a hores d'ara imaginem totes les partícules elementals com a 'excitacions' dels camps materials corresponents.



Les partícules són excitacions dels camps

Les teories de camp de Maxwell i d'Einstein resolen el problema de l'acció a distància fent que les interaccions tinguin lloc localment.

Les ones propaguen els camps

En física parlem de diversos tipus d'ones:

Les ones mecàniques, governades per les lleis de Newton, i que només poden existir dins d'un medi, com ara dins l'aigua, l'aire o les roques. Per exemple, les ones en aigua, les ones sonores i les ones sísmiques.

Les ones electromagnètiques (llum, ràdio, microones, raigs X, etc.), que no necessiten un medi material per existir. Totes elles viatgen pel buit interestel·lar a la mateixa velocitat uns 300000 km/s.

Les ones materials, associades als electrons, als protons i a totes les partícules fonamentals, fins i tot a àtoms i a molècules. És a dir, als constituents de la matèria.

Caldria afegir-hi les ones gravitacionals, detectades l'any 2015, que són ondulacions en el teixit de l'espai-temps, causades per l'acceleració d'objectes massius, com ara la fusió de forats negres o d'estrelles de neutrons.

La Teoria Quàntica de Camps (TQC)

La dualitat ona-corpúscle ens diu que les propietats dels electrons i dels fotons són molt semblants, a nivell fonamental, tot i que hi ha diferències: els electrons tenen massa i càrrega, però no els fotons. Tant fotons com electrons poden 'patir' difracció, com les ones, i fotons i electrons poden participar en col·lisions, com les partícules.

Tanmateix, els dos objectes semblen ben diferents: els electrons són partícules constituents de la matèria, mentre que els fotons apareixen com un concepte derivat, com a ondulació (com a excitació) del camp electromagnètic.

En la Teoria Quàntica de Camps, els dos objectes apareixen de la mateixa manera, com a conceptes derivats: el concepte fonamental és el de camp, no el de partícula. Els electrons (partícules) apareixen en fer la quantització dels camps, com a ondulacions d'un camp de matèria, anàlogament a com apareixen els fotons, com a ondulacions del camp electromagnètic.

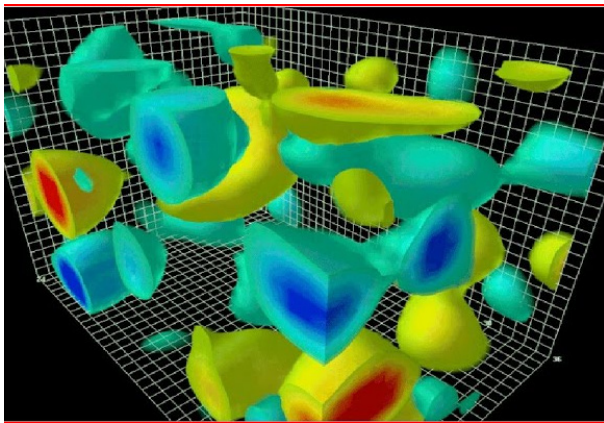
Així, per tal de descriure les lleis fonamentals de la Naturalesa, hem d'introduir un camp per a cada tipus de partícula fonamental: camps de quarks, camps de neutrinos, camps de **Higgs**, etc. D'ací el terme camps en el nom, TQC. També s'anomena Teoria Relativista de Camps, perquè és la teoria que eixampla el rang d'aplicacions de la MQ de **Schrödinger** a situacions on les velocitats involucrades són comparables a la de la llum.

Per què, la TQC?

A banda del requeriment de localitat que ja es va fer servir en Física Clàssica per introduir el concepte de camp, i que hem esmentat abans, hi ha dues raons bàsiques per tractar els camps quàntics com el concepte fonamental en la descripció de la Naturalesa.

La primera és que la combinació de la MQ amb la teoria especial de la relativitat porta a la conclusió que en un sistema tancat el nombre de partícules no es conserva. Les partícules no són objectes indestructibles que es van crear en el *Big Bang* i que continuen existint. Les partícules poden crear-se (acompanyades d'antipartícules) i destruir-se. Aquest fet es comprova a diari en els acceleradors de partícules. Ens cal, doncs, una teoria que no fixe d'entrada el nombre de partícules del sistema.

La segona raó per la qual és necessària la TQC és perquè totes les partícules del mateix tipus són idèntiques. Sembla una afirmació trivial, però no ho és. Dos electrons o dos protons, per exemple, són totalment idèntics siga quin siga el seu origen: vinguen d'un raig còsmic d'una supernova formada a milers de milions d'any llum de nosaltres, o siguen produïts en un accelerador al laboratori. El model de camp de protons, per exemple, explica que tots els protons siguen idèntics, perquè provenen del mateix 'camp', un camp que s'estén a tot l'Univers.



El buit és un bull continu de partícules i antipartícules, que es pot descriure amb les eines de la TQC

La dualitat ona-corpúscle ens diu que les propietats dels electrons i dels fotons són molt semblants, a nivell fonamental, tot i que hi ha diferències.

La TQC ha tingut un impacte important en la física de la matèria condensada, en la d'altres energies, en cosmologia, en gravetat quàntica... és el llenguatge en què s'escriuen les lleis de la Naturalesa.

En la TQC es quantitzen els camps clàssics, anàlogament a com es quantitza el camp electromagnètic en MQ, i resulta que les possibles interaccions entre aquests camps estan governades per uns principis molt bàsics i generals: localitat, simetria i renormalització (el fet que els fenòmens que ocorren a distàncies petites estan desacoblats dels que esdevenen a escales més grans). En parlarem en futurs Retalls.

Per a què la TQC?

La resposta és: per a gairebé tot. Cal fer-la servir per a qualsevol sistema relativista, però també és una eina molt útil en sistemes no relativistes que tinguen moltes partícules. La TQC ha tingut un impacte important en la física de la matèria condensada, en la d'altres energies, en cosmologia, en gravetat quàntica, etc. Fins i tot en matemàtiques pures. És, literalment, el llenguatge en què s'escriuen les lleis de la Naturalesa.



MERIDIÀ ZERO

ASSOCIACIÓ
PER LA DIVULGACIÓ
DE LA CIÈNCIA
I LA TECNOLOGIA

<https://associacionmeridiazero.com>

El preu vertader de la roba

Elisa Pedro i Segura

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

Si ens acostem al centre comercial més proper o al centre de qualsevol ciutat, veurem que la majoria de les botigues són de roba. Pareix ser que allò que més necessitem adquirir siga roba, no? Per què, sinó, el nombre de comerços tèxtils és tan elevat? Això ens deuria fer pensar si aquesta necessitat és real o és una falsa necessitat adquirida... què en penseu? Necessitem comprar roba cada setmana o cada dia, com ho fem amb els aliments? A la vista de les dades sembla que sí...arranquem!

Segons el portal Statista.com l'any 2022 es van "consumir" (sí, com si de menjar es tractara) al voltant de 170 000 milions de peces de roba al món i els ingressos generats per a aquest sector el 2021 s'aproximaren als 1,6 bilions de dòlars, amb una tendència positiva que s'estima que arribarà als 2 bilions el 2027. I per a què tanta roba? Doncs per a proveir els consumidors en un cicle viciós de microtendències. Abans, les cadenes comercials oferien 2 temporades de roba l'any, però ara algunes cadenes com Inditex o H&M poden arribar a oferir fins a 2 minitemporades la setmana o, segons com anuncia el gegant asiàtic Shein al seu web, poden oferir-se 500 novetats cada dia! Segons la fundació Ellen MacArthur Foundation, un occidental mitjà es posa una peça de roba entre 7 i 10 vegades abans de tirar-la o acumular-la sense usar. De fet, el 50% de la roba que fabriquen les grans cadenes de *fast fashion* acabarà al fem en menys d'un any. Comprar roba s'ha convertit en el lleure dels més joves i no tan joves. Mentre anar al cinema o prendre una copa al local de moda ens pot costar entre 8 i 10 €, comprar un top en una botiga de *fast fashion* es pot fer per 2 €. No hi ha més preguntes, senyoria.

Però, i com es nodreix la indústria d'aquesta lògica de consum irracional i insostenible? D'on ve tanta roba? Doncs, principalment del sud-est asiàtic, on Xina és el principal proveïdor de roba seguit de Bangladesh i Índia. Per associar la fam consumista dels occidentals les principals cadenes tèxtils compten amb milers de fàbriques (250 000 en tot el món) que donen "treball" a milions de treballadors. Però, en quines condicions? No és cap secret, les condicions de semiesclavitud en què viuen molts dels treballadors d'aquestes indústries i que han estat destapades per investigacions, com la realitzada per l'entitat Public Eye, que va denunciar l'any 2020 la situació de les treballadores dels proveïdors de la cadena Shein: treballadores sense contracte, jornades de 12 h diàries i 1 dia lliure al mes per tal que nosaltres

Per associar la fam consumista dels occidentals, les principals cadenes tèxtils compten amb milers de fàbriques (250 000 en tot el món)

Són moltes les amenaces (mediambientals, sanitàries, laborals, econòmiques..) que comporta aquest model de consum de roba ràpida

puguem comprar el nostre top de 2 € que llurem en 3 ocasions. Per no parlar de la precària seguretat de les fàbriques.

L'any 2013, l'esfondrament de la fàbrica tèxtil de Bangladesh Rana Plaza va provocar la mort de 1130 persones que hi treballaven per a abastir més de 30 marques internacionals. Segons ActionAid la meitat de les 5000 treballadores van resultar ferides i les amputacions que van patir en cames i braços els impedeixen treballar i les condemna a la pobresa extrema. El top de 2 € comença a encarir-se, no creus?



Esfondrament de l'edifici Rana Plaza Bangladesh 2013. El País

Però les alegries de la moda no acaben aquí. Des del punt de vista mediambiental la indústria tèxtil és la segona més contaminant del planeta darrere de la petrolera i per davant de la ramadera. S'estima que és culpable de la contaminació del 20% de les aigües contaminades del planeta. També és responsable del 10% de les emissions de gasos d'efecte hivernacle. S'utilitzen cada any 70 milions de barrils de petroli per fabricar-les i el conreu del cotó utilitzat concentra el 18% de l'ús dels pesticides al món. L'empremta hídrica de la fabricació de la roba és totalment insostenible, ja que es necessiten al voltant de 7000 l d'aigua per a fabricar una peça com uns texans i és responsable de tragèdies ambientals com el dessecament de la mar d'Aral a Àsia central... Seguim? Bé, sàpigues que tant la roba nova com la usada es desplaça en grans contenidors per via marítima que utilitzen un combustible molt més contaminant que el dels vehicles per carretera.

I on acaba tota aquesta moda efímera quan ens en cansem? Segons l'Asociación Ibérica de Reciclaje Textil a Espanya es tiren 14 kg de roba per persona i any, però als Estats Units aquesta xifra puja a 35 kg i, el que és més alarmant, un 40% de la roba produïda mai no arriba a comercialitzar-se. El mercat de roba de segona mà i les ONG no poden absorbir, ni de lluny, l'oferta ingent de roba rebutjada, de manera que acaba en incineradores i abocadors, la major part, il·legals. Els principals abocadors de roba del món es situen a Accra (Ghana) amb muntanyes de peces de roba que arriben als 15 metres i al Desert d'Atacama (Xile) on, segons National Geographic, l'any passat es van abocar la major part de les 44 milions de tones que van arribar al port d'Iquique. Aquestes fibres, en la majoria sintètiques, perden en el temps i acaben formant els famosos microplàstics que ens arriben per terra, mar i aire, i aquelles que són naturals es degraden emetent gas metà, un poderós gas d'efecte hivernacle.



Abocador Desert Atacama Xile. BBC

El reciclatge de la roba és complicat i costós i sempre és més favorable econòmicament incinerar-lo o deixar-lo en un abocador. No obstant això, algunes companyies, com H&M, en una estratègia de *greenwashing* ofereixen peces de roba que afirmen que tenen un 20% de cotó que ve de peces usades. Un gra de sorra en el desert. Una altra via per al reciclatge de la roba és la conversió en aïllaments per a la construcció, però, de vegades, el transport de les peces és més costós que l'adquisició de noves matèries primeres i es desestima el seu ús. Malauradament, gran part dels residus acaben en incineradores que alliberen a l'atmosfera gasos d'efecte hivernacle i substàncies tòxiques com les dioxines, en el millor dels casos... perquè sovint acaba com a combustible de les calefaccions de les llars de països amb pobresa energètica com ara Bulgària, amb els problemes de salut que això comporta per als usuaris. En alguns casos és la mateixa marca la que incinera els excedents de producció per protegir la marca, com va denunciar la BBC recentment en el cas de la coneguda casa Burberry. De bojós.



Etiquetes H&M. Shutterstock.com

Podríem seguir omplint pàgines i pàgines enumerant els riscos mediambientals, de salut i de seguretat laboral que comporta aquest nou model del consum de moda ràpida, però crec que el missatge ja està clar. M'agrada pensar que actuem de manera egoïsta contra el planeta moguts pel desconeixement i no per la mala fe. Vull pensar que la majoria de la gent desconeix els riscos que implica la indústria tèxtil, d'on ve la roba que fugaçment passa pels nostres armaris o on va a parar, però potser, simplement, tenim igual de tot, i així ens va.

Orba, el poble del fang

Breu aproximació a la història terrissera d'Orba i Orbeta

Maria J. Berenguer Llopis i Míriam Devesa Benlloch

Historiadores

El propòsit d'aquest article és acostar-nos a la història del fang d'Orba i la seua pedania Orbeta, partint dels avanços de la recent investigació històrica arrel de la inauguració del Museu del Fang, així com de la recerca fonamentada en la memòria oral, que ha permès recuperar el record de l'ofici terrisser tradicional i construir un relat que documenta pas a pas el sistema productiu i tot l'entramat econòmic i social que girava al seu voltant al llarg del segle XX. La memòria d'antics terrissers i les experiències dels actuals han sigut fonamentals per a poder enriquir i completar la informació aportada per la investigació històrica i ampliar l'escassa bibliografia existent.

Les arrels del fang

L'origen terrisser de la localitat abans de l'expulsió dels moriscos és incert i de moment no documentat, malgrat les relacions que en algun moment s'han fet amb les traballes de la Vila Vella a Dénia. Potser sembla impensable que un ofici, que requereix d'unes infraestructures i un saber fer poguera sorgir de sobte, més encara quan es tractava d'una activitat bàsica que cobria les necessitats quotidianes i que, fins i tot, reportava beneficis a les rendes senyoriales.

Però la realitat és una altra i el punt de partida el trobem amb la signatura de la Carta Pobla d'Orba el 1611 amb la qual el **VII duc de Gandia**, senyor de la baronia d'Orba, trobava la solució als mals causats pel *Decret d'Expulsió* de **Felip III** el 1609. Perquè és en aquestes primeres famílies de repobladors, provinents de nuclis valencians pròxims i posteriorment d'altres indrets del Regne de València i també de Mallorca, on trobem els primers llinatges que donaran inici a la història terrissera d'Orba.

A Orba les primeres referències documentals relacionades amb la terrisseria les trobem l'any 1691 en una sol·licitud del menorquí **Marco Antonio Torres** per a la construcció d'un forn de teules i rajoles i, uns anys després, el 1726, en el canterer de Canals, **Josep Aranda**, qui sol·licita la llicència de construcció del primer forn al casc urbà.

A partir d'aleshores i amb el temps apareixeran dos nuclis terrissers consolidats que perduraran fins la primera meitat del segle XX. El primer, al casc antic, es dividirà en dues zones allunyades entre si que, encara que en el moment de crear-se quedaven a uns passos del nucli urbà, en els anys 60 foren absorbides pel seu creixement.

El segon el trobem a l'àrea de la Teulera, a la carretera CV-731 que uneix Orba i Benidoleig. En la segona meitat del segle XIX es conformà

ací el nucli terrisser principal amb una alta concentració de tallers en poc espai, disposats en un sentit lineal prenent com a referència el vial i el mateix barranc d'Orbeta, que proporcionava l'aigua necessària per a la producció, i ben a prop de les mines de terra. Aquests elements expliquen també l'aparició de diferents centres de producció disseminats al llarg de la carretera fins el mateix límit de la població veïna. Tot plegat, en els anys 40 del segle passat funcionaven tan sols en aquesta àrea setze tallers diferents en plena producció.

A diferència del casc urbà, en aquest nucli perifèric hi haurà una diversificació de la producció i junt amb els obradors de cànters i contenidors apareixeran les teuleres dedicades a la fabricació de teules i material de construcció. Potser una major demanda, la incorporació de noves famílies terrisseres o tal vegada altres necessitats foren les causes d'aquest creixement però, el que és cert és que la denominació de l'obrador *-teulera-* ha donat nom a la zona i a tots els tallers terrissers d'aquest lloc amb independència del tipus de producció.

Pel que fa a Orbeta, actualment nucli poblacional dependent d'Orba, també fou repoblada després de l'expulsió dels moriscos i el seu origen terrisser s'inicia amb l'arribada de famílies repobladores. El 1689 s'atorga la primera llicència per a la construcció d'un forn de cassoles a **Hipòlit Agut** i, poc després, a **Miquel Escrivà** i **Jaume Penya**, naturals de la Font d'en Carròs i de Mallorca respectivament. El procés continuaria al llarg de les centúries següents amb l'arribada de noves famílies i la construcció de nous obradors, de manera que a principis del segle XX comptem nou famílies terrisseres a Orbeta.



Orbeta a finals dels anys 60.

Què va motivar als cassolers a circumscriure's al nucli d'Orbeta? Com si d'un pacte no escrit es tractara l'activitat cassolera mai no va abandonar el nucli d'Orbeta i a Orba mai no s'hi va establir un cassoler, però Orbeta, per contra, sí va veure una tímida invasió de canterers i teulers. El motius possiblement estarien relacionats amb l'abastiment de la matèria primera, però es fa palés que des del primer moment es va fer una divisió ben clara entre la producció cassolera d'Orbeta – de fang roig- i la producció de contenidors i material de construcció a Orba – de fang blanc.

El resultat de la tradició i la tecnologia. Elements i producció

La terrisseria tradicional a Orba i Orbeta ha sigut un ofici que ha passat de generació a generació a través de la pràctica diària, l'observació del saber fer del mestre terrisser, l'apropiació i assumptió dels rols dels membres que giraven al seu voltant – dones, filles i fills-, i de la transmissió oral.

No importava el coneixement científic per a justificar les característiques de l'argila més adient per a cada sector de la producció o per a barrejar-la; tampoc no importaven les reaccions químiques dels productes que conformaven el vernís, o de les reaccions que els distints components tenien en el procés de cocció; no era important conèixer empíricament els graus de temperatura que havia d'assolir el forn... per a què? Per a què la ciència si l'observació i la pràctica ho eren tot? Evidentment, en un moment on el coneixement estava privat a la població, el saber fer i la tecnologia de cada moment supliren aquesta mancança i s'arrossegaren fins pràcticament la seua desaparició en els anys 60 del segle XX.

Els centres terrissers estaven conformats per una sèrie d'estructures indispensables que s'adaptaven a l'espai, al relleu i al tipus de producció: l'era, el pou, les basses de decantació, l'obrador o taller i el forn.

L'era és l'espai pla i ferm que articula els altres elements al seu voltant. La funció pròpia és la de ser el lloc on es triturava la terra procedent de la mina, però, alhora, és també un espai multifuncional que supleix la mancança o la insuficiència d'altres elements productius.

El pou o la cisterna proporciona l'aigua necessària per a l'elaboració del fang a les basses.

Les basses de decantació, conjunt de basses on es barreja la terra i l'aigua per a aconseguir el fang i on a través del procés de decantació s'obté la flor de la terra, és a dir, el fang més pur. Del bassó, la més menuda i alta de totes, passa a la bassa, i d'esta a l'estenedor, on el fang perd la humitat i adquireix la plasticitat necessària.

L'obrador o taller. Està conformat per: el clot del fang, on es disposa el fang procedent de les basses; la roda, espai on se situa el torn i on el terrisser fabrica les peces; l'assegador, un espai airejat on es deixen assecar les peces abans d'enforar-les, i per últim, l'habitatge familiar.

El forn utilitzat és el denominat de tipus morú, una estructura quadrangular formada per dues cambres -la cambra de foc o forn de baix i la cambra de cocció o forn de dalt- separades per



Joaquim Prats, 1994.

una graella que permet distribuir la calor per tot l'espai. Entre altres variacions, si el forn estava destinat a la cocció de material de construcció no tenia coberta; en la resta es cobria amb una volta que disposava d'un orifici central anomenat bravera o tronera, i de diversos orificis més menuts -espitlleres- disposats pels cantons i que permetien dirigir el foc.

L'argila s'extreia de les mines localitzades en distints punts del terme i d'altres poblacions, d'ací l'obsessió dels terrisser per comprar bancals en estes partides. L'experiència i el saber fer havien determinat l'ús de dos terres ben diferenciades segons el tipus de producció i que calien un tractament distint. Per a les cassoles d'Orbeta l'argila era de color roig intens i era apta per al foc perquè tenia més *grasseta*; procedia majoritàriament de la partida Xarais i la seua textura era suau i de gra fi. A Orba, per a la fabricació de contenidors i material de construcció calia una terra més basta i amb menys plasticitat; era de color blanc i contenia nombrosos terrossos que s'havien de moldre a l'era. Procedia de les mines de la Teulera i del Trullent.

Si la peça ho requeria i anava a contenir algun líquid se li aplicava una capa de vernís per a impermeabilitzar-la. El color identitari del vernís d'Orba era el verd, amb una ampla gama de tonalitats, mentre que la del vernís d'Orbeta era de color marró, també amb distintes variacions. Com tot en aquest procés que servira per a diferenciar-se de la competència, la fórmula era secreta i familiar i passava de generació en generació. Tradició,



Salvador Berenguer Prats, Rosita i Paco (filla i gendre) desenfornant el forn familiar dels Berenguer, a la Teleulera.



Barana de gasparilles d'un terrat.

però en el fons ciència per a barrejar plom, coure, arena, farina i aigua en la proporció adequada per aconseguir la coberta desitjada i la tonalitat identitària. Si la funció de la peça no ho requeria apareixia nua o decorada amb simples motius incisos que formaven bandes d'ones o franges. No calia malbaratar producte perquè el cost final no estava a l'abast de totes les butxaques.

Tant a Orba com a Orbeta no trobarem peces de luxe. És una producció destinada a cobrir les necessitats i funcions més quotidianes de la població. A Orba, cànters, cossis, gerres de diferents mesures, gerrots, morters, llibrells, pitxers d'entoldar, pitxerets, piques de pou, abeuradors, tapadores, caragoleres, anguileres, escorredores, testos... conviuen en els assecadors amb aquella producció més refinada destinada a la decoració de les cases, com les columnes i els testos decorats, o també amb les joguines i vidrioles per als menuts de la casa. A la Teulera, incorporem el material de construcció: taulells, rajoles i teules. I, per últim, a Orbeta trobem la producció de foc: diferents mesures i tipus de cassoles, olles, cafeteres, xocolateres, pitxers i tapadores entre d'altres.

La imposició de la modernitat i l'ocàs de la transmissió

En passar l'equador del segle XX, a Orba i a Orbeta es va manifestar sense contemplacions el declivi terrisser. Un sòlid detonant fou l'aparició de nous materials com el plàstic i la generalització de l'ús de l'alumini que desplaçaren deliberadament la utilització d'estris fabricats amb fang al presentar substancials avantatges com la resistència, el pes, la durabilitat i la creixent rendibilitat.

De la mateixa manera va intervenir la instal·lació de l'aigua potable, fent inservibles els cànters. Tampoc no va afavorir l'ombra de noves reglamentacions per a vigilar amb recel les activitats nocives, ni les complicacions de la tradicional extracció de l'argila. Tot plegat, factors que generaren un panorama gens esperançador per a les noves generacions que es llançaren a la recerca de millors oportunitats, molts d'ells en l'emigració.

L'activitat cassolera d'Orbeta va parar en sec als anys 50. A Orba, en canvi, els terrissers s'afer-

raren un poc més i entre els anys 60 i 70 tan sols travessaren la crisi aquells que es reinventaren i s'adaptaren als nous temps, quan la construcció i el turisme es manifestaven com els principals motors econòmics. És el moment de la incorporació de noves màquines - resultat de les necessitats diàries i producte de la invenció dels mateixos mestres terrissers-, de la fabricació dels brics i de les gasparilles - la primera gelosia patentada- de la busca de noves matèries primeres tant d'argila com de material de combustió per als forn, de l'obertura del mercat... una lluita que transformà el sector tradicional en una indústria i del que hui tan sols en perviuen dos tallers.

Davant d'aquest panorama tan desolador la inauguració del Museu de Fang d'Orba l'octubre del 2018 s'ha convertit en un revulsiu per al municipi. Des d'ell i des de l'Associació Amics del Fang d'Orba i Orbeta s'està aconseguint la posada en valor de l'ofici, que el fang torne a tindre protagonisme i que es frene la desaparició i destrucció de les infraestructures i les peces que encara perduren. Malauradament, moltes formes ja han desaparegut i tan sols han quedat enregistrades en els catàlegs dels anys huitanta.

La línia investigadora encetada ens permet identificar trets característics de la producció local, corregir falses interpretacions derivades de les característiques productives del segle XX i aprofundir en els inicis. A poc a poc anirem bastint la història d'un origen, d'un passat, d'un present, i escriurem el camí del futur d'un ofici que fa més de tres-cents anys que ens acompanya i que ha de romandre per a les futures generacions.

BIBLIOGRAFIA

- ARANDA, V.; GISBERT J.A. (1989): *La ceràmica tradicional a la Marina Alta*, Institut de Cultura Juan Gil-Albert, Alacant.
- BROTONS GONZÁLEZ, F.J. (1992): «La repoblación de la Baronia de Orba tras la expulsión de los moriscos. Auto de nueva población y condiciones del asentamiento», *Actes del III Congrés d'Estudis de la Marina Alta*, Institut d'Estudis Juan Gil-Albert; Institut d'Estudis Comarcals de la Marina Alta; Escola Taller Castell de Dénia, Alacant, pp. 243-246.
- CARAVACA DASI, F.J. (2000): *Carta pobla de les Baronies d'Orba i Ísber. Estudi i transcripció*, Orba, Ajuntament d'Orba.
- VVAA (1988): *Quaderns d'Etnografia, 1. El fang*, Institut de Cultura Juan Gil-Albert, Alacant.
- DEVESA, M; BERENGUER, MJ: material inèdit.

Breu història de la terrisseria a **Xàbia**

Ximo Bolufer Marqués
Museu de Xàbia

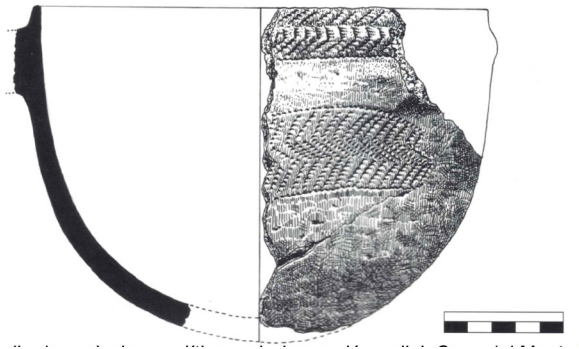
La invenció o descobriment de la ceràmica es situa al Neolític, tot i que hi ha testimonis arqueològics anteriors, com són algunes figuretes de fang pastat, que es situen a la darrera etapa del Paleolític. L'aparició de recipients ceràmics, més o menys grans, podem situar-los, per primer cop, a l'Orient Pròxim al XII/XI mil·lenni abans de nostra era. Tanmateix, en altres regions de Xina i Japó sembla que s'hi han trobat peces ceràmiques de les mateixes cronologies i inclús un poc anteriors.

Aquesta revolucionària nova tècnica, que permet la creació de vaixells per contenir, emmagatzemar, transportar o coure aliments, sempre ha estat relacionada amb les profundes transformacions dels grups humans de l'àrea del Creixent Fèrtil, a l'Orient Pròxim. Fa uns 12000 anys aproximadament, comencen a manifestar-se una sèrie de canvis que donaran pas a l'aparició de l'agricultura, la ramaderia i la sedentarització de les poblacions, així com la invenció de noves tècniques, com ara el modelatge i cocció del fang,



TEULERIES DE XÀBIA

1. Teuleria del Putxol. 2. Teuleria de Mitjoliu. 3. Teuleria de les Senioles. 4. Teuleria de la Massena. 5. Teuleria de la Massena. 6. Teuleries de la Tarraula. 7. Teuleria de la Granadella (de Baix). 8. Teuleria del Molló.



Escudella de ceràmica neolítica amb decoració cardial. Vora el Montgó. Segons M. A. Esquembre i P. Torregrossa.

és dir la ceràmica, el poliment de la pedra i altres.

A Xàbia, les ceràmiques més antigues les trobem a la cova del Montgó, un ric jaciment arqueològic dissortadament molt trastocat per furgades i recerques incontrolades. De la cova provenen ceràmiques amb decoracions cardials del Neolític Antic (mitjans del VI mil·lenni abans de nostra era). Probablement, aquestes primeres ceràmiques de Xàbia serien modelades i cuites ben prop de la cova del Montgó, sent per això les més antigues terrisses fabricades a la nostra terra. Durant les diverses etapes històriques que s'hi van succeir fins els primers contactes amb els fenicis, als segles VIII/VII aC, les ceràmiques que trobem als jaciments arqueològics de Xàbia, sempre fetes a mà i amb diversos tractaments i decoracions, serien també fabricades, de manera majoritària, en els mateixos assentaments o en llocs pròxims.

Les primeres ceràmiques fetes a torn trobades a Xàbia corresponen a les àmfors de tipologia fenícia originàries dels assentaments de la costa sud andalusa o del nord d'Àfrica. Poc després, en les primeres dècades del segle VI aC trobem al proper jaciment de la punta de Benimaquia, a l'extrem de ponent del massís del Montgó (la Xara, Dénia), les primeres ceràmiques de producció local fetes a torn, tot i que no coneixem el lloc concret on es situarien les primeres terrisseries.

Serà molt més tard, al segle I de nostra era, quan Xàbia i la resta del territori valencià formaven part de l'imperi romà, que trobem els primers tallers terrissers de la vall de Xàbia. Dels tres tallers coneguts: la Teulera, l'alter de Perdigó i la

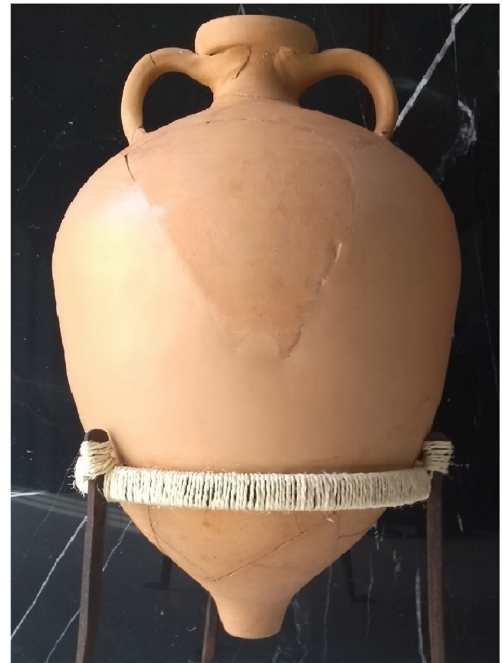
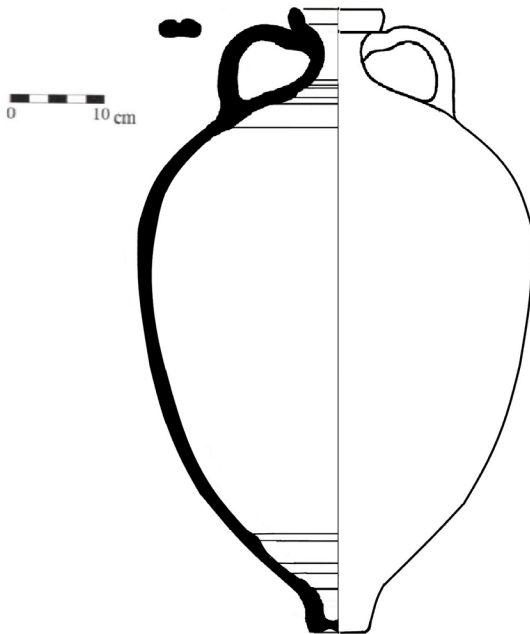


Excavacions a la Rana, 2017. Museu de Xàbia.

Rana, només el darrer ha esta parcialment excavat. Els treballs fets en aquest jaciment del terme de Gata, han aportant un nombrós conjunt de materials ceràmics recuperats en l'excavació d'aquesta extensa terrisseria. En aquest taller, que va estar en funcionament des de les acaballes del segle I o principis del II dE fins les darreries del segle III o principis del IV dE s'hi produïren diversos materials de construcció: *tegulae*, que corresponen a teules planes, de forma rectangular, amb unes dimensions aproximades de 60 x 40/45 cm, i els *imbrices*, de forma corbada, ben similars a les nostre teules mores que presenten uns 45 cm de longitud i una amplària d'entre 16 i 18 cm. Peces que tenen com a mòdul de longitud el peu, és a dir, el peu romà, que mesura uns 29 cm aproximadament. També es produïren rajoles massisses quadrades, anomenades *besales*, i d'altres rectangulars, circulars, així com *tubuli*, generalment usats per a la conducció d'aigua, i *clavus coctile*, una mena de clavilles de subjecció que servien per a facilitar el pas de l'aire calent en els sistemes de calefacció.

Però les peces ceràmiques més importants i més nombroses fabricades al taller de la Rana són les anomenades *ceràmiques comunes*. Es tracta de ceràmiques fetes a torn ràpid i majoritàriament confeccionades en cocció oxidant (és a dir, de *pastes clares*), per més que en algun cas va ser utilitzada la cocció reductora, o siga de *pastes fosques* (grises o negres) per fer alguna peces destinades al foc, com ara olles i cassoles. Aquest ampli grup de les ceràmiques comunes, està compost pel voluminós conjunt de les àmfors i en menor mesura pel conjunt de les formes d'àmbit domèstic, ja siga per al servei de taula (pitxers, anomenats *urcei*, o quan eren més xicotets, *urceloi*, els barrals anomenats *lagoena*, les copes o gots, coneguts com a *calix*, escudelles i safes, anomenades *catinus* i *paropsis*) o per a la cuina (*ollae*, *caccabi*, *mortarium*).

Sens dubte, és el conjunt de les àmfors, la producció ceràmica de la figlina de la Rana més significativa i rellevant des del punt de vista històric. Tots els tipus amfòrics que s'hi fabricaren estaven destinats a contindre i transportar el vi que era produït a la vall de Xàbia. Dues són les formes trobades als extensos abocadors del taller: la Dressel 2-4 i la Galoise IV (variant). El primer tipus té una presència quasi testimonial, amb només el 5% del total de les àmfors recollides a l'excavació, mentre que les àmfors de base plana, que podem assimilar al tipus tardans de Galoise IV (originari de la Gàl·lia Narbonense, però que també va ser produït en altres territoris, com ara diverses terrisseries de l'entorn de l'antiga ciutat romana de Dianium) representen el 95% del conjunt. Des del punt de vista tècnic, aquests vasos mostren una gran perícia tècnica, amb pastes argilenques depurades i compactes de tonalitat marró clara/rosada, sense desgreixants visibles, i amb alguns punts molt fins, lluent, probablement de mica. El procés seguit al taller per muntar una àmfora es faria en quatre fases; en un primer moment s'elaboraria la base i part del cos, després la meitat superior, afegint poste-



Àmfora del taller terrisser de la Rana (Gata). Segles II-III de nostra era. Museu de Xàbia.

riorment el coll i la vora, arrematant el treball amb la col·locació de les anses. Completada la peça, es deixava assecar i posteriorment era enforada dins uns forns fets amb tobes, planta i forma quadrangular i coberta de volta. Aquests envasos, servien per transportar i comercialitzar el vi produït a la vall de Xàbia, amb un abast geogràfic encara no ben determinat que només a partir de l'estudi de les característiques tècniques i formals d'estes àmfores, podrà ser determinat.

A partir d'aquell moment, i fins a mitjans del segle XVII, no coneixem més evidències arqueològiques o documentals sobre l'existència de terrisseries al terme de Xàbia. És en època moderna quan trobem a la «Visura de tota la partida de la Vall y altres alqueries, que estan en dita partida, feta en lo any 1662, después de aver-se declarat dita partida ser terme particular de Dé-

nia», un document conservat a l'Arxiu Municipal de Dénia, la referència documental escrita més antiga sobre la fabricació de materials ceràmics. En aquell interessant document s'esmenta, dins la part corresponent a la Visura de l'assegador de Tarraula, «la terra de la teuleria...» fent referència a una de les propietats de l'alqueria de la Tarraula. A la part alta de la partida es coneixen diverses estructures que podrien correspondre amb aquella teuleria esmentada al segle XVII, o si més no, a les estructures arquitectòniques refetes i adaptades, ja que les teuleries de la Tarraula van estar en ús fins el segle XX.

Així, coneixem un gran aljub excavat sobre la roca, de planta quadrangular, amb dos pilars centrals per reforçar la volta, que per les seues dimensions i capacitat, podria correspondre al dipòsit d'aigua pluvial d'un dels tallers d'aquella



Àmfora del taller terrisser de la Rana (Gata). Segles II-III de nostra era. Museu de Xàbia.



Teuleria del Molló. 1986. 1. L'aljub i la casa. 2. Forn. 3. Interior del forn.

vella terrisseria. Prop de l'aljub, en una gran marginada amb contraforts, es conserva la boca, ara inutilitzada, d'un gran forn semblant al de la Granadella. Uns 700 metres al sud-est, encara es conservava, no fa molts anys, un altre forn de planta quadrangular. L'any 2004, durant la construcció d'un xalet, vam poder documentar alguns dels abocadors de la terrisseria i recollirem alguns fragments amb defectes de cocció de cadufs, cànters, pilons i altres peces produïdes al taller. Precisament, aquesta teuleria va ser l'únic taller terrisser de Xàbia -si més no, conegut fins ara- on a més de produir teules, rajoles i altres materials de construcció, també es tornejava la ceràmica i es feien productes d'ús domèstic i agrícola, com són cànters, cadufs per a sénia, cossis, pilons massissos per a la pansa, i possiblement altres formes fetes a torn que no hem pogut constatar. Mai però es varen esmaltar les peces, com sí que ocorria en altres tallers de la comarca, com Orba i Xaló, els dos més importants centres productors de ceràmica a la Marina Alta.

També a la Tarraula, sembla que hi va haver fins ben entrat el segle XX, una altra teuleria que va ser coneguda popularment com "de la Tia Coixa", taller que deu correspondre amb el què fins l'any 1940 encara treballava a la Tarraula i que va pertànyer, al menys entre l'any 1936 i 1940, a **Bertomeu Miñana Cruaños**, tal com figura als expedients de matrícula industrial de l'Arxiu Municipal de Xàbia.

Però també en altres partides del terme van ser construïdes teuleries. Algunes, desaparegudes fa molts anys, com la teuleria que estava situada a la part de dalt del carrer dels Oms, al costat del Buit. Aquest taller sembla que va ser del tio **Vicent de Mitjoliu** i en va quedar el nom del camí que hi duria des de ponent, ara "carrer de la Teuleria".

Altres han quedat només en la memòria d'alguns, com l'antiga teuleria de Gradostum al Putxol, que després es va traslladar a la partida de les Senioles, vora el camí que duu el nom; allà va estar en funcionament fins a les acaballes dels anys cinquanta del segle passat. Aquesta darrera teuleria apareix en els expedients de matrícula industrial de Xàbia des de l'any 1936, primer a nom de **Crisòstom Leyda Ros**, i a partir de l'any 1941, a nom de **Miquel Leyda Ros**. A pesar que als expedients de matrícula industrial de l'Arxiu

Municipal apareix de manera intermitent, sembla que la teuleria de Gradostum, amb un forn inferior a 10 m³, va continuar treballant fins l'any 1949, data en la qual és donada de baixa per defunció del propietari. Tres anys després, el 1952, torna a aparèixer al llibre de matrícula industrial però ara a nom de **Jaume Bas Pastor**, especificant-se que el forn és de 30 m³; així constarà fins a l'any 1959, data a partir de la qual ja no trobem cap referència sobre teuleries als citats expedients.

Prop del taller de la Seniola, a la partida de la Massena, vora la carretera que puja al Poble Nou, hi va haver una altra teuleria que pareix que també va funcionar fins a la segona meitat del segle XX, tot i que no l'hem trobada en la documentació administrativa conservada a l'AMX. Sembla que aquest taller estava també vinculat a les famílies de **Gradostum** i **Garrot**.

Les altres dos es situaven al sud del terme, dins la partida de la Granadella, una a l'inici del barranc del Mortorell, a la part més alta de la partida, just a la vora de la fita amb el terme del Poble Nou i l'altra, quasi al final d'eixe barranc, molt pròxima a la cala. Ara, només es conserva alguna estructura de la teuleria coneguda com de la Granadella o de Baix, l'altra, coneguda com la teuleria del Molló, va ser arrabassada als anys huitanta del passat segle per unes modernes obres "d'urbanització" al Puig de la Llorença. A pesar d'això, tant en un cas com en l'altre, disposem dels testimonis d'algunes de les persones que hi treballaren, com és ara **Quico Vidal Garcia** (1898-1993), treballador i propietari de la teuleria del Molló, i de



Fragments de cadufs i cànters recollits de l'abocador del forn de la Tarraula.



Forn i bassa de la teuleria de la Granadella o teuleria de Baix. 2019.



Forn de la teuleria d'En Corna. 2024

Maria Català, treballadora i filla del propietari de la teuleria de Baix, així com d'**Antonio Segarra Buigues**, conegut com Toni el Sec (1930-2018), que també hi va treballar.

El taller del Molló, nascut a la segona meitat del segle XIX, va funcionar fins els anys trenta del segle passat, parant poc abans de la guerra; la teuleria de Baix, que era de la família dels **Tadosia**, també va arrencar la seua activitat a la segona meitat del segle XIX i va estar funcionant fins l'any 1957, potser perquè es va modernitzar una mica amb la instal·lació d'un vell motor que s'usava per a moldre la terra.

Les teuleries compartien una sèrie d'estructures bàsiques per al seu funcionament: el forn, aljubs i cisternes per a l'aigua, les basses per pastar el fang, l'era per a batre la terra i l'assegador. Prop del taller estaven les mines d'extracció de les terres argilenques, material imprescindible per a instal·lar una teuleria.

El procés començava traient la terra de la mina que era duta a l'era. A la teuleria del Molló la transportaven, al principi, cavalleries en sàries i després en carro. En arribar a l'era s'escampava i amb un animal anaven batent-la amb l'ajut d'un rugló de pedra. Batuda i desfeta la terra, era duta en cabassos per garbellar-la; es separava així la gransa de la terra fina que portaven a una bassa amb aigua que procedia de les cisternes o aljubs. Dins la bassa, de dos o tres metres d'amplària, es pastava la terra i es feia el fang. D'aquí es treia per acabar de pastar-lo fins que estava "bo per treballar" i fer les teules o altres peces, com rajo-



Teuleria de la Granadella. Abocador amb teules defectuoses.

A Xàbia, les ceràmiques més antigues les trobem a la Cova del Montgó.

les o matacans. Amb l'ajuda d'un motle rectangular, s'aconseguia la teula a la qual li donaven la forma corbada amb un altre motle de fusta. Perquè no s'apegara sobre el motle, s'hi posava un poc de cendra i així s'esvarava la teula, ara ja amb la forma que tindria després de cuita. Les teules crues s'escampaven perquè s'assecaren, i després anaven guardant-se dins un riurauet fins que en tenien prou per parar i completar el forn, una tasca delicada que calia fer ben bé perquè durant la cuita no es desmuntara la càrrega i es perdera l'enfornada. Segons ens contava el ti Quico Vidal, a l'hora de parar el forn es posava primer un llit o dos de rajoles deixant entre elles forats perquè passara la calor del forn, posant damunt les teules. El forn es carregava fins a dalt deixant-lo destapat i a mesura que avançava la cuita anava tapant-se, fins que al final es cobria completament amb terra. El forn cremava aproximadament "dos nits i un dia" deixant-lo set o huit dies perquè es gelara abans de destapar-lo.

A les dos teuleries de la Granadella el treball no sempre era continu, i tant a la del Molló com a la de Baix se'n feien tres o quatre enfornades al cap de l'any. Quan això passava, calia acumular bona quantitat de llenya, que moltes vegades es comprava, així com reforçar la colla de treballadors del taller llogant dos o tres hòmens.

Les teuleries i els tallers terrissers de Xàbia, els antics i els més moderns, solucionaven així les seues necessitats quotidianes de la manera més senzilla; per això utilitzaven els recursos que oferia el propi territori, sempre més pròxims i més econòmics: terra, aigua i foc. Un treball ben dur, que segons els testimonis dels qui varen treballar darrerament, abans de la desaparició de les teuleries tradicionals, aportava tan escassos beneficis, que a penes els permetia subsistir i havien de dedicar-se a altres feines, com l'agricultura.

De la terra

Cristina Pedrós Vila

Taller Defangcuit Ceràmica · Jesús Pobre

Ceràmica ve del grec *keramos*, que es tradueix com a “l’art de treballar l’argila”. La ceràmica és l’art de realitzar objectes amb argila cuita. L’argila és una roca sedimentària, constituïda per agregats de silicats d’alumini hidratats. Pot anar des del color blanc al roig, depenent de les impureses que contingui.

La ceràmica naix en el Neolític (10000 aC) a Mesopotàmia, Orient pròxim i a la Xina quasi simultàniament. Va ser llavors quan van aparèixer els primers recipients per a emmagatzemar aliments excedents de les collites i aigua. Més tard, es van anar utilitzant peces per a cerimònies religioses o com a símbols de l’estatus social de les famílies.

En les civilitzacions egípcia i xinesa, es va començar a treballar la ceràmica per crear objectes decoratius. També s’utilitzava per a les mesclures de productes de bellesa sobretot a Egipte. Al principi es feien les peces per pissic o bé utilitzant parts del cos com a motlles per a fer les formes, com els colzes o genolls.

Més tard, van aparèixer els esmalts, que van permetre transformar les peces de ceràmica en elements decoratius. A l’Antic Egipte es va descobrir la pasta que encara hui porta el seu nom, la pasta egípcia. Esta pasta és un material compost de sílice amb un fundent alcalí, com ara potasi o sodi, i un poc de calç. Està acolorida amb carbonat de coure o òxid de coure.

Amb la difusió de l’Islam, la ceràmica arriba a Europa. A partir del segle XV, la ceràmica es converteix en el material per a revestiment més utilitzat tant en sòls com en parets. Encara hui es conserven les decoracions esmaltades que reflecteixen l’estil àrab i en part renaixentista.



Peces a partir de les parts del cos

Depenent de la qualitat, l’elaboració i l’esmaltat, trobem diferents tipus de productes ceràmics. Podem trobar gran varietat de fangs i pastes amb què podem treballar, entre altres:

Terracota: pasta porosa, de color vermellós natura (baixa temperatura 980 °C)

Gres: pasta que pot ser de diferents colors i textures. Trobem gresos de diferent “xamota” o pedra de diferent granulometria que poden contenir les argiles. (alta temperatura 1280 °C).

Porcellana: pasta vítria, blanca, compacta (alta temperatura 1300 °C).

Les característiques fisicoquímiques són la porositat, la efractarietat (capacitat de resistir altes





Tècnica de pissic. Repassat de les peces al torn. Tècnica de xurros. Treball per planxes.

temperatures sense patir canvis substancials), la contracció, que es produeix per la pèrdua d'aigua en l'assecat.

Quant a les propietats mecàniques, tenim la duresa, l'abradió i la resistència. I en les seues propietats tecnològiques trobem la plasticitat, les propietats antibacterianes i anticontaminants.

La composició de les pastes i la seua temperatura de cocció, la grossària de la capa del vidriat cru, i el tipus de superfície de la peça abans de vidriar, la corba de cocció, l'atmosfera del forn, les propietats de fusió dels vidriats i la seua reacció amb les pastes bescurtades, la velocitat del corrent dels gasos o l'evaporació de components de l'esmail, les sedimentacions o segregacions d'una o diverses fases cristal·lines durant el refredament, així com el moment i successió

d'aquestes cristal·litzacions, determinen en conjunt amb la composició de matèries primeres del vidriat, l'aspecte de la superfície cuita i solidificada.

Però tot això no és prou per a conèixer la recepta d'un vidriat. Cada ceramista, amb les mateixes receptes i bases, pot obtenir infinits resultats, ja que les combinacions són infinites.

Pel que fa a les tècniques d'elaboració de les peces, disposem d'un gran ventall. Podem treballar per planxes, xurros, estreta, modelatge i buidatge, impressió, relleu, brunyit o també amb torn o motles.

Per a l'aplicació d'engalbes i esmalts, també treballem amb diferents tècniques. Per bany, amb pinzell, pistola, esgrafiàt, calques, superposicions.



Aplicant l'esmail a pinzell



Treball d'investigació d'esmalts

Una vegada realitzades i seleccionades les pastes i vidriats amb els quals crearem la peça, comencem a treballar. Quan les peces estan acabades en fang tenen un temps d'assecat d'entre 5 i 7 dies, en el qual perden la major part de l'aigua que contenen i estan llestes per a la seua primera cuita. Aquesta es diu "bescuit" o "socarrat", i sol fer-se a 980 °C. A aquesta temperatura el fang perd la matèria orgànica que puga portar. Té una consistència adequada per a poder manipular-la i manté el porus obert perquè l'esmalt que aplicarem després d'aquesta cuita s'adherisca a la peça.

Després de l'esmaltat procedim a la segona cocció, que en el cas de ser peces utilitàries es realitza a 1280 °C -1300 °C.

En aquest últim pas l'esmalt es converteix en un vidre que protegeix i decora les peces, i així aconseguim que el porus quede tancat impermeabilitzant-los. Cada cocció té una duració mitjana d'entre 8 i 12 hores. I entre un dia i mig o dos de refredament abans de poder obrir el forn.

Pel que fa als forns, n'hi ha de diferents tipus.

A partir del segle XV, la ceràmica es converteix en el material per a revestiment més utilitzat en sòls i parets.

Una vegada realitzades i seleccionades les pastes i vidriats amb què crearem la peça, comencem a treballar.



Dos forns de gas d'elaboració pròpia.



Dos forns elèctrics.



Forn de llenya,

A la temperatura de 980 °C, el fang perd la matèria orgànica que podia portar.

L'esmalt es converteix en un vidre que protegeix i decora les peces.



Peces fetes a xurros i cuites a raku.

Elèctrics que normalment couen en atmosfera oxidant (és una atmosfera neta amb oxigen).

També hi ha forns de gas en els quals podem tindre atmosfera oxidant, o reductora (sense oxigen). Per tal de crear-la, tanquem les entrades d'aire del forn, fent que la combustió siga sense oxigen, així les peces es "cremen" obtenint uns colors més foscos i més forts.

També hi ha altres tipus de coccions com les de llenya, a la sal, rakú o carbonacions, totes elles més experimentals, i amb resultats bellíssims.

Després del treball de recerca dels materials, d'investigació de formes, de coccions, de les tècniques de treball, i d'una investigació profunda del que cadascun vol expressar amb el seu treball, naixen les peces d'una ceramista.

Els rajolars d'Oliva

José Fenollar Moncho

Professor de Ciències · IES Ègara · Terrassa

Oliva ha tingut des d'antic una certa tradició de fabricació de rajoles i teules. El treball era manual i s'utilitzava el forn morú. Entre els anys 60 i 80 del segle XIX la indústria adquirí una major importància, seguint l'exemple de l'empresa de **Francesc-Andreu Martínez Gallego** a la Font d'en Carròs. Però l'esclat de la indústria vingué a partir de 1945 amb la introducció de la mecanització i amb l'aparició dels forns **Hoffman** i les corresponents xemeneies. Els millors anys per aquesta indústria foren els anys 60 i 70.

Una dotzena de fàbriques donaven feina a una mitjana de 50 treballadors cadascuna. El 80% dels treballadors dels rajolars, i de les mines, eren andalusos de Jaén i castellans de Ciudad Real. El creixement del barri de Sant Francesc d'Oliva té aquest origen. Al voltant d'aquesta indústria, Oliva desenvolupà una interessant indústria auxiliar de mecànica de precisió, però als inicis del present segle només en quedaven uns pocs de rajolars. A hores d'ara només en resta la Ceràmica Olivense-Anticfang, empresa que fabrica productes ceràmics d'alta qualitat i de magnífic disseny.

De les tretze xemeneies que trobem al terme municipal, el conjunt de les deu xemeneies del passeig dels Rajolars són les restes més valuoses d'aquell passat industrial. Algunes d'elles les trobem amb els enderrocs dels forns alemanys Hoffman procedents de les naus destinades a assecat les rajoles. De tots els elements: xemeneies, forn i assecadors que formen un rajolar, tan sols les xemeneies estan protegides com a bé arqueològic. Tot i això, la majoria estan en una situació d'avançat deteriorament que fa perillar la seua estabilitat. Tenen 40 m d'alçària aproximadament i són de tronc circular o octogonal. Segons l'expert **Josep Lluís Cebrión Molina** el cas d' Oliva es únic: no hi ha cap ciutat del continent europeu que ofereixca una concentració de tantes xemeneies en tan poc espai. Sols a la Gran Bretanya podem trobar algunes poblacions amb una concentració semblant a la d'Oliva.

INTRODUCCIÓ

Als Rajolars (figura 1) ha sigut la localització industrial per a l'elaboració de productes ceràmics destinats a la construcció. El seu microclima, més sec que en la resta del municipi, la proximitat de les mines d'argila i l'existència d'aigua propiciava aquesta activitat. Com a herència d'aquest passat, l'àmbit compta amb un conjunt de naus de producció ceràmica que, en l'actualitat, encara que es troben majoritàriament abandonades,

continuen mantenint una forta identitat industrial local amb la presència de xemeneies, forns, edificis i àmplies zones d'assecatment.

Inicis

Històricament, Oliva ha sigut un poble agrícola amb una arrelada tradició ceràmica. Aquest municipi hereu d'un mil·lenari coneixement artesà, va arribar a ser un important nucli de producció de taulells i rajoles de fang cuit. Als inicis del segle XX, l'àrea dels Rajolars presentava un paisatge agrícola, dominat per conreus de secà per a la producció de pansa. Anomenats sequers, van donar el nom als terrenys que posteriorment van ser ocupats per les fàbriques.

Auge i consolidació

L'any 1910 sorgeixen les primeres set fàbriques al poble. Quatre anys més tard, el 1914, s'hi sumen altres cinc més, però és a partir de 1931 quan comencen a fabricar-se a Oliva tot tipus de rajoles, teules i bards, que comencen a distribuir-se fora de la comarca. Són els inicis d'una dècada en la qual definitivament s'establirà la indústria ceràmica pesada a Oliva. Durant els anys trenta es donaran d'alta altres 12 empreses.

Uns anys després de la finalització de la Guerra Civil, es produeix en tot el país un auge important de la demanda de productes relacionats amb la construcció, entre ells rajoles, teules i altres productes ceràmics. Durant la dècada de 1940 continua el creixement d'indústries rajoleres a Oliva. Entre 1946 i 1957 es registren altres huit empreses, arribant a conivure en la zona dels Rajolars al voltant d'una trentena de fàbriques.

Espentats per la necessitat de donar resposta a la demanda de material ceràmic, els industrials ceramistes d'Oliva posen en marxa un procés de modernització de les fàbriques per poder augmentar la seua productivitat. Això porta a un dels factors més determinants en la transformació de l'entorn construït dels Rajolars: l'arribada del forn Hoffman. Un forn de producció contínua, que progressivament substituirà els forns moruns tradicionals amb els quals funcionaven les fàbriques fins aquest moment. Aquest creixement industrial, portarà també un creixement de la població d'Oliva amb l'arribada de nombrosos treballadors, fonamentalment de les regions d'Andalusia i Castella-la Manxa, juntament amb les seues famílies. Oliva augmentarà considerablement la seua població al llarg d'aquests anys, passant dels prop de 8000 habitants a principis de segle fins als 17000 en la dècada dels 70.



Figura 1. Els Rajolers d'Oliva, anys 50-60. Font: Navarro. Arxiu: AMO (Arxiu Municipal d'Oliva).



Figura 2. Anticfang. Ubicació: Passeig dels Rajolers, 51. Cronologia: Al voltant de 1947 (conjunt original). Superfície edificada: 6 691 m². Superfície de parcel·la: 12 789 m².

Declivi i abandó

A partir dels anys 70 i 80 comença una etapa de declivi en la qual l'activitat d'aquestes empreses, molt sensibles als cicles demogràfics i al sector de la construcció, va anar veient-se reduïda fins a arribar pràcticament a desaparèixer.

Entre els factors que van portar a aquesta situació podem assenyalar unes certes mancances estructurals, com ara l'escassa capacitat de comercialització, l'absència d'actualització tecnològica i el poc valor afegit dels productes produïts, amb un capital humà amb escassa formació. Tot això va fer que aquestes empreses es veiessin perjudicades per l'arribada del bloc de formigó i per la competència d'alguns municipis manxecs els quals van ser capaços de produir a menor preu.

A poc a poc van anar tancant totes les fàbriques, iniciant un procés d'abandó progressiu que va culminar en 1982 amb l'entrada en vigor del nou Pla General del municipi, en el qual es declara el sòl urbà dels Rajolers com a zona de substitució d'edificacions i usos: proposa una reconversió cap a usos residencials i terciaris i exclou, explícitament, l'ús industrial. Aquest canvi d'ordenació tanca de manera definitiva l'etapa industrial de l'àmbit.

Anticfang

La fàbrica Anticfang (figura 2) es tracta de l'única fàbrica de l'àmbit que segueix en funcionament hui en dia. Es té constància que ja a principis de segle existia en aquesta parcel·la algun tipus d'activitat relacionada amb la producció de ceràmica. En el pla topogràfic de 1904 estudiat en l'Anàlisi de l'Evolució Històrica de l'Assentament

Una dotzena de fàbriques donaven feina a una mitjana de 50 treballadors cadascuna.

apareix la paraula *tejares* sobre les construccions que ocupaven aquests terrenys. Més endavant, en el plànol parcel·lari de 1941, podem observar amb més detall com apareixen diverses construccions anomenades *teixiries*, *basses* i *forns*.

Però és al voltant de 1947 quan es produeix la transformació més important d'aquest rajolar, amb la construcció del forn Hoffman i la seua xemeneia. Segons testimonis locals, en aquella època la fàbrica tenia el nom de Sant Francesc d'Assís, i estava regentada pels germans **Sempere**.

A aquesta època pertanyen els components assenyalats en el pla elaborat, perquè són els que representen el procés industrial de fabricació ceràmica de mitjan segle XX. La seqüència de producció és particularment llegible en la disposició d'aquests elements, la nau de terres, situada en l'accés des de les mines, connecta amb la sala de maquinària que al seu torn dona pas a l'assegador, construït adossat al forn de cocció.

Després d'un canvi de propietaris s'han realitzat nombroses ampliacions del conjunt, no obstant això, cap d'elles no impedeix la correcta apreciació de tots els elements originals. De fet, l'empresa que té ara la seua activitat ací, dedicada a la producció de rajoles de fang artesanals, continua utilitzant el forn original per a algun dels seus productes.

En tractar-se d'un conjunt ocupat i en funcionament, l'estat de conservació és notablement millor que la resta de fàbriques. Recentment, s'ha procedit a restaurar la xemeneia, la qual presentava danys importants en la seua coronació, amb un projecte de **Vicent Francesc Llopis Cardona** (Llopis, 2009).

Un projecte impulsat per l'ajuntament d'Oliva que busca transformar i rehabilitar una zona industrial històrica, amb l'objectiu de crear un nou espai residencial, emergent d'activitat i dinamització econòmica. *Els Rajolers: Regeneració Resilient* aquest és el nom del projecte que posarà en valor i donarà llustre a la zona dels Rajolers d'Oliva gràcies a una proposta de transformació d'aquest polígon industrial que va ser molt potent als anys 50 i que ara vol tornar a lluir. Es tracta d'un dels projectes escollits a l'EUROPAN 15/ Espanya.

Bibliografia

Llopis V. F. (2009): «Restauració d'una xemeneia de fàbrica ceràmica. Intervenció en el patrimoni industrial protegit». Revista Cabdells VII. Pàgs. 97-116. Associació Cultural Centelles i Riusech-Oliva.

Una anàlisi breu del clúster ceràmic de Castelló

Diego Fraga Chiva, Jaime González Cuadra, Samuel Porcar García, Abderrahim Lahlahi, Santiago Toca, Robinson Cadena i Juan B. Carda Castelló.

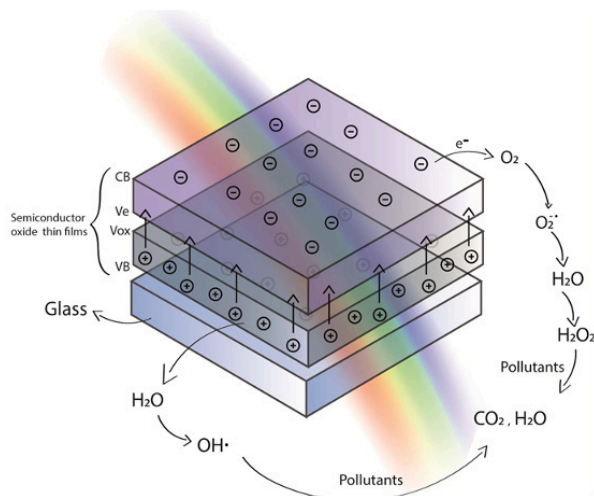
Grup de Recerca Química de l'Estat Sòlid i Càtedra d'Innovació · Ceràmica Ciutat de Vila-real

Actualment la major producció de rajoles ceràmiques es concentra a les comarques de Castelló, especialment en les àrees geogràfiques limitades al nord per Vilafamés, Sant Joan de Moró i Borriol, a l'oest per l'Alcora i Onda, al sud per Nules i a l'est per Vila-real i Castelló, principalment, on es desenvolupa el 94 % de la producció nacional, amb la producció de 500 milions de metres quadrats per any i una facturació total de 5538 milions d'euros, dels quals 4272 milions són a causa de l'exportació a més de 185 països de tot el món i 1265 milions d'euros van dirigits a vendes en el mercat nacional, segons dades de la patronal de fabricants de rajoles ceràmiques ASCER, corresponents a l'any 2022. Aquestes xifres representen el 2,4% del PIB nacional, amb un pes molt important a la Comunitat Valenciana, on representa el 19,7% del PIB industrial i més del 23 % del PIB de la Província de Castelló, sent el primer productor de rajoles ceràmiques dins de la UE (ASCER, 2021).

Aquestes indústries ceràmiques, s'agrupen dins del que s'anomena *el clúster ceràmic de Castelló*, agrupant-se amb altres indústries auxiliars, a més de les pròpies productores de rajoles ceràmiques, com són les indústries de fregides, esmalts i colors ceràmics, amb un facturament de més d'1,8 milions d'euros, segons la patronal de fabricants de fregides, esmalts i colors ceràmics (ANFFECC, any 2022), que representen un 68,75% de vendes en l'exportació i un 31,25% de vendes en els mercats nacionals. També es concentren indústries auxiliars de maquinària i bens d'equips, agrupades a través de la patronal ASEBEQ, mantenint un important lideratge en els camps de la tecnologia de decoració digital, indústries d'additius químics i també indústries de tractament d'argiles i altres matèries primeres i la seua transformació en atomitzats ceràmics, entre altres.

Els reptes actuals amb els quals s'enfronta aquest clúster ceràmic de Castelló són el cost energètic, la falta de recursos naturals suficients i adequats (matèries primeres, com les argiles blanques tipus caolinites), costos logístics, sobretot pels nolis i el transport, així com també per la forta competència en els mercats internacionals, on es dirigeix majoritàriament la seua producció.

D'altra banda, a més d'aquests reptes econòmics i estratègics, també encaren altres reptes de



Esquema d'un ciclu fotocatalític sobre un substrat vitri funcionalitzat amb una capa prima d'un òxid metàl·lic semiconductor.

transformació tecnològica, com són la transformació a una indústria més automatitzada (indústria 4.0), implementació de la Intel·ligència Artificial en el sistema productiu, la transició energètica i mediambiental, en plena concordança amb el compliment amb els Objectius de Desenvolupament Sostenible, els ODS.

A causa d'aquests reptes el nostre grup de recerca de Química de l'Estat Sòlid i la Càtedra d'Innovació Ceràmica "Ciutat de Vila-real" de la Universitat Jaume I, venen desenvolupant diferents projectes de recerca en plena col·laboració amb les indústries del clúster ceràmic de Castelló, des de temps de la mateixa creació de la Universitat (any 1991) i també des de la creació de la Càtedra (any 2012), a través d'un conveni entre la Universitat Jaume I i l'Ajuntament de Vila-real.

Així, doncs, les nostres recerques s'han orientat de cara a aportar solucions als reptes que té plantejats actualment el sector ceràmic, com són la cerca de noves funcionalitats i propietats de les rajoles ceràmiques (rajoles fotovoltaïques, rajoles fotocatalítiques i biocides, rajoles fosforescents, etc.), rajoles més sostenibles a través de la incorporació de residus propis del sector ceràmic (llots, xamotes, etc.) o d'altres sectors com el del vidre procedent del reciclatge, així com també en processos nous de síntesi i altres processaments ceràmics més concordes ambientalment, que permeten estalvis de matèries primeres, estalvi energètic i menors emissions de gasos d'efecte hivernacle, etc.



Un exemple n'és el gran avanç recent que la ceràmica ha experimentat en la seua aplicació com a fotocatalitzador, la qual cosa li ha donat noves oportunitats en una varietat de camps, com la purificació de l'aire, l'aigua i la desinfecció de superfícies. La combinació de les propietats intrínseques de la ceràmica amb la ciència i l'enginyeria de materials ha permés aquests desenvolupaments, de cara a aconseguir noves aplicacions (nous mercats) i un major valor afegit, de cara a la seua major competitivitat en els mercats internacionals.

L'estabilitat química i tèrmica, així com la durabilitat, són dues de les principals característiques que fan que la ceràmica siga atractiva com a fotocatalitzador. La ceràmica és un material ideal per a aplicacions a llarg termini perquè no es degrada fàcilment davall condicions adverses. La seua capacitat fotocatalítica s'ha millorat encara més amb la funcionalització d'aquesta, com per exemple amb addició de nanopartícules en la seua superfície o la generació de capes fines de diferents òxids metàl·lics (ZnO, TiO₂, etc.).

La fotocatalisi és un procés que activa la llum perquè els contaminants o compostos orgànics es descomponguen en productes menys nocius o contaminants. En la ceràmica, aquest fenomen ocorre quan la llum incideix sobre la superfície tractada amb nanopartícules o capes fines d'òxids metàl·lics; això produeix radicals lliures altament reactius que descomponen bacteris i/o compostos orgànics. En tractar-se de nanoestructures les propietats òptiques com la

transparència d'aquests materials no té per què disminuir.

Aquests materials ceràmics s'han demostrat eficaços en aplicacions de purificació de l'aire per a eliminar contaminants com a compostos orgànics volàtils (COV) o òxids de nitrogen (NO_x). Això és especialment important a les ciutats, on la qualitat de l'aire és cada vegada més important. La ceràmica fotocatalítica no sols purifica l'aire, sinó que també pot reduir els al·lèrgens i les olors desagradables.

La purificació de l'aigua és un altre camp d'aplicació prometedora. La ceràmica fotocatalítica pot descompondre els contaminants orgànics de l'aigua, la qual cosa ofereix una opció econòmica i sostenible per a millorar la qualitat de l'aigua potable.

A més, s'ha demostrat que aquest mètode és efectiu per a eliminar bacteris i microorganismes patògens, la qual cosa el converteix en una opció viable per a sistemes de tractament d'aigües residuals.

La ceràmica així funcionalitzada pot descompondre els materials orgànics i patògens presents en les superfícies en activar-se amb la llum, la qual cosa fa que els entorns siguen més segurs i saludables. Això és especialment útil en àrees públiques, hospitals i àrees de preparació d'aliments on la higiene és important. Amb tot això, la ceràmica fotocatalítica es posiciona com un material clau en la cerca de solucions innovadores i sostenibles per als desafiaments ambientals i de salut actuals.

La indústria ceràmica i el medi ambient

José Emilio Enrique Navarro

Professor de la Universitat Jaume I · Castelló

L'impacte d'una activitat industrial en el medi ambient pot manifestar-se de tres maneres: contaminació atmosfèrica, efluents líquids i residus sòlids. En el cas de la indústria de paviments i revestiments ceràmics, l'agressió al medi ambient és causada, principalment, per la concentració industrial. Aquesta indústria dedica un esforç important a la prevenció i control de la contaminació. La reconversió i modernització de les instal·lacions productives han permès reduir les emissions de contaminants gasosos d'un mode substancial, tant per la implantació del procés de cocció ràpida com per la utilització de gas natural (una font d'energia més neta i amb menys residus gasosos –substitució del fueloil per gas natural es van reduir notablement les emissions de partícules i de compostos de sofre).

Però, això encara no és prou, en particular en els nuclis d'alta concentració industrial, i no per avaluacions fetes sobre nivells d'immissió sinó per comparació amb els sistemes de depuració adoptats en altres països europeus per a combatre el problema de la degradació del medi ambient.

La necessitat de conèixer l'impacte ambiental de les instal·lacions industrials ceràmiques tant de fabricació del producte final com de frites, esmalts, colors i matèries primeres en general, fa imprescindible la realització d'un estudi de la contaminació del sector per avaluació de nivells d'immissió (qualitat de l'aire) en nuclis pròxims a les instal·lacions industrials, mitjançant una xarxa de control ambiental i per determinació dels nivells d'emissió dels focus emissors de les plantes industrials.

En el camp dels efluents líquids, la major part de les empreses disposen d'instal·lacions de decantació i depuració, i en alguns casos de sistemes de reutilització de les aigües tractades. Aquests sistemes són en general insuficients per a la retenció de les partícules en suspensió i per descomptat no disposen de sistemes de depuració de contaminants solubles en aigua, com és el cas dels compostos de bor.

En tots els casos els productes sòlids del tractament dels gasos i de la depuració dels líquids no disposen de tractament posterior, per la qual cosa es realitza una concentració dels contaminants dels gasos o dels líquids que es presenten en forma sòlida, però sense tractament posterior de reprocessament o inertització.

A més de tot això, hi ha residus sòlids del mateix procés productiu amb diferents nivells de

toxicitat, entre ells es troben restes d'esmalts no processats, peces amb esmalt no cuit, que s'han deteriorat abans de la cocció o peces cuites rebutjades en el procés de selecció. De tots aquests, les últimes són especialment inertes.

Plantejament general per a la resolució dels problemes de contaminació

El tractament de la contaminació industrial inclou el conjunt d'accions encaminades a buscar solucions vàlides als problemes que presenta a la indústria productora.

És important recordar que encara dins del mateix sector de productes ceràmics no existeix una solució única al problema de la contaminació. Les solucions adoptades en una planta poden no resultar adequades per a una altra de característiques aparentment similars. Per això és important establir, abans de triar una estratègia, processos alternatius de gestió.

Per a la creació de plans de gestió és necessari seguir dos principis bàsics:

Plantejament global del problema, que consisteix a considerar com a part integrant d'un mateix sistema totes les operacions, des de la generació fins a l'eliminació de contaminants, per a conèixer les repercussions de cada operació sobre les altres.

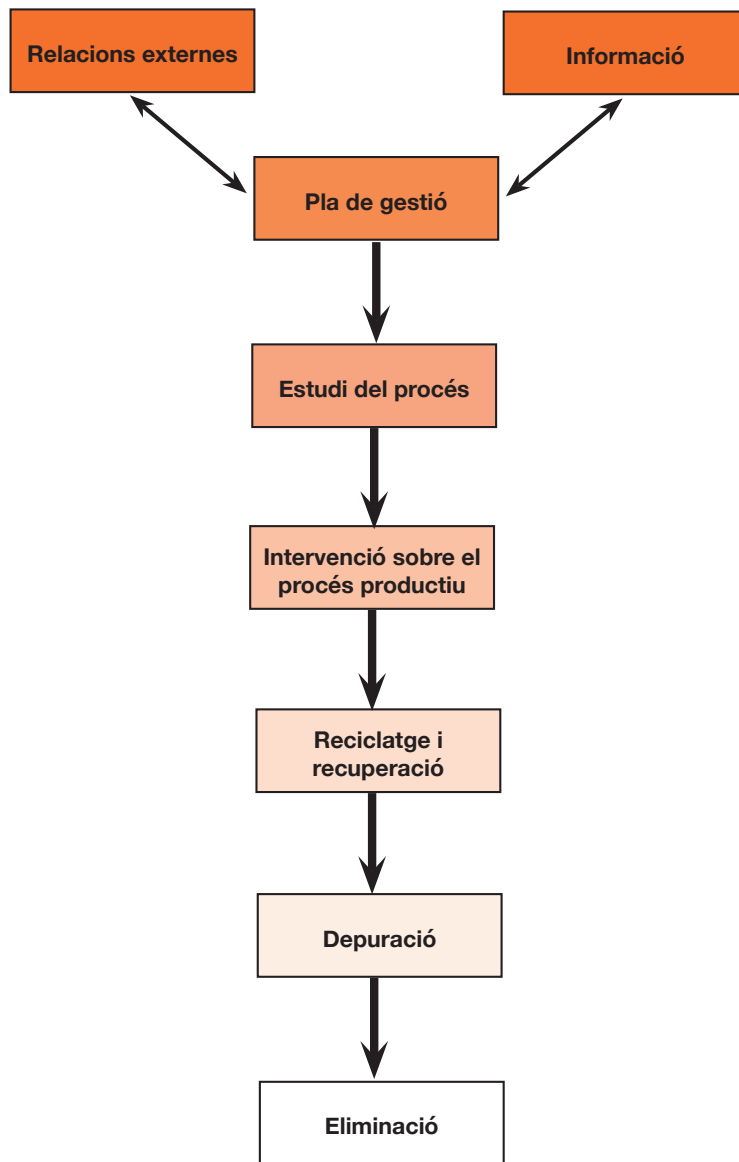
El problema de la contaminació industrial no pot plantejar-se només des de l'òptica de l'eliminació dels contaminants al final de procés perquè pot suposar uns costos excessius.

Determinació de les característiques de la planta que permeten trobar una solució adequada. És necessari conèixer de manera aproximada les quantitats de substàncies contaminants generades, així com el seu origen, a més de la capacitat que presenta la indústria per a absorbir-los, mitjançant reciclatge, i la possibilitat de tractament de determinats tipus de contaminants per a una millor manipulació i evacuació.

En les plantes existents ha de tenir-se en compte el procés productiu dut a terme, les instal·lacions disponibles, la seua ubicació, etc., perquè poden determinar la viabilitat d'una actuació concreta.

Convé destacar que en el disseny d'una planta de nova creació han de contemplar-se els plans de gestió a desenvolupar. Així, la ubicació relativa de la planta de depuració d'aigües i l'atomitzador pot possibilitar o facilitar la recuperació de fangs.

En la figura següent s'expressa en forma de diagrama de fluxos l'esquema de treball a desenvolupar, amb els diferents nivells d'actuació:



Organigrama del pla de treball a desenvolupar en la resolució de problemes de contaminació industrial.

- **Estudi del procés:** el coneixement adequat del procés i de les particularitats i gestió d'aquest ha de permetre fixar els objectius a aconseguir. Incloent la realització de balanços de matèria, caracteritzacions fisicoquímiques de les matèries primeres i productes, estudis econòmics, etc.

- **Intervenció sobre el procés productiu:** consisteix en l'adopció de mesures tècniques i econòmiques, que permeten minimitzar la generació de contaminants (emissions, aigües residuals i residus), i fins i tot en el cas que no es puguin reduir, possibilitar que la seua producció es faça de manera que les fases posteriors de recuperació, depuració i/o eliminació siguin més senzilles.

Es tracta per tant de, sense canviar substancialment els processos de fabricació o desenvolupant i/o substituint equips, evitar les pèrdues i administrar millor els mitjans de producció.

En aquest sentit les accions possibles en un procés ceràmic passen per una optimització global i de cadascuna de les operacions unitàries, implantar un sistema de controls eficaç i establir un programa de manteniment preventiu.

- **Reciclatge o recuperació:** Aquesta acció ha d'estudiar-se amb deteniment en cada cas particular, perquè pot permetre la reutilització de matèries primeres i evitar o reduir la gestió de productes contaminants.

També ha de plantejar-se la possibilitat d'un aprofitament per tercers.

- **Depuració:** Es tracta de triar, sobre la base de les característiques dels corrents efluentes i del procés productiu, el mètode més adequat de depuració.

- **Eliminació:** S'ha de fer de manera controlada, complint els límits establerts prèviament per a minimitzar l'impacte ambiental. Aquest aspecte és fonamental en el cas dels residus tòxics i perillosos, ja que en cas contrari tot l'esforç fet fins aquest punt és inútil, ja que depurar és concentrar, i per tant si els productes finals d'un procés de depuració no s'eliminen adequadament l'única cosa que s'haurà aconseguit és transferir els contaminants de medi (de l'aire al sol, de l'aire a l'aigua...) o traslladar geogràficament el problema.

He descobert una **supernova**?

Alberto Cabrera.

Professor de Física i Química · IES Sorts de la Mar · Dénia

El projecte PETeR, què és?

Aquest article tracta d'una experiència que vaig realitzar gràcies al projecte PETeR (Projecte Educatiu amb Telescopis Robòtics). I va ser possible gràcies als programes de la ESAC per al professorat i al CEFIRE/CAC, que el va oferir. A més, aquesta pràctica docent va ser coordinada per **Nayra Rodríguez Eugenio** (Unitat de comunicació i cultura científica de l'Institut d'Astrofísica de Canàries), i part d'aquest escrit es basa en la seua ponència. Gràcies, Nayra.

Començaré parlant del projecte PETeR. Com bé diuen les seues sigles, és un projecte educatiu utilitzant telescopis robòtics. El que es pretén amb aquest projecte es apropar l'astronomia, i per extensió, la ciència, als estudiants, i al professorat. Es vol que els alumnes experimenten una aproximació al treball de l'astrònom observacional, també el de incentivar la vocació científica i tecnològica, i com no, la de formar al professorat i actualitzar-lo.

Ara ja ens podem preguntar, què són els telescopis robòtics? Ben resumit es podria dir que són telescopis autònoms, és a dir, no fa falta cap persona present per a fer-los funcionar. N'hi ha per tot el món, i cobreixen tota la Terra, per tant, podem veure el cel des de qualsevol part. Com que estan cent per cent computeritzats, poden ser programats remotament des de qualsevol lloc del món amb simplement un accés a Internet. I el millor de tot es que cada nit el poden utilitzar moltes persones. Per tant, és una eina interessant per a entitats i col·lectius, tant amateurs com professionals, que requereixen l'ús de grans telescopis però que no disposen de grans recursos per a tindre aquest tipus d'aparells tan sofisticats.

Un d'ells, és el telescopi Liverpool, situat a La Palma/ORM (Roque de los Muchachos) amb un espill col·lector de 2 m. Aquest telescopi és el que havíem d'utilitzar per a fer la pràctica, però a causa de les cendres del volcà de La Palma, que per aquelles dates estava en plena activitat volcànica, no va ser possible. Estava fora de servei.

Un altre telescopi és l'anomenat LCO (Las Cumbres Observatory), que està situat a Tenerife, i té un espill col·lector de 40 cm. Aquest té uns germans idèntics situats a Hawaii, Austràlia, Sud-Àfrica, Xile i Texas (EUA). Amb aquests sis telescopis va ser finalment amb els que vam fer la recerca d'una explosió de supernova.

No ho havia dit encara, sols una idea amb el títol, però amb aquests telescopis volem mirar el cel per si de cas descobrim una explosió de supernova. Sí, descobrir una supernova.

Però, què és això d'una supernova?

Bé, una supernova podríem dir que és un succeís que ocorre a un determinat tipus d'estrelles

El propòsit és que els alumnes experimenten una aproximació al treball de l'astrònom i incentivar la vocació científica i tecnològica.

en la part final de la seua vida. Aquest succeís és una gran explosió. Són les explosions més grans que poden ocórrer a l'univers. Quan s'arriba al final de la vida d'un tipus d'estrela, explota, i fa una llum al cel, que al seu moment àlgic, pot brillar més que tota la galàxia que l'envolta. Aquest fenomen es pot veure amb molta intensitat durant uns dies o setmanes, fins i tot, es pot observar durant mesos, ara, cada vegada més tènueament. S'han documentat avistaments de supernoves durant molt segles. Ja es parla d'una observació el 185 dE, a la Xina, la SN 185.

Com anem a buscar explosions de supernova?

La idea és molt senzilla, es tracta de comparar dues imatges extreïdes amb les mateixes condicions tècniques. Una d'elles l'extraïem de l'arxiu bibliogràfic del telescopi, i l'altra és la que buscarem en aquest moment amb el telescopi. Una vegada tenim les dues imatges, les observarem i les compararem sense aplicar cap càlcul.

Si captem alguna diferència entre les dues imatges, és a dir, algun punt brillant en l'observació actual que no estiga en la imatge d'arxiu, podrem dir que hem descobert una explosió de supernova.

Un exemple seria el següent, extret d'una imatge de la HST(NASA) i l'IAC.



A veure si tens bona vista. Mira les diferències abans de continuar llegint. La primera correspon a l'any 1995 i la segona al 2002. Si mirem bé, veiem quasi al centre de la fotografia un punt roig en la del 2002 que en la del 1995 no estava. Per tant, correspon a una explosió de supernova.

Però, i si la presa de la imatge portara una errada? Una possible errada seria que en l'instant de prendre la foto, un raig còsmic pot haver impactat, perpendicularment (s'hi veuria un punt) o amb altra direcció (s'hi veuria una ratlla), sobre el telescopi. Per solucionar-ho, fem un mínim de tres fotografies consecutives.

Una altra possible errada seria que alguns píxels no estiguessen bé, aquests píxels no s'impressionarien amb la llum i donarien un punt diferent, fals. Es soluciona fent una imatge que es diu de camp pla, sense impressió real, així observem tots els píxels fallats i els descartem. Molta feina no!!! Ara la tecnologia ens ajuda. Les solucions a tots aquests problemes ja les fan els telescopis robòtics automàticament abans d'observar i fotografiar la imatge que li hem ordenat fer. Uffffff.

Ara ja toca anar per feina

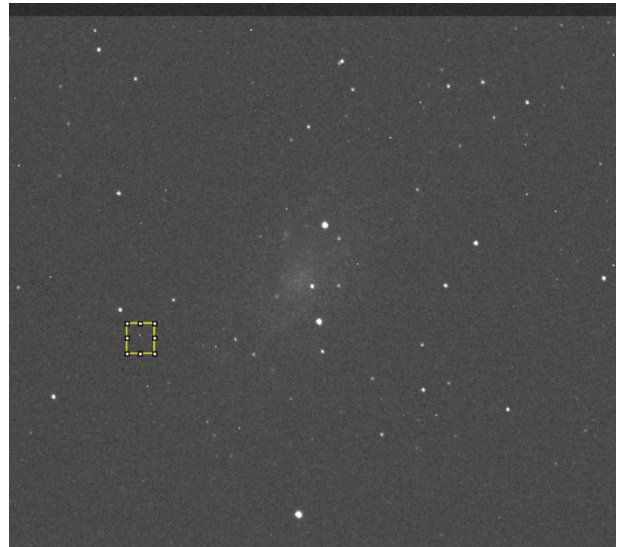
Primerament hem de saber quan volem demanar als telescopis del LCO que facen l'observació, en quina data. Així, seleccionarem una galàxia que estiga visible durant eixe període de temps i des de l'observatori que volem utilitzar. Així seria si utilitzàrem el Liverpool, però com anem a utilitzar el LCO que consta de 6 telescopis per totes les latituds del món, tenim un gran avantatge. Quan nosaltres donem l'ordre, el primer telescopi dels sis que la trobe en el seu camp de visió i, a més, no estiga sent utilitzat, la fotografiarà i ens la enviarà.

Ens hem de fixar amb quines característiques s'ha fet la fotografia d'arxiu, ja que les ordres (el filtre i temps d'exposició) que li donem al nostre telescopi han de ser les mateixes. Així el telescopi suma llum durant el mateix temps i per tant tots els punts són igual de brillants que la imatge d'arxiu. Sols queda comparar les diferències i veure si hem tingut sort!

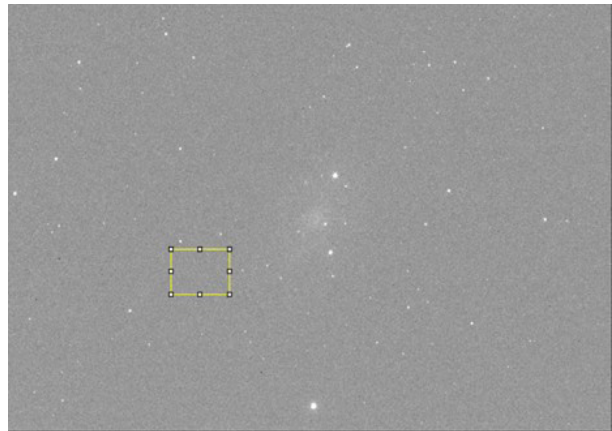
Una condició és que tota la galàxia ha d'estar dins del camp de visió. Per tant buscarem una mida de galàxia aproximada al camp de visió del telescopi (FoV). Al LCO de 40 cm, el FoV es de 19x29 minuts d'arc. També és important un rang d'altitud mínima, ja que el telescopi té una estructura que li impedeix mirar cap a l'horitzó, té un mínim d'inclinació. Al LCO és igual o major de 20°. A més, li cal una brillantor aparent (quantitat de llum que ens arriba a la Terra) adequada al telescopi. Hi ha un màxim abans de saturar el detector. Al LCO és una magnitud de 8-18.

Ara que ja sabem tots els paràmetres importants necessaris, podem anar al *software* per a seleccionar la nostra candidata. N'hi ha unes quantes, jo vaig buscar Telescopius. Una vegada seleccionada la galàxia amb totes les condicions anteriors, vaig a PETeR, i li demane al LCO que la busque i la fotografie.

Ací està el que es va fer, editant un poc les imatges per facilitar-ho.



Fotografia presa pel LCO el 13/12/21



Fotografia d'arxiu 09/11/21

CONCLUSIONS

Es veu que en la imatge de la fotografia feta pel LCO apareix una estrella (vegeu requadre) i en la imatge d'arxiu no s'aprecia res. Açò és un indicatiu que hi ha alguna cosa nova en la foto del 13/12/21 que el 09/11/21 no apareixia! Què pot ser?

En les dues imatges, encara que la nova està demanada idèntica amb característiques de la d'arxiu, potser que varie, ja que he observat que si modifique l'augment (zoom), varia també sensiblement la posició de les estrelles.

Si mire NGC2403 fotografies reals amb altres programes com SIMBAD Astronomical database/Aladín, sí, pareix que isca l'estrella, i com són més velles les imatges, vol dir que ja existia.

Per tant, és el programa SalsaJ, que, pel fet de ser prou bàsic, no tracta massa bé les imatges, i per tant, aquest punt d'estudi no era tal en altres programes com Aladín. Uiiiiii, quasi!

Per finalitzar, pense que va ser un luxe disposar de tota aquesta superinfraestructura per a una persona en particular. I millor encara, es pot traslladar als nostres alumnes i fer aquesta o una altra experiència similar utilitzant els telescopis robòtics. La meua idea era que ells la realitzaren però, per circumstàncies, no va poder ser.

Gràcies projecte PETeR.

La **cura** que va ser trobada al Montgó

Àngels Royo Periró

Metgessa especialista en Oncologia

Fa uns mesos em vaig proposar escriure sobre **Sagrario Mochales** al meu blog del web de la revista Mètode (<https://blogs.metode.cat/blog/histories-cliniques/>). Vaig saber de la seua història quasi per casualitat i em va cridar molt l'atenció que la figura d'aquesta microbiòloga tan propera i tan important per a la medicina actual ens passe tan desapercebuda.

A la investigació sobre els seus treballs es va sumar un altre personatge inesperat, la terra del Montgó. Gràcies a açò els amics de la revista DAUALDEU m'han contactat i ara tinc l'oportunitat de descobrir a més públic la importància de la Dra. Mochales i, per descomptat, del Montgó. Deixeu-me que us en conte més detalls.

La biografia de Sagrario Mochales és poc coneguda. Sembla que de xiqueta volia estudiar medicina, però la seua família no ho veia amb bons ulls i finalment va estudiar Biologia a la Universitat de Madrid. Prompte es va decantar pel camp de la microbiologia clínica i l'any 1954 va entrar a formar part de l'equip d'investigació de la Compañía Española de Penicilina y Antibióticos (CEPA). Aquesta companyia situada a Aranjuez es va crear l'any 1949 amb la intenció de produir penicil·lina a Espanya i d'impulsar la investigació de nous antibiòtics.

El departament on treballava la Dra. Morales era l'encarregat d'analitzar substàncies i organismes recollits de diferents terrenys d'arreu de la península per buscar elements antimicrobians provi-

nents de la natura. Us sorprendria saber la quantitat de fàrmacs amplament utilitzats que tenen el seu origen no sols a les plantes, sinó també a diferents microorganismes marins i terrestres o insectes.

En un viatge per la Marina Alta l'abril de 1966, un altre investigador de la CEPA, **Sebastián Hernández**, va recollir una mostra de terra del vessant sud del Montgó al terme de Xàbia per al seu estudi microbiològic. Sagrario Mochales va continuar l'anàlisi d'aquesta mostra al seu laboratori, on poc temps després va detectar una gran activitat bacteriana provocada per una soca de *Streptomyces fradiae*. Aquest gènere de bacteris gram positius coneguts des del segle XIX és considerat el productor més important d'antibiòtics de la natura, segurament com a mecanisme de defensa contra altres microorganismes. Mochales va poder aïllar d'aquesta espècie el primer antibiòtic de la CEPA, la fosfomicina, però se'n coneixen fins a sis més provinents del mateix bacteri.

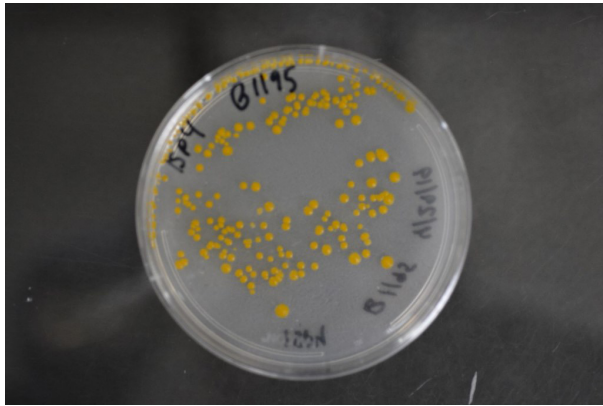
El viatge que va començar a la vora de la mar, passant per Aranjuez, va concloure a l'estat de Nova York tres anys després. En la revista Science d'octubre de 1969 un grup de catorze investigadors, entre ells tres espanyols amb la nostra protagonista, publicaren la troballa de la fosfomicina, com a resultat de la col·laboració entre la companyia farmacèutica estatunidenca Merck & Co. i l'espanyola CEPA.



Vessant sud del Montgó des de Xàbia./ Fotografia de Cristina Salido Capilla

Podeu trobar informació més detallada sobre el gènere *Streptomyces*, sobre la recerca d'antibiòtics als diferents terrenys naturals i sobre el desenvolupament de la fosfomicina a un interessant article que va publicar **Pedro Romero** l'any 2021 a la revista *Aguaites* de l'Institut d'estudis comarcals de la Marina.

Però què és la fosfomicina? Doncs un antibiòtic amb una estructura química prou peculiar. Aquest fàrmac que no està relacionat amb cap altra família d'antimicrobians aconsegueix una potent activitat bactericida inhibint la producció de certes molècules necessàries per a la síntesi de la paret cel·lular d'alguns microorganismes. Es pot administrar per via intravenosa, però sens dubte la seua presentació oral és la més utilitzada arreu del món. Tot i que el seu ús en l'actualitat està quasi exclusivament reservat per a les infeccions urinàries no complicades, la fosfomicina té un ampli espectre d'activitat front microorganismes resistents a altres antibiòtics. De fet, en el moment actual en què les resistències microbianes són un problema realment important, certes línies d'investigació es basen en recuperar antibiòtics clàssics com aquest.



Cultiu d'*Streptomyces fradiae*. / Font Wikimedia Common

En un viatge per la Marina Sebastián Hernández va recollir una mostra de terra del vessant sud del Montgó al terme de Xàbia. Sagrario Mochales va fer l'anàlisi d'aquesta mostra i va detectar una gran activitat bacteriana.

I què va ser de Sagrario? La veritat és que sabem poc de la seua vida, només que va continuar treballant en el camp de la microbiologia clínica i la farmacologia. A ella també li devem el descobriment d'altres fàrmacs com la lovastatina, un dels primers tractaments per a la hipercolesterolèmia, i d'alguns antifúngics com la caspofungina a partir d'altres fongs: l'*Aspergillus terreus* i el *Zalerion arboricola*, respectivament.

És una llàstima no haver trobat cap fotografia lliure de drets d'autor per a mostrar-vos el rostre d'una de les investigadores més importants del segle XX que, com tantes altres, roman pràcticament en l'anonimat. Sí que vos reproduiré una anècdota que apareix a una entrevista recent, al poc de complir els noranta anys. Segons sembla, Sagrario va haver d'anar al metge de capçalera a causa d'una infecció d'orina: «*Le pregunté al médico qué antibiótico me había dado, me respondió que era fosfomicina y yo le dije: 'Esto es mío'*».

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

Efemèrides astronòmiques per a l'estiu i la tardor de 2024

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 baix indicats), 1 hora a la tardor i l'hivern i 2 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 ells no parpellegen ni canvien de color. S'indiquen les millors dates per a la seua observació per la seua situació en el cel.

Posició dels astres en el cel (planetes, Sol i Lluna) respecte a un observador, en el nostre cas, la Terra. La configuració és diferent per als planetes interiors Mercuri i Venus (línia roja) i per als restants, denominats, exteriors (línia blava).

El **Sol** estarà en el punt més allunyat de la Terra (apogeu), el dia 5 juliol (5 h).

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

Càncer: 20 juny (20:51 h), és el solstici d'estiu.

Lleó: 22 juliol (07:44 h).

Verge: 22 agost (14:55 h).

Lliura: 22 setembre (12:44 h), és l'equinocci de la tardor.

Escorpi: 22 octubre (23:15 h).

Sagitari: 21 novembre (19:56 h).

En la segona meitat de l'any, no tindrem eclipsis de Sol, visibles des del nostre país.

La **Lluna**, tindrà un eclipsi parcial el dia 18 de setembre.

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

Des de la Terra, la seua major separació del Sol (elongació màxima), serà visible cap a l'est, els dies 22 juliol (06 h) i 16 novembre (8 h), i cap a l'oest el 5 setembre (2 h) i el 25 desembre (2 h). Estarà a prop de la Lluna el dia 3 octubre (0 h), i el veurem a les proximitats d'aquest satèl·lit, el dia 3 novembre (8 h).

Venus. Visible en el crepuscle vespertí al mes de juliol i al matutí en agost, i a les nits abans de l'alba tota la tardor. Venus serà a prop de la Lluna, el 5 agost (22 h), i estarà pròxim a ella, els dies 5 octubre (20 h), 5 novembre (0 h) i 4 desembre (23 h).

Mart. Aquest planeta serà visible durant l'estiu i la tardor, al crepuscle vespertí.

Es trobarà pròxim a la Lluna els dies 23 octubre (20 h) i 20 novembre (21 h), i serà ocultada per aquesta el dia 18 desembre (09 h).

Júpiter. Serà visible des de la mitjanit al juliol, després del crepuscle vespertí els mesos d'agost i setembre, i la resta de l'any durant quasi tota la nit. Aquest planeta no es situarà a les proximitats de la Lluna, en horaris nocturns, cap dia d'aquesta segona meitat de l'any. El planeta gegant tindrà la seua oposició, i millor visibilitat, el 7 desembre.

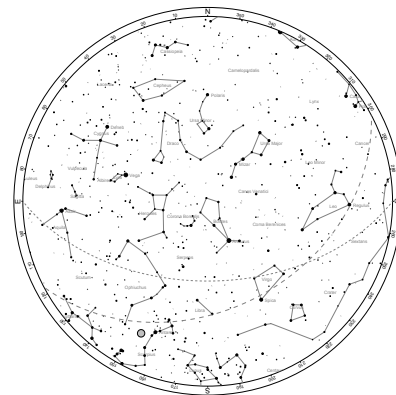
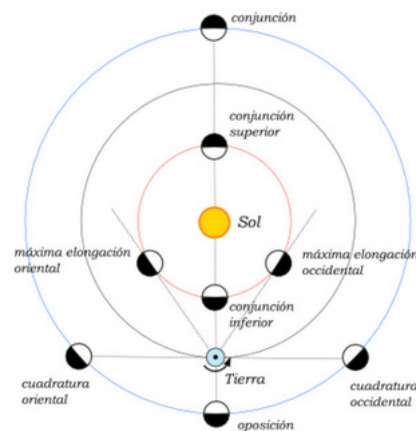
SATURN. Serà visible quasi tota la nit a l'estiu, els mesos d'octubre i novembre fins a les hores posteriors a la mitjanit, i al desembre durant les primeres hores fins abans de la mitjanit.

La millor visibilitat del planeta dels anells, serà a l'oposició del 8 setembre. Estarà en conjunció amb una possible ocultació els dies 24 juliol (21 h), 14 octubre (18 h), 11 novembre (2 h) i 8 desembre (9 h). I serà ocultat per la Lluna el dia 21 agost (03 h).

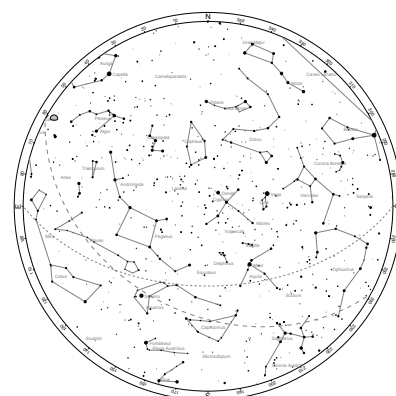
No podrem gaudir de conjuncions planetàries, en horaris nocturns, cap dia de la segona meitat de l'any.

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

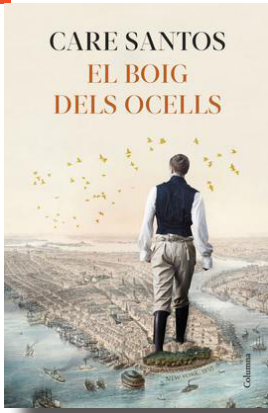
(Més informació en la web de l'Associació Astronòmica Marina Alta, www.astromarinaalta.org).



El cel el dia 20 de juny de 2024, 23:00 h (UTC +02:00)



El cel el dia 22 de setembre de 2024, 23:00 h (UTC +02:00)



CARE SANTOS
El boig dels ocells

Catalina Luque

Professora de Llengua i Literatura
IES Lluís Vives · València

Mira que s'han fet coses rares durant el confinament. Hi ha qui ha descobert la cuina, la rebosteria, l'art, la gimnàstica, el TikTok... Hi ha qui per primera vegada ha parlat amb el veí del primer esquerra, ha tornat a tocar pel Zoom amb el seu grup *heavy metall* de l'institut o s'ha cregut **Félix Rodríguez de la Fuente** i s'ha baixat una App que permet identificar els ocells del barri pel cant o pujant-hi una foto... També hi ha qui ha escrit una novel·la i, el més difícil encara, una novel·la sobre ocells. És el cas de **Care Santos** i la novel·la que us presentem hui.

El boig dels ocells té com a punt de partida un fet real: a finals del segle XIX un excèntric milionari de Nova York va introduir en diverses fases ocells europeus als Estats Units prenent com a model les societats a favor de l'aclimatació d'espècies que van sorgir a Europa en la segona meitat del segle i que van ser els culpables de catàstrofes com la introducció a Austràlia dels conills. **Eugene Schieffelin**, membre d'una poderosa família dedicada a la indústria química, va ser el responsable de la introducció als Estats Units dels estornells, espècie que hui en dia es considera l'enemic número 1 dels biòlegs i les aus autòctones, una veritable espècie invasora.

Quins motius van portar un respectat ornitòleg a enviar huitanta exemplars d'estornells en un vaixell de Londres a Nova York? Hi ha diverses teories. Care Santos tria la més potent des del punt de vista literari. Segons sembla, Schieffelin va conèixer a Londres l'autor d'un volum sobre les aus que apareixien a les obres de **William Shakespeare**, entre les quals hi havia els estornells. La germana i la dona de Schieffelin, apassionades del bard de Stratford-upon-Avon, van observar emocionades els balls dels estornells a les costes d'Anglaterra. La germana, una dona excepcionalment intel·ligent, va expressar el desig de poder veure en el futur aquesta misteriosa dansa (en anglés, *murmurations*) als Estats Units. Després de la seua mort, Eugene va intentar complir el somni de la germana i ho va aconseguir.

L'ornitòloga nord-americana **Lyanda Lynn Haupt** dona la mateixa versió (allò de les aus de Shakespeare, allò de la germana és ficció) al seu

assaig *El estornino de Mozart* on analitza les qualitats d'unes aus extremadament intel·ligents (fins i tot poden reproduir frases senzilles) en un intent de reivindicar esta espècie proscrita. El títol fa referència a una anècdota ben documentada de la vida del geni de Salzburg.

El més interessant de la novel·la és precisament el retrat que fa d'Eugene i la seua família, del seu entorn. Nous rics, jueus, industrials que van guanyar un paper preponderant a la societat americana i van emparentar amb famílies tant poderoses com els **Vanderbilt**. Segurament els millors moments de la novel·la són els somnis que Eugene té amb els seus avantpassats o amb el mateix William Shakespeare (que per cert està un poquet fart de les bogeries que es fan en nom seu i vol que el deixen en pau) i la relació amb el seu metge i amic el doctor **Ludlow**.

Les dones també són interessants. **Martha**, la germana, és el motor de l'acció. Eugene vol retre homenatge a una dona excepcional, independent, que va dedicar tota la seua vida als llibres. Catherine Schieffelin, la dona d'Eugene, és el prototip de la dona intel·lectual de classe alta americana de finals de segle. Intel·ligent, culta, delicada, moderna, discreta, amb iniciativa..., eixe tipus de dona que, mantenint-se dins dels marges d'allò socialment acceptable, va obrir nous camins i va contribuir que altres dones pogueren anar un pas més enllà. La criada irlandesa també és tot un personatge i posa una pinzellada d'humor ingenu molt útil en este tipus de novel·les.

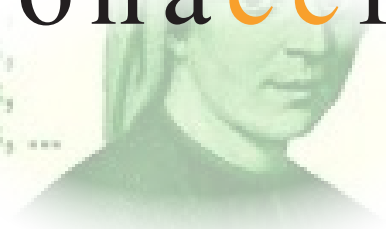
El més difícil és combinar ficció i realitat històrica, sobre tot perquè l'autora vol incloure a la novel·la altres figures que, en realitat, no tenen cap relació amb la trama principal i son una mena d'afegit que no acaba de quadrar dins l'estructura de l'obra. Per exemple, per a introduir el personatge real de **Nellie Bly** (una pionera del periodisme, una de les primeres corresponsals de guerra) necessita inventar-se un jove espanyol que acaba convertint-se en el secretari d'Eugene i que no és precisament el personatge més interessant de la novel·la però que funcionaria igual sense Nellie.

En llegir l'obra no he pogut deixar de pensar en l'admiració que la cultura anglesa desperta en tot el món i la indiferència amb la qual tractem la nostra herència. Introduir els ocells de Shakespeare al nou món? Clar que sí..., normal, és Shakespeare... Per desgràcia el somni d'Eugene es va convertir el 1960 en un malson quan un vol d'estornells va xocar amb els motors d'un avió a l'aeroport de Boston. Van morir 62 persones. L'accident més greu provocat per aus en la història de l'aviació... Estic tranquil·la que, com que ací no li fem ni cas a **Cervantes**, mai no hi haurà una plaga d'ases que puguen constituir un perill pel transport de persones i mercaderies (i no vaig a caure en l'acudit fàcil de dir que la plaga d'ases està a les institucions...). Millor ho deixem ací. Gaudiu de la novel·la, repasseu el vostre Shakespeare (i **Vicent Andrés Estellés**) i observeu els ocells que us envolten. I recordeu, ja que hi som, que és un crim matar un rossinyol.

El racó de Fibonacci

Loreto Signes

5,
8,
13, ...



El problema de les boles

Et donen 16 boles que tenen exactament el mateix aspecte, però una és lleugerament més pesada que les altres.

Has de localitzar la bola més pesada, i per això disposes d'una balança de dos platerets. Però per cada pesada et cobren un euro, i només en tens quatre. Com ho faràs?

Solució del problema de DAUALDEU 25

El problema de la manifestació

El nombre de manifestants segons l'enunciat ha de ser múltiple de 4 per a poder treballar amb la meitat de la seua meitat, i menor de 100 per a poder complir la condició de la suma. Per tant, anem a provar amb múltiples de 4 menors de 100. Per exemple, 40 que és fàcil i està pel mig dels nombres menors de 100 i múltiples de 4.

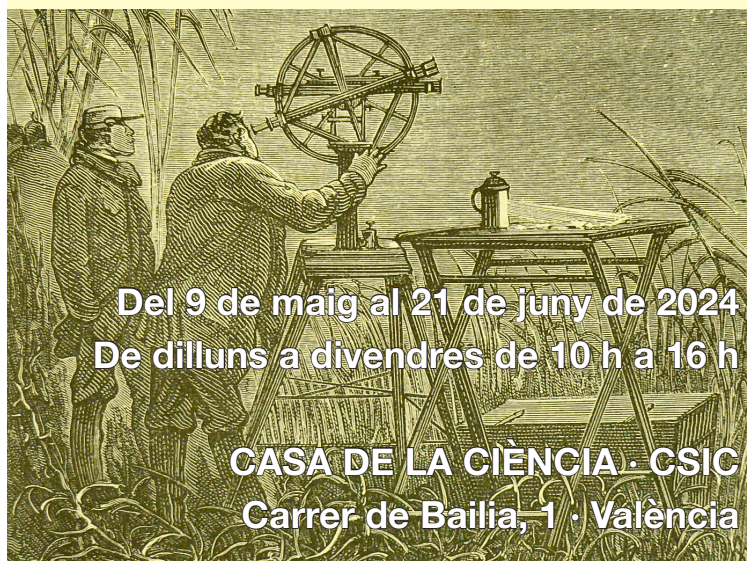
Si sumem 40 (els que en som)+40 (els que en som)+20 (la meitat)+10 (la meitat de la meitat)+1 (Vega)=111, ens en passem.

L'anterior múltiple seria 36. Sumem de nou, suposant que en son 36: 36+36+18+9+1=100. Per tant, deduïm que hi ha 36 manifestants.

També podríem resoldre aquest problema per equacions: anomenem x el nombre de manifestants i traduïm l'enunciat algebraicament en una equació.

EXPOSICIÓ

L'aventura del METRE



Del 9 de maig al 21 de juny de 2024

De dilluns a divendres de 10 h a 16 h

CASA DE LA CIÈNCIA · CSIC

Carrer de Bailia, 1 · València

Autors

Josep Lluís Doménech

Pep Martínez

Vicent R. Chorro

Organitza

MERIDIÀ ZERO

CSIC

Patrocina

Ajuntament de Xàbia



MERIDIÀ ZERO



CONSEJO SUPERIOR
DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS



DAUVALDEU

Edició digital

<http://associaciomeridiazero.com>



Ajuntament de Beniarbeig



Ajuntament de Pedreguer



Ajuntament dels Poblets



Ajuntament del Verger



Ajuntament de Gata de Gorgos



ACADÈMIA
VALENCIANA
DE LA LLENGUA

AMPA

IES Antoni Llidó - Xàbia

IES Historiador Chabàs - Dénia

IES Maria Ibars - Dénia

IES Matemàtic Vicent Caselles Costa - Gata de Gorgos

IES La Mar - Xàbia

IES - Pedreguer

IES Sorts de la Mar - Dénia